

국립지리정보원 연구보고서 제 2004-001호

세계측지계 전환에 따른 서울시 지리정보 대응방안 연구

이 석 민

국립지리정보원 지리정보연구부 지리정보연구팀

시 정 연
2004-R-42

세계측지계 전환에 따른 서울시 지리정보 대응방안 연구

An Implementation Plan to Convert GIS Data under ITRF System

2004



서울시정개발연구원
Seoul Development Institute

연구진

연구책임 이 석 민 • 도시정보연구센터 부연구위원
연구원 조 성 휘 • 도시정보연구센터 연구원

자문위원 (가나다순)

고 현 수 • 중앙항업 이사
양 철 수 • 대한지적공사 수석연구원
윤 흥 식 • 성균관대학교 교수
이 강 원 • 한진정보통신 상무
이 재 원 • 대한측량협회 부장
조 홍 목 • 국토지리정보원 사무관
최 규 성 • 한국에스리 이사
한 재 호 • 서울시 지리정보담당관

이 보고서의 내용은 연구진의 견해로서
서울특별시의 정책과는 다를 수도 있습니다.

요약 및 정책건의

I. 연구개요

1. 연구배경 및 목적

1) 연구배경

- 국가에서는 측량법 개정을 통해 2007년 1월 1일부터 세계측지계의 사용을 의무화하고 있으며, 이에 따라 국가 및 지자체에서는 기존 사용하고 있던 지리정보데이터에 대한 세계측지계로의 전환이 요구됨.
- 서울시는 국가지리정보체계(NGIS) 구축사업과 연계하여 1/1,000 수치지형도 제작과 다양한 업무분야 및 의사결정지원을 위한 GIS 응용시스템을 개발 및 운용 중에 있으며, 이를 세계측지계로 전환하기 위한 체계적인 전략 및 실행방안이 요구됨.

2) 연구목적

- 세계측지계 전환에 따른 서울시 지리정보데이터의 체계적 전환전략 수립
 - 1/1,000 수치지형도 및 GIS 데이터베이스 변환방법 제시
 - 세계측지계 전환에 따른 데이터 구축, 시스템, 추진조직 등 분야별 대응방안 수립
 - 지리정보데이터 변환을 위한 단계별 추진전략을 제시

2. 연구의 주요 결과

1) 서울시 지리정보데이터 변환 추진방향 제시

- 지리정보데이터 변환을 위해서 1/1,000 수치지형도의 신규제작이 요구되나 서울시 전역에 대한 전면적인 신규제작은 예산, 기간, 기존 산출물 활용 등을 고려하면 비현실적으로 판단되기 때문에 도로 및 건물과 같은 주요지형지물의 신규제작과 그 외 지형지물에 대한 블록별 이동 또는 변환계수 활용을 제시함.
- 각 GIS 응용시스템 데이터베이스는 세계측지계로 전환된 1/1,000 수치지형도를 이용하여 대체되어야 하며, 시스템별 자체 구축 데이터는 위치정확도를 고려하여 좌표변환 및 신규제작의 방법을 적절히 사용할 필요가 있음.
- 수치지형도 및 시설물 유지관리와 좌표변환 프로그램 제작을 위해서는 국가기준점 이외에 서울시 자체적인 측량을 통한 기준점 확보가 요구됨.
- GIS 응용시스템 담당자들에 대한 교육 및 홍보 실시와 더불어 GIS 데이터베이스 변환지침서 보급을 통하여 일관성 있는 사업추진을 도모함.

2) 좌표변환을 통한 세계측지계 타당성 검토

(1) 1/1,000 수치지형도 제작시 사용된 삼각점 분석

- 서울지역에 분포하는 구성과(실용성과)와 신성과의 차는 남북 방향으로서는 평균 0.4587m, 동서방향으로는 평균 1.4598m의 차를 나타내고 있으며, 지역적으로는 남북방향에서 0.0562m~0.9057m, 동서방향에서 1.0682m~1.8853m의 범위를 나타내어 균일하지 못함을 보이고 있음.
- 항측기준점 또한 이들 삼각점을 기준으로 설정되기 때문에 초기 제작된 수치지형도는 기준점 차만큼 위치정확도에 오류를 나타내게 되며, 이들 차이로 인하여 신성과를 기준으로 작성된 수치지도와는 위치에 대한 변동량이 발생하게됨.

(2) 좌표변환 및 왜곡모델링을 통한 세계측지계로의 전환

- 좌표변환 및 왜곡모델링을 통한 지리정보데이터의 세계측지계 전환은 기존 구축된 데이터의 활용 및 비용 측면에서 장점을 가지고 있으나, 높은 정확도를 요구하는 지하시설물 등에 적용시 신중한 검토가 요구됨.
- 좌표변환 및 왜곡모델링을 원활하게 수행하기 위해서는 수치지형도 초기 제작시 사용된 국가기준점과 항측점의 GPS 성과확보가 필요함.
- 실험연구 수행
 - 서울 강북지역을 대상으로 실험연구를 수행함. 세계측지계로 전환된 수치지형도 중 도로를 이용하여 검증을 수행하였으며, 도로의 형태에 따라 곡선부와 직선부로 구분함.
 - 도로곡선부에서는 세계측지계 전환전 약 1.5m에서 전환후 약 1m내외로, 직선부에서는 세계측지계 전환전 약 1m에서 전환후 약 0.6m내외로 위치정확도가 향상됨을 알 수 있음.
 - 실험 대상의 약 70% 정도가 위치정확도 향상을 보였으나, 도로 이외의 다른 지형지물에 대한 검증이 수행되지 않았으며, 강북지역에 대해서만 수행하였기 때문에 서울시 전역으로 확대 해석하는 것은 무리가 있음.

< 도로데이터의 좌표변환 수행 결과 >

구분	도로곡선부		도로직선부		비고
	신성과 도로 기준 ¹⁾ (지하시설물개선사업)	신성과 도로 기준 ²⁾ (한국전력)	신성과 도로 기준(지하시설물개선사업)	신성과 도로 기준(한국전력)	
세계측지계 전환전 (베셀타원체)	1.656m	1.505m	0.958m	0.986m	편차비교 (신성과실용성과간 거리비교)
세계측지계 전환후 (GRS80타원체)	0.953m	1.014m	0.474m	0.613m	
위치정확도 개선	83%(29/35)	81%(132/162)	76%(25/33)	77%(125/162)	

1) 서울시 지하시설물 개선사업을 통하여 구축된 신성과 기준 도로

2) 한국전력에서 구축한 신성과 기준 도로

3) 분야별 대응 전략

(1) 지리정보데이터 부문

○ 1/1,000 수치지형도

- 기존에 구축된 수치지형도의 활용과 제작비용의 절감을 위하여 도로 등 주요지형지물을 중심으로 부분적 신규제작이 가장 현실적인 대안임.
- 부분적 신규제작을 위하여 지형지물별 위치정확도 확보, 항공사진 측량, GPS 기준점 설정, 단계별 구축지침, 세계측지계로 전환된 수치지형도의 유지관리를 수행함.

< 1/1,000 수치지형도 변환방법 >

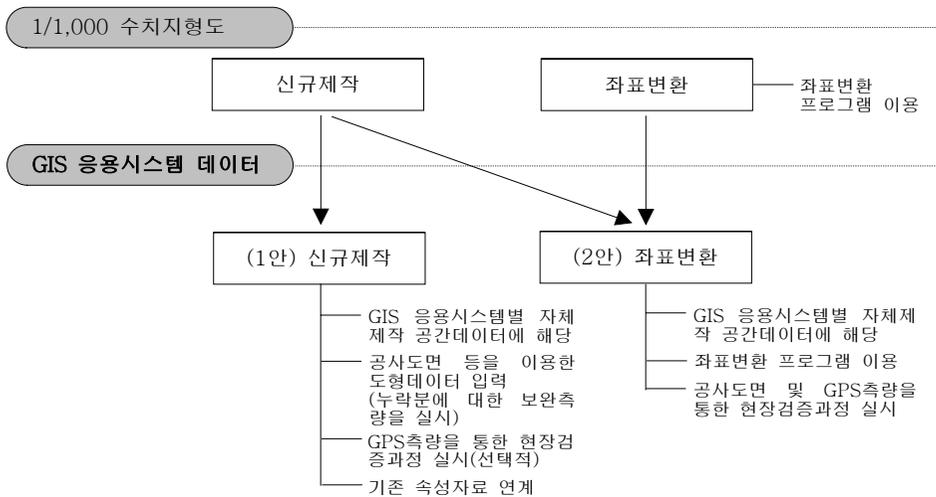
구분	제작방법	제작시기	위치정확도 (예상)	제작비용
주요 지형지물에 대한 세계측지계의 부분적 신규제작	<ul style="list-style-type: none"> - 세계측지계에 기준한 측량 기준점 성과를 이용하여 제작을 실시함. - 도로 등 주요 지형지물에 한하여 수치도화 실시 - 주요 지형지물 이외의 나머지 지형지물에 대하여는 좌표변환 이용 또는 블록별 평행이동 수행. 	<ul style="list-style-type: none"> - 단계별 변환 수행 - 1단계 : 도로 등 주요 지형지물 제작 - 2단계 : 나머지 지형지물에 대해서 변환 	<ul style="list-style-type: none"> - 도로 등 주요 지형지물: 0.7m 미만 - 그 외: 1m 미만 	<ul style="list-style-type: none"> - 주요 지형지물 제작 비용 - 6,087백만원 (도엽당 2,673천원)

○ GIS 응용시스템

- 지리정보담당관실에서는 공간데이터웨어하우스에서 관리하고 있는 서울시 프레임워크데이터 및 GIS 공통데이터에 대하여 세계측지계로 전환을 우선적으로 수행하며, 각 GIS 응용시스템 관리부서 및 지하시설물 관리기관에서는 업무에서 유지관리하는 데이터의 변환을 수행함.

- GIS 데이터베이스에 대한 세계측지계 전환을 원활히 수행하기 위해서는 프레임워크데이터 및 GIS 공통데이터를 구조화하고 공간데이터웨어하우스를 통하여 타 GIS 응용시스템의 데이터베이스에 연계를 수행함. 각 GIS 응용시스템 관리부서 및 지하시설물 관리기관에서는 서울시에서 배포하는 변환 프로그램 및 변환 매뉴얼을 이용하여 데이터베이스의 변환을 수행함.

< GIS 응용시스템 데이터베이스 변환방법 >



(2) 시스템 부문

- 현재 운영되고 있는 GIS 소프트웨어는 세계측지계에 대한 좌표계 정보를 지원하고 있으므로 좌표계 정보의 변경만이 요구됨.
- 메타데이터는 좌표계 정보가 바뀔때 따라 변경이 필요하기 때문에 GIS 응용시스템 담당부서에서는 데이터베이스가 세계측지계로 전환시 변경을 수행함.

(3) 추진조직

추진조직	구성	역할
총괄부서	정보화기획단 지리정보담당관실	- 지리정보데이터에 대한 세계측지계 업무 총괄 - 1/1,000 수치지형도 신규제작(세계측지계 기준) - GIS 응용시스템 데이터베이스 좌표변환 프로그램 및 좌표변환 지침서 제작 - GPS 도심기준점 설치
담당부서	각 GIS 응용시스템 관리부서	- 각 GIS 응용시스템 데이터베이스 좌표변환 수행 - 세계측지계 전환에 따른 메타데이터 변경 - 좌표변환된 GIS 데이터베이스 위치정확도 검증 - GPS 등 신기술을 이용한 실시간 GIS 데이터베이스 유지관리 수행
추진협의회	지리정보담당관실, 각 GIS 응용시스템 관리부서, 전문가 등	- 세계측지계 전환에 필요한 실무 조정, 관련 사업의 추진, 기술정보 교류 등

(4) 교육 및 홍보 부문

- GIS 응용시스템 사용자 및 유지관리자를 중심으로 세계측지계 전환에 따른 내용 및 작업환경 변화에 대한 교육 및 홍보가 필요함.
- 대상은 데이터베이스를 입력, 수정, 관리를 수행하는 모든 사람이 해당되며, 이외에 시스템 운영자도 정기적으로 교육을 받도록 함.

< 교육 및 홍보 내용 >

구분	교육 내용	비고
일반사항	- 측량법 개정	GIS 시스템 일반 사용자 및 관리자
	- 좌표체계 내용(기존 및 세계측지계)	
	- 세계측지계 전환 후, 발생하는 변화 및 의의	
	- 기준점 현황 및 내용	
	- 측량 기술 동향	
기술적 사항	- GIS 응용시스템 데이터베이스 변환지침	GIS 시스템 관리자
	- GPS 측량을 통한 시설물 유지관리	
	- GIS 응용시스템내의 변경사항	
	- 기준계 정보에 대한 메타데이터 변경	
	- 세계측지계 전환된 1/1,000 수치지형도 공유	

○ GIS 데이터베이스 변환지침 작성

- 변환지침에는 좌표변환 프로그램 사용법, 좌표변환 후 위치정확도 검증 및 유지관리에 대한 내용이 포함되어야 함.

4) 단계별 추진내용

구분		1단계(2004-2005)	2단계(2005-2006)	3단계(2006-2007)
1/1,000 수치지형도		<ul style="list-style-type: none"> ○ 세계측지계로의 수치지형도 신규제작(주요 지형지물) -지역별 단계별 제작 수행 ○ 서울지역 기준점 재정비 및 도시기준점 설치 ○ 제작된 수치지형도 정확도 분석 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 세계측지계로의 수치지형도 신규제작(주요 지형지물) -지역별 단계별 제작 수행 ○ 1단계 제작된 수치지형도에 대한 유지관리 수행 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 세계측지계로의 수치지형도 신규제작(주요 지형지물) -서울시 전역 완료 ○ 1, 2단계 제작된 수치지형도에 대한 유지관리 수행
GIS 응용 시스템 DB	데이터 변환	<ul style="list-style-type: none"> ○ 세계측지계 전환을 위한 각 GIS 응용시스템 DB 확인 -기존 DB 정확도 및 오류 분석 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 좌표변환 프로그램을 이용한 GIS 응용시스템 DB 변환 -변환된 GIS DB 정확도 및 오류 분석 -GPS 측량을 통한 수정 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 좌표변환 프로그램을 이용한 GIS 응용시스템 DB 변환 -변환된 GIS DB 정확도 및 오류 분석 -GPS 측량을 통한 수정
	데이터 연계	-	<ul style="list-style-type: none"> ○ 세계측지계로 전환된 서울시 프레임워크 및 공통 데이터에 대한 GIS 응용시스템 DB 연계 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 세계측지계로 전환된 서울시 프레임워크 및 공통 데이터에 대한 GIS 응용시스템 DB 연계
	유지 관리	<ul style="list-style-type: none"> ○ 기존 GIS DB에 대한 유지관리 및 GPS 측량 병행 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 변환된 GIS DB에 대한 유지관리 및 GPS 측량 병행 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 변환된 GIS DB에 대한 유지관리 및 GPS 측량 병행
소프트웨어 및 프로그램 부문		<ul style="list-style-type: none"> ○ 세계측지계 전환에 따른 GIS 응용시스템 기준계 파악 수행 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 세계측지계 기준계 적용 ○ 세계측지계 전환을 위한 GIS DB 변환 프로그램 개발 및 보급 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 세계측지계 기준계 정보에 대한 유지관리 수행
추진조직		-	<ul style="list-style-type: none"> ○ 세계측지계 전환에 따른 GIS Task Force 팀 구성 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 총괄부서, 담당부서, 협의회 구성 -각 GIS 응용시스템 DB 변환 실무자 구성
교육 및 홍보		-	<ul style="list-style-type: none"> ○ 세계측지계 전환에 따른 작업내용 홍보 -세계측지계 전환을 위한 데이터 변환 매뉴얼 작성 및 배포 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 세계측지계 전환에 따른 홍보 및 교육 수행

II. 정책건의

1. 세계측지계로 제작된 1/1,000 수치지형도 위치정확도 평가

- 서울시에서는 2004년부터 2006년도 말까지 세계측지계 기준 1/1,000 수치지형도를 제작완료 예정임. 국가에서는 수치지형도 제작에 기준이 되는 국가기준점을 정비하여 정밀 1, 2차 기준점을 고시하였으나, 세계측지계의 기준이 되는 GPS 기준점에 대해서는 완전히 정비된 상태가 아님. 따라서 세계측지계로 수치지형도를 제작시 별도의 기준점 측량을 수행하여 진행되어야 하며, 향후, 국가에서 제공하는 GPS 기준점과의 차이가 있을 수 있음.
- 기존의 수치지형도는 2000년도에 고시된 신성과가 아닌 구성과(실용성과) 기준으로 제작되어 신성과로 제작된 지하시설물 수치지도와의 위치 변동량이 발생하고 있으며, 이외에 연차적, 지역적으로 수치지형도를 제작하여 균일한 위치정확도를 확보하지 못하였음. 따라서 세계측지계를 적용한 수치지형도가 새로 제작되어 대한측량협회의 측량성과 심사를 받더라도 제작과정을 철저히 관리하여야 하며, 별도의 GPS 측량을 통하여 수치지형도의 정확도를 파악해야 함.

2. 도시기준점의 적극적 활용

- 기준점은 지도의 위치를 표시하고 각종 측량을 수행하기 위한 기준이 되는 점임. 서울시에서는 한국전력 등 지하시설물 관리기관에서 설치한 공공측량 기준점과 지적관련 도근점 등 약 3,300점의 도시기준점을 통합 관리하여, 공공측량을 수행할 경우 기준점 측량을 최소화하여 비용을 절감하고 위치의 균일성을 확보할 예정임. 이외에 서울시 전역에 걸쳐 별도의 1급 도시기준점을 30점 정도 설치하여 각종 측량기준점의 성과확인 및 세계측지계 좌표변환에 활용할 예정임.

- 서울시 도시기준점 관리를 체계적으로 수행하기 위해서는 1급 도시기준점을 중심으로 각 관리기관에서 구축된 기준점의 정확도를 평가하여 통합적인 도시기준점 정비를 수행하여야 함.

3. 지리정보데이터의 체계적 변환

- 서울시 1/1,000 수치지형도의 경우 도로 등 주요 지형지물에 대한 부분적 신규제작을 수행하여 위치정확도를 최대한 확보할 예정이나, GIS 응용시스템의 데이터베이스는 신규제작이 불가능하기 때문에 지리정보데이터의 좌표변환이 불가피함.
- GIS 응용시스템의 데이터베이스를 구성하는 레이어는 1/1,000 수치지형도(기본도), 타 응용시스템(업무), 외부자료, 자체구축 등에 의하여 복잡하게 나타나고 있으며, 데이터의 중복구축 및 불일치의 문제가 발생하고 있음. 따라서 세계측지계를 기준으로 하는 1/1,000 수치지형도가 제작되면 통일된 세계측지계 전환지침을 통하여 GIS 응용시스템의 데이터베이스를 변환시켜야 할 것임. 세계측지계로의 전환지침에서는 지리정보데이터의 상호공유 및 연계성이 중요하며, 데이터베이스의 일치성을 유지하기 위하여 지리정보데이터 좌표변환 프로그램과 변환매뉴얼의 작성이 필요함.

4. 세계측지계 전환을 위한 추진체계 구축

- GIS 응용시스템 담당부서에서는 측량법 개정에 따른 세계측지계 전환에 대한 인식은 가지고 있으나 현재 구축되어 있는 GIS 응용시스템에 대한 세계측지계 전환에 대한 실행방안은 고려하지 않고 있음. 지리정보데이터의 세계측지계 전환은 GIS 응용시스템을 구축한 모든 부서에 해당하기 때문에 세계측지계로의 전환을 수행하기 위해서는 체계적 추진조직이 필요함.

- 추진조직에서는 세계측지계 전환시 발생하는 문제점들을 최소화하고, 작업 효율성을 높이고, 일관성 있는 좌표변환 수행을 하여야 함. 이를 위하여 서울시 지리정보데이터 총괄부서, 각 GIS 응용시스템 담당부서, 타 기관의 지하시설물 관리부서, 전문가 등의 유기적인 협조가 필요함.

5. 모바일 GIS 시스템, 위치기반서비스(LBS), 지능형교통정보체계(ITS) 등 GPS 기술의 적극적 활용

- 기존 벡셀타원체 기준으로 구축된 수치지형도 또는 지리정보데이터는 위치 좌표의 정확도 저하로 모바일 GIS 시스템, LBS, ITS 등 분야에서 한계성을 나타내고 있음. 그러나 세계측지계로 전환된 지리정보데이터는 GPS 측량을 통한 시설물 유지관리, 모바일 GIS 시스템을 이용한 현장조사, LBS 시스템을 통한 위치정보 제공, 지능형 교통정보체계 등에 효율적으로 사용될 수 있음.
- 따라서 세계측지계의 조기 정착과 이들 분야에 대한 GPS의 적극적 활용을 통하여 시설관리, 지도·단속, 현장조사 등 서울시 업무 향상을 도모할 필요가 있음.

목 차

제1장 서론	1
제1절 연구의 배경 및 목적	3
1. 연구배경	3
2. 연구목적	4
제2절 연구범위 및 내용	4
1. 연구범위	4
2. 연구내용	5
3. 연구체계	6
제2장 좌표계 및 좌표변환	7
제1절 측지기준계	9
1. 측지기준계 정의	9
2. 우리나라 측지계	10
3. 세계측지계	15
4. 세계측지계와 우리나라 측지계의 비교	18
제2절 세계측지계 전환	20
1. 세계측지계 전환 과정	20
2. 세계측지계 전환에 따른 변화내용	25
제3절 국가 지리정보데이터 변환 기본방향	27

제3장 서울시 지리정보데이터 현황	33
제1절 서울시 1/1,000 수치지형도 제작 및 유지관리	35
1. 수치지형도 제작 현황	35
2. 서울시 수치지형도 유지관리 현황	48
제2절 서울시 지리정보시스템 및 데이터 현황	51
1. GIS 응용시스템 데이터베이스 현황 및 분석	53
제4장 서울시 지리정보데이터 변환내용 분석	81
제1절 사례 분석	83
1. 국토지리정보원(수치지도 좌표계 전환에 관한 연구(II))	83
2. 전주지역 수치지형도 좌표계 변환	86
3. 서울시(서울 GPS 지적측량기준점 최종성과 분석)	88
4. 일본 국토지리원	90
5. 시사점	93
제2절 세계측지계 전환시 지리정보데이터 변환내용 분석	94
1. 서울시 1/1,000 수치지형도 변환방법 및 내용	94
2. 좌표변환 및 왜곡모델링을 이용한 수치지형도 변환 실험연구	102
3. 서울시 GIS 데이터베이스 변환내용	121
제5장 서울시 지리정보데이터 대응방안	127
제1절 서울시 지리정보데이터 변환 추진방향	129
제2절 분야별 대응 전략 수립	130
1. 지리정보데이터 부문	130
2. 시스템 부문	131
3. 추진조직	132
4. 교육 및 홍보 부문	133

제3절 단계별 추진내용(2004-2007)	134
1. 1단계: 수치지형도 제작 및 좌표변환(왜곡모델링) 타당성 검토	135
2. 2단계: 수치지형도 지속제작 및 GIS DB 변환 수행	136
3. 3단계: 세계측지계 제작완료 및 데이터 수시 유지관리 체계수립	138
제6장 결론 및 향후 추진사업	141
제1절 결론	143
제2절 향후 추진사업 내용	148
참고문헌	153
부 록	157
부록 1. 강북지역 평면기준점 현황	159
부록 2. 소요예산(세부)	163
부록 3. 주요 GIS 응용시스템 데이터베이스 변환 가이드라인	170
영문 초록	
Abstract	177
Table of Contents	179

표 목 차

<표 2-1> 삼각점 설치 현황	13
<표 2-2> 삼각점 정비 추진실적	14
<표 2-3> 수준점 정비 현황	14
<표 2-4> 우리나라 측지계와 세계측지계 비교	19
<표 3-1> 서울시 1/1,000 수치지형도 제작 현황	36
<표 3-2> 서울시 1/1,000 수치지형도 제작을 위한 작업 수행 절차	38
<표 3-3> 서울시 1/1,000 수치지형도 제작시 사용된 기준점 현황	41
<표 3-4> 기준점 차만큼의 단순이동후, 1/1,000 수치지형도 위치정확도 평가	43
<표 3-5> 삼각점의 구성과(실용성과)와 신성과 비교	44
<표 3-6> 구성과(실용성과)와 신성과 좌표값 차이	45
<표 3-7> 수치지형도 제작시 사용된 수준점 현황	47
<표 3-8> 서울시 1/1,000 수치지형도 유지관리 현황	48
<표 3-9> 1/1,000 수치지형도 유지관리를 위한 작업 수행 절차	49
<표 3-10> 서울시 GIS 응용시스템 구축현황	52
<표 3-11> 각 응용시스템별 레이어 구축현황	53
<표 3-12> 응용시스템별 원시자료 현황	58
<표 3-13> 시설물 종류에 따른 시스템 구분	59
<표 3-14> 하수도관리 전산시스템 DB 구축 단계	66
<표 3-15> 응용시스템별 유지관리 내용	69
<표 3-16> GIS 응용시스템별 사용 소프트웨어	73

<표 3-17> GIS 소프트웨어에서의 타원체간 좌표계 정보	74
<표 3-18> ArcGIS에서 제공되는 세계측지계 변환방법	75
<표 3-19> 세계측지계 전환시 메타데이터 변경내용	78
<표 4-1> 축척별 좌표변환 이동량 비교	85
<표 4-2> 좌표변환방법에 따른 변환결과의 오차 비교	87
<표 4-3> 연도별 서울시 좌표변환계수 비교	89
<표 4-4> 일본측지계 및 세계측지계 비교	90
<표 4-5> 세계측지계 전환에 따른 지역별 변화	91
<표 4-6> 일본의 수치지도 항목	91
<표 4-7> 1/1,000 수치지형도 변환방법 비교	95
<표 4-8> 세계측지계 전환을 위한 수치지형도 신규제작 비용	97
<표 4-9> 세계측지계 전환을 위한 수치지형도 좌표변환시 소요 비용	99
<표 4-10> 1/1,000 수치지형도 변환방법 및 장단점 비교	101
<표 4-11> 수치지형도 초기 제작시 사용한 삼각점 및 항측기준점 현황	104
<표 4-12> GPS 측량 내용	105
<표 4-13> 국가 좌표변환계수	106
<표 4-14> 정확도 검증 및 평가 방법	111
<표 4-15> 정확도 검사 결과(도로곡선부)	113
<표 4-16> 정확도 검사 결과(도로직선부)	115
<표 4-17> 정확도 검사 결과(도로곡선부)	116
<표 4-18> 정확도 검사 결과(도로직선부)	117
<표 4-19> 정확도 검사 결과	118
<표 4-20> GIS 응용시스템 데이터베이스 변환방안	121
<표 4-21> GIS 응용시스템별 데이터베이스 변환방법(신규제작)	123
<표 4-22> GIS 응용시스템별 데이터베이스 변환방법(좌표변환)	124
<표 4-23> GIS 응용시스템별 변환 주제	125

<표 4-24> 변환방법에 따른 응용시스템별 소요예산	126
<표 5-1> 세계측지계 전환을 위한 추진조직 및 역할	132
<표 5-2> 교육 및 홍보 내용	133

그림 목 차

<그림 2-1> 세계측지계 적용 전 우리나라 측지계	10
<그림 2-2> 우리나라의 삼각망 구성	11
<그림 2-3> GRS80타원체와 ITRF 좌표계	17
<그림 2-4> 세계측지계 전환 개념도	20
<그림 2-5> 좌표변환의 일반적인 과정	22
<그림 2-6> 왜곡의 정의	23
<그림 2-7> 왜곡모델링에 의한 변환	24
<그림 2-8> 세계측지계 전환에 따른 파급 효과(예)	26
<그림 3-1> 서울시 1/1,000 수치지형도 제작 현황	35
<그림 3-2> 서울시 1/1,000 수치지형도 제작에 사용된 기준점 현황	40
<그림 3-3> 연도별, 지역별 수치지형도 제작시 사용된 삼각점 현황	42
<그림 3-4> 구성과(실용성과)와 신성과 기준점의 변동량 비교	46
<그림 3-5> 위치가 불변한 지형지물의 위치오차 발생 예	51
<그림 3-6> 지상시설물 DB 구축절차	60
<그림 3-7> 지하시설물 DB 구축절차	63
<그림 3-8> 지하시설물 원도 예	64
<그림 3-9> 정위치 편집도 예	65
<그림 3-10> 세계측지계 전환 전·후의 GIS 응용시스템 DB 유지관리과정 비교	68
<그림 3-11> 서울시 GIS 응용시스템 연계도	72
<그림 3-12> GIS 소프트웨어를 이용한 좌표변환 수행과정	76

<그림 4-1> 일본의 수치지도 좌표변환방법	92
<그림 4-2> 세계측지계 전환에 따른 수치지형도 제작방법	96
<그림 4-3> 좌표변환 모델을 통한 수치지형도 변환방법	98
<그림 4-4> 좌표변환 도구를 이용한 서울시 1/1,000 수치지형도 변환 과정	103
<그림 4-5> 좌표변환 실험연구 대상지역 - 서울시 강북지역	103
<그림 4-6> 강북지역 삼각점 및 항측기준점	105
<그림 4-7> 좌표변환 결과	107
<그림 4-8> 강북지역 왜곡량 등고선도	108
<그림 4-9> 좌표변환 및 왜곡모델링 결과	109
<그림 4-10> 신성과 도로데이터 좌표변환 결과	110
<그림 4-11> 정확도 평가유형	111
<그림 4-12> 좌표변환 후 발생한 오차의 유형(도로곡선부)	113
<그림 4-13> 좌표변환 후 발생한 오차의 유형(도로직선부)	114
<그림 4-14> 좌표변환 전·후의 정확도 향상	119
<그림 4-15> GIS 응용시스템 데이터베이스 변환방법	122

제 1 장 서 론

제1절 연구의 배경 및 목적

제2절 연구범위 및 내용

제 1 장 서 론

제1절 연구의 배경 및 목적

1. 연구배경

서울시에서는 지리정보시스템(GIS)구축 기본계획(I,II)과 국가지리정보체계(NGIS) 구축의 1차, 2차 사업과 연계하여 1/1,000 수치지형도 제작과 도로, 상수, 하수, 도시계획, 새주소 사업 등 다양한 업무분야 및 의사결정지원을 위한 GIS 응용시스템을 개발하여 왔다. 특히, 기본도로 사용되고 있는 1/1,000 수치지형도는 서울시 업무시스템 구축에 있어 가장 기초적인 자료이며, 정위치편집 및 구조화 편집을 통하여 각종 GIS 응용시스템의 공간 및 속성 데이터베이스로 구축되어 사용되고 있다.

1/1,000 수치지형도 및 GIS 응용시스템에서 사용되고 있는 공간데이터들의 좌표체계는 베셀타원체(Bessel)를 준거타원체로 하는 동경측지계를 사용하고 있으며, 동경원점을 기준으로 경위도와 평면직각좌표가 결정되었다. 따라서 현재 사용되고 있는 측지좌표계와 측지기준점들은 지역좌표계인 일본 측지좌표계에 종속되는 결과를 나타내게 되었다. 기존에 사용되고 있는 우리나라의 좌표체계 및 측지기준점은 많은 문제점을 노출하고 있기 때문에, 국가에서는 측량법을 개정(2002.7.1)하여 2007년 1월 1일부터 세계측지계의 사용을 의무화하고 있으며, 2003년 1월 1일부터 세계측지좌표의 시행 및 지도를 수행하고, 측량에 관한 경과조치에 의거하여 2006년 12월 31일까지 기존의 측지기준계와 병행하여 사용토록 하고 있다.

세계측지계 전환은 수치지형도 및 지리정보데이터를 유지관리 하는데 있어 효율성을 증대시키고, GPS 위성을 이용하는 ITS, 모바일 GIS 시스템 등 다양한 분야에서 높은 활용성을 나타낼 것으로 판단된다. 따라서 서울시에서는 2007년 1월 1일부터 사용하게 되는 세계측지계에 따라 현재 구축되어 있는 1/1,000 수치지형

도를 포함하여 각 GIS 응용시스템에서 사용되고 있는 지리정보데이터에 대한 세계측지계로의 체계적인 변환전략 수립이 요구되고 있다.

2. 연구목적

본 연구에서는 세계측지계 전환에 따른 서울시 지리정보데이터의 체계적 변환 전략 수립이 주요한 목적이며, 이를 위해서 기존 1/1,000 수치지형도와 GIS 응용 시스템 데이터베이스 구축 현황 및 문제점을 파악한 후,

- 1/1,000 수치지형도 및 GIS 데이터베이스 변환방법 제시
- 세계측지계 전환에 따른 데이터 구축, 시스템, 추진조직 등 분야별 대응방안 수립
- 마지막으로 서울시 지리정보데이터 변환을 위한 단계별 추진전략을 제시함으로써 세계측지계 전환시 지리정보데이터 구축의 문제점을 최소화하고자 함.

제2절 연구범위 및 내용

1. 연구범위

본 연구에서는 1996년부터 최근까지 구축된 1/1,000 수치지형도 제작현황과 유지관리 현황을 분석하고 당시 사용된 삼각점 및 항측점을 이용하여 서울시 일부 지역에 대한 세계측지계로의 실험연구를 수행 후, 수치지형도 변환에 대한 변환방법 및 추진방향을 제시하고자 한다. 또한, 1/1,000 수치지형도를 기반으로 구축된 GIS 응용시스템들에 대한 구축현황 및 유지관리 현황을 분석하여 세계측지계 전환에 따른 실행전략을 수립하고자 한다.

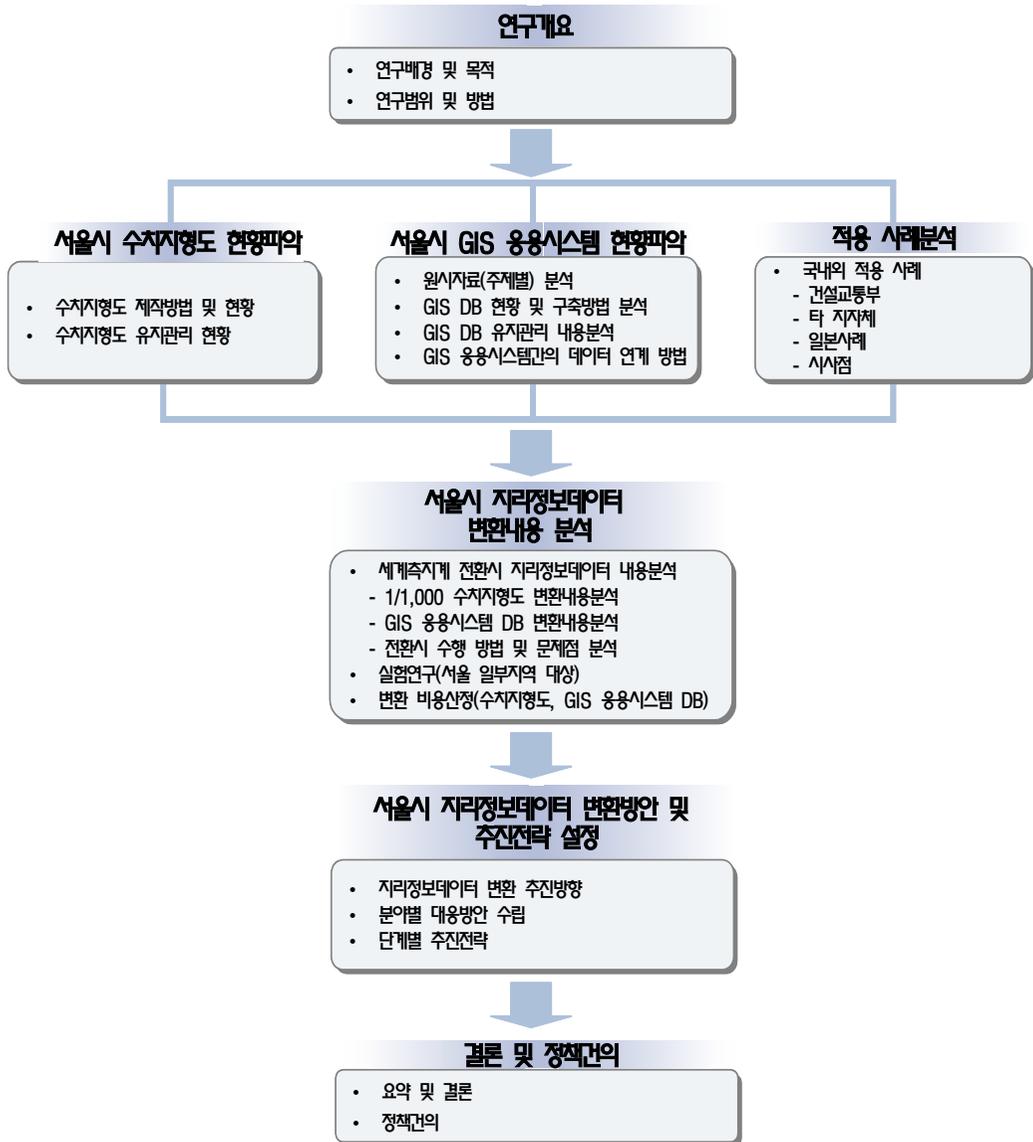
이외에 세계측지계 전환에 따른 부문별 지리정보데이터 대응방안을 제시함으로써 지리정보데이터 구축운영 및 유지관리에 대한 지침으로 활용될 수 있도록

하며, 효율적인 지리정보데이터 구축사업을 위한 가이드라인이 될 수 있도록 하고자 한다.

2. 연구내용

연구내용(목표)	주요 산출물	세부내용
서울시 지리정보데이터 현황 파악	서울시 수치지형도 현황 및 분석	- 서울시 측량기준점 현황 - 수치지형도 제작방법 및 내용분석 - 2002년 이후 수치지형도 유지관리 내용분석
	서울시 GIS 응용시스템 및 데이터베이스 현황	- 초기 GIS 응용시스템 DB 구축시 원시자료 현황 - 시스템 및 데이터베이스 현황 - 데이터베이스 구축방법 및 유지관리 내용분석 - GIS 응용시스템간의 DB 연계
좌표계 전환에 따른 지리정보데이터 변환방법 및 내용 분석	서울시 지리정보데이터 변환 내용 및 문제점 분석	- 세계측지계 전환시 지리정보데이터 변환내용 분석 · 1/1,000 수치지형도 변환내용 · GIS 응용시스템 DB 변환내용 - 좌표계 전환시 수행방법 및 문제점 분석 · 실험연구(서울지역 일부지역 대상)
	변환 비용 산정	- 수치지형도 변환에 따른 예상비용 산정 - GIS 데이터베이스 변환비용 산정
서울시 지리정보데이터 대응 방안	서울시 지리정보데이터 추진방향	- 서울시 지리정보데이터 추진방향
	분야별 지리정보데이터 대응 방안 제시	- 지리정보데이터 변환 및 유지관리 - 좌표계 전환 추진조직 - 분야별 효율적인 지리정보데이터 변환을 위한 내용 제시
	추진전략 수립	- 단계별 추진전략 및 가이드라인 제시
결론 및 정책건의		

3. 연구체계



제 2 장 좌표계 및 좌표변환

제1절 측지기준계

제2절 세계측지계 전환

제3절 국가 지리정보데이터 변환 기본방향

제 2 장 좌표계 및 좌표변환

제1절 측지기준계

1. 측지기준계 정의

측지기준계(Geodetic Reference System)는 지구상에서의 위치를 경위도에서 나타내기 위한 기준이 되는 좌표계 및 지구의 형상을 나타내는 타원체를 총칭한다. 좁은 의미로는 해상·육지의 위치표시가 경위도로 표시되므로 이를 위하여 지구 표면에 썩은 경위도 망을 의미한다.

한 국가의 측지기준계는 위치정보의 기준이 되는 것으로서 그 적용범위는 한 국가를 대상으로 하는 경우와 국제협력을 통하여 전 세계적으로 활용되는 경우 등 다양하며, 국가 단위의 측지기준계는 일반적으로 법령에 기초하여 국가가 정의하고 유지관리를 수행한다.

① 측지좌표계 종류

○ 지역좌표계

- 각 국가마다 자국의 영토를 표현하기에 가장 적합한 타원체를 채택하여 그 나라 영토 범위 내에서 타당성을 갖도록 한 것으로 대체로 그 지역의 수준면에 일치하도록 조정되어진 좌표계를 의미
- 타원체의 중심과 지구의 중심이 일치하지 않으며, 각국의 측지계는 그 나라 안에서만 사용할 수 있는 국부적인 좌표계임.
- 2002년까지 우리나라와 일본에서 채용했던 베셀타원체가 그 예라 할 수 있음.

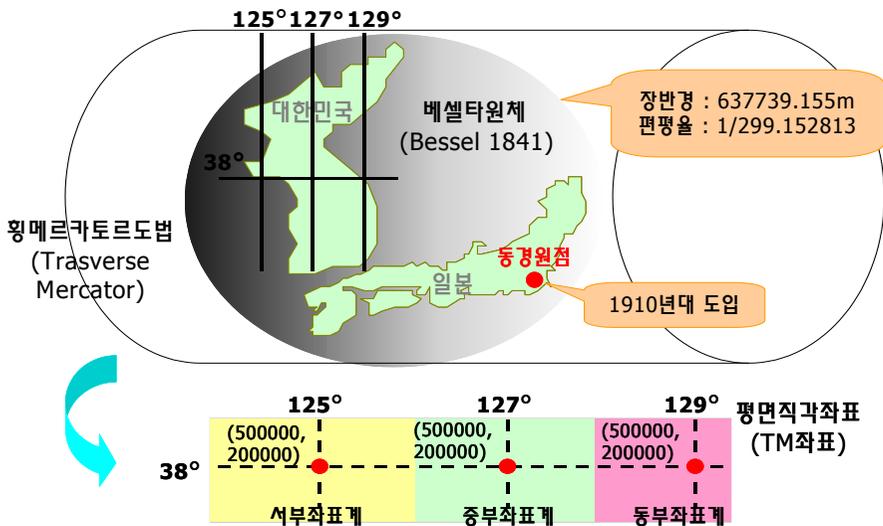
○ 지구중심좌표계

- 지구중심을 원점으로 하여 지구에 고정된 지구의 자전과 동시에 회전하는 지구중심·지구고정좌표계(ECEF, Earth Centered Earth Fixed)를 의미함.
- 각 나라별 측지망을 결합하여 지구에 고정한 좌표계를 확립
- GPS측량의 기준이 되는 WGS-84계나 우리나라에서 채택한 GRS80타원체 및 국제지구기준좌표계(ITRF계)가 이에 속함.

2. 우리나라 측지계

1) 우리나라 측지계 정의 및 특징

우리나라 측지계는 동경원점을 채용한 지역좌표계로서 동경측지계라는 명칭으로 사용되고 있다. 동경측지계는 1910년대 토지조사사업에서 지형도와 지적도 작성을 위해 채택된 측지계이며 당시 일본의 것을 그대로 연결하여 사용하였고 측량법 개정에 의해서 세계측지계가 적용되기 이전까지 사용되고 있는 측지기준계를 말하고 있다.



<그림 2-1> 세계측지계 적용 전 우리나라 측지계

우리나라에서 채택하고 있는 동경측지계는 베셀타원체를 기준으로 천문관측에 의해 결정된 경위도원점의 값과 원 방위각을 기준으로 구축되었다. 당시의 측량 기술에 대한 한계 때문에 세계측지계 기준과는 차이가 있으며, 우리나라에서는 실제로 대삼각본점인 절영도 삼각점이 원점의 역할을 하고 있다. 특히, 우리나라의 삼각망은 일본의 대마도 삼각점으로부터 해상 약 80km 떨어진 한국의 거제도 와 절영도에 연결하여 이들 두 점을 기본으로 관측·계산되었다(그림 2-2).



<그림 2-2> 우리나라의 삼각망 구성

(1) 베셀타원체

세계 각국은 나라별로 여러 가지 타원체를 사용하고 있으며, 우리나라에서는 2002년 측량법이 개정되기 전까지 베셀타원체를 준거타원체로 채용하였다. 베셀 타원체는 베셀(Bessel)이 1841년에 지구의 크기와 형상을 산출한 타원체로서 장반경(a)은 637739.155m, 편평률(f)은 1/299.152813이며, 일본에서는 메이지 시대부터 준거타원체로 사용되어 왔다.

(2) 경위도원점

일본의 동경에 위치하고 있는 경위도원점(Tokyo Datum)은 1881~1882년 기간에 미군이 인도의 마드라스-싱가포르-세인트 제임스-상해-나가사끼-요코하마의 경도측량을 실시하여 나가사끼(Norris 측정)-요코하마의 경도차를 산정하고 이를 참조로 일련의 나가사끼-동경의 경도차를 산정하였다. 위도는 1876년 해군관상대에서 천문위도 관측을 실시하여 1885년 일본경위도원점을 완성하여 1886년 2월에 공시하였으며, 이 기준에 의하여 우리나라의 삼각측량 및 측지원점이 설정되었다. 이후, 일본에서는 1918년 9월 그리니지-시베리아-우라지보스톡-동경의 경도차와 뉴욕-샌프란시스코-하와이-괌도의 경도차의 평균치를 채택한 경도치를 발표함으로써 기 삼각점 성과표의 경도에 +10.405"를 가산할 것을 공시하였다.

우리나라에서는 경위도원점으로 그 동안 일본의 동경원점을 준용하였으나 국토지리정보원에서는 1981년부터 1984년까지 국토지리정보원의 수원청사 구내에 원점을 설치하고 정밀 천문측량을 실시하여 1985년 12월에 대한민국 경위도 원점의 수치를 고시하였지만, 이는 기설 삼각망과 연결하지 못하고 상징적인 의미를 가진 원점으로 존재하고 있다.

(3) 평면직각좌표계

구면좌표로 측정된 지표상의 점의 위치는 적절한 투영법을 사용하여 국가의 고유의 평면좌표(평면직각좌표계)로 표시한다. 현재 우리나라에서는 평면직각좌표

계를 4개의 좌표원점 서부 (38°N, 125°E), 중부(38°N, 127°E), 동부(38°N, 129°E), 동해(38°N, 131°E)좌표계로 구분하여 사용하고 있다.

투영법으로는 지구타원체를 상사형의 구체에 투영하여 평면상으로 재투영하는 가우스 상사 이중투영법을 사용하였고, 좌표의 원점에서의 축척계수는 1.00000을 사용한다. 1910년대에 설정된 삼각점의 평면직각좌표는 이 투영법에 의하여 계산되어 현재까지 사용하고 있으며, 좌표값은 음수 표기를 방지하기 위하여 종좌표에 500,000m, 횡좌표에 200,000m를 가산하여 사용하고 있다.

2) 국가기준점

(1) 삼각점

우리나라의 삼각점은 1910~1918년에 걸쳐 총 34,447점(남한 16,089점)을 설치하였으나 6.25동란 등에 의해 약 75%(약 12,000점)가 파괴 또는 망실되어 이를 1956년부터 육군에서 현지조사를 시작하였으며 1959년부터 국방부 지리연구소가 창설되면서 서남해에 있는 도서지구를 포함하여 1등 및 2등 삼각점부터 조사하여 이를 토대로 3,4등 삼각점도 조사를 실시하여 복구계획을 수립하였다.

<표 2-1> 삼각점 설치 현황

구분	1등	2등	3등	4등	계
서울시	5	7	34	95	141
총점수	189	1,102	3,045	11,753	16,089
파괴 또는 망실점수	131	756	2,272	8,770	11,929
비율(%)	69	69	75	75	74

국토지리정보원은 삼각점 복구의 문제점 해소와 새로운 높은 정확도의 측지성 과를 정비하기 위하여 1975년부터 정밀1차기준점측량(1,2등 삼각점)과 정밀2차기준점측량(3,4등 삼각점)으로 구분하여 정밀측지망측량을 실시하였다. 정밀측지망측량 초기에는 광파거리측량기(EDM)을 사용한 거리관측을 주체로 한 삼변측량방식이 도입되었으나, 1995년 이후 측량의 정확도 향상과 세계측지좌표계에 준거한

새로운 국가기준점체계 구축을 위하여 정밀1,2차 기준점 측량에 GPS측량이 도입되었다.

현재까지의 삼각점 정비 추진실적은 총 16,254점으로 1등 14점, 2등 240점, 3등 16,000점이다. 이후, 측지 2002 Project에 따라 정밀1,2차 기준점을 2등, 3등 삼각점으로 명칭을 변경하였으며, 1등 삼각점은 GPS 상시관측소로써 2000년도에 사업이 완료되었다.

<표 2-2> 삼각점 정비 추진실적

구분	년도	정비사업량	정비방법	비고
정밀1차기준점	1975~1998	1,096점	EDM	총 6,450점
정밀2차기준점	1987~1998	5,344점		
2등삼각점	1996~2001	240점	GPS	총 3,554점
3등삼각점	1997~2002	3,314점		

(2) 수준점

일제 때 설치된 전국의 1, 2등 수준점은 장시간이 경과함에 따라 거의 파괴, 망실되었다. 이에 따라 국토지리정보원은 1975년부터 국토 높이의 기준이 되는 수준점의 표고를 보다 높은 정확도로 결정하기 위한 정밀수준측량을 실시하고 수준점을 정비하였다.

<표 2-3> 수준점 정비 현황

기간	정비내용	비고
1959~1974	1등 수준점: 875점 복구 2등 수준점: 2,828점 복구	
1975~1982	1등 수준점: 주요국도부근에 약 4km 간격으로 38개 노선에 총 967점 설치 2등 수준점: 1등 수준망내의 주요 간선도로 부근에 약 2km 간격으로 16환에 총 3,990점을 설치	1975년부터 정밀수준측량 실시
1987~1998	1, 2등 수준망 조정 실시	1990년 수준점 성과 고시 (1등 수준점: 831점, 2등 수준점: 3,298점)

3) 우리나라 측지계 사용시 문제점

동경원점 및 동경측지계에 의한 지역좌표계(1910년대 좌표계)로 우리나라의 독자적인 측지기준계가 아니며, 이에 일본 측지좌표계에 종속되는 결과를 나타내게 되었다. 측지기준점은 연결 과정에서 오차가 누적되었으며, 6.25전쟁에 의하여 구축된 기준점의 65% 이상이 망실되었다. 최근에는 이를 보완하기 위하여 1975년부터 현재까지 1, 2, 3, 4등 삼각점에 대한 전면적인 정밀 1, 2차 기준점 측량을 실시하여 공시한바 있다. 그러나 관리되고 있는 기준점의 수가 매우 많기 때문에 기준점에 대한 이력관리 소홀로 정확하고 일률적인 성과를 얻는데 한계가 있다.

이외에도 GPS와 GIS 기술의 급속한 발전은 기존 측지좌표계 사용시 다음과 같은 문제점을 나타내고 있다.

- GIS DB등의 효율적인 구축 및 유지관리에 어려움.
 - 일반적으로 GIS 데이터는 TM좌표에 의해 위치가 표시되는데, 3개의 투영 원점을 사용하므로 두 개의 투영원점이 적용되는 지역에서는 동일한 지점이 값이 다른 두 개의 좌표를 갖게 됨.
- 위성측위시스템(GPS)의 적극적인 활용에 부적합
 - GPS(Global Positioning System)는 WGS84 타원체를 기준으로 하고 있는데 반해, 현재 우리나라는 베셀타원체를 기준으로 하고 있으므로 타원체간의 좌표변환이 요구되며 좌표변환 과정에서 오차가 발생하고 있다. 따라서 GPS를 이용하여 위치를 표시하는 GIS 및 LBS(Location Based Service)분야의 활용에 한계가 있음.

3. 세계측지계

1) 세계측지계 정의 및 특징

세계측지계란 세계에서 공통적으로 이용할 수 있도록 위치기준이 되는 측지계

를 말하며, 좌표계의 원점을 특정 지역이 아닌 지구중심에 둔 지구중심계라고도 한다. 세계측지계는 지구를 편평한 회전 타원체라고 상정해 실시하는 위치측량의 기준으로서 다음 각 호의 요건을 갖춘 것을 말한다(측량법시행령 제2조의4에 명시).

- 회전타원체의 장반경: 6,378,137m
- 편평율: 1/298.257222101
- 회전타원체의 중심이 지구의 질량중심과 일치하며 축이 지구의 자전축과 일치할 것

세계측지계는 지구를 가장 잘 나타내고 있는 타원체로 지구상의 위치(경위도 및 평균해면으로부터의 높이)를 나타내거나 지구중심을 원점으로 하는 3차원 직교좌표계를 이용하여 나타낼 수도 있다. 세계측지계는 ITRF2000 좌표계(International Terrestrial Reference Frame : 국제 지구 기준 좌표계)와 GRS80(Geodetic Reference System 1980 : 측지 기준계 1980)의 타원체를 사용해 나타내며, 표고는 현재와 같이 인천만 평균 해면을 기준해서 나타낸다.

ITRF2000 좌표계(International Terrestrial Reference Frame : 국제 지구기준 좌표계)란 IERS(International Earth Rotation and Reference Systems Service: 국제 지구회전관측사업)라고 하는 국제적인 학술 기관이 구축하고 있는 3차원 직교좌표계이며, 이 좌표계에서는 지구의 중심에 원점을 두어 X축을 그리니지 자오선과 적도와의 교점의 방향으로, Y축을 동경 90도의 방향으로, Z축을 북극의 방향으로, 공간상의 위치를 X, Y, Z의 숫자의 셋트로 표현한다(그림 2-3). GRS80은 IAG(International Association of Geodesy : 국제측지학협회) 및 IUGG (International Union of Geodesy and Geophysics : 국제측지학 및 지구물리학연합)가 1979년에 채택한 것으로, 지구의 형상, 중력 정수, 각속도 등 지구의 물리학적인 정수 및 계산식으로부터 구해지며 현재 지구를 가장 잘 나타내고 있는 타원체로서 넓게 이용되고 있다.

2) 세계측지계의 도입의 법적 근거

- 기본측량과 공공측량의 측량기준으로 세계측지계를 도입(측량법(2001.12.19) 제5조)
- 2007년부터 세계측지계의 전면 도입과 2006년까지는 세계측지계와 동경측지계를 병행하여 사용(측량법 부칙 제2항)
- 세계측지계가 갖추어야 할 요건으로 회전타원체의 장반경, 편평율, 타원체 중심, 단축의 일치에 대한 부분을 명시함(측량법시행령 제2조의4)

4. 세계측지계와 우리나라 측지계의 비교

우리나라 부근해역에서 동경측지계와 세계측지계간 차이는 남동방향으로 약 370미터에 달하고 있다. 이러한 차이는 1870년 천문관측으로 정한 동경측지계와 최근 인공위성으로 정한 세계측지계간의 지구크기, 기준원점 등의 고려요소에 기인하고 있다. 동경측지계를 세계측지계로 변환하여 지도에 나타내는 경우, 경위도의 수치는 변화하나 상대적 거리와 위치 등은 거의 변하지 않고 있다.

두 측지계 간의 전환을 위하여 변환계수를 사용하는 것이 일반적이다. 측지계 변환계수는 사용 측지계와 사용국가에 따라 다르며, 우리나라는 현재 국토지리정보원에서 1/5,000 축척 이하로 적용이 가능한 변환계수를 산출하여 고시하고 있으며, 1/1,000 축척의 수치지형도를 전환할 수 있는 변환계수 고시를 예정하고 있다.

<표 2-4> 우리나라 측지계와 세계측지계 비교

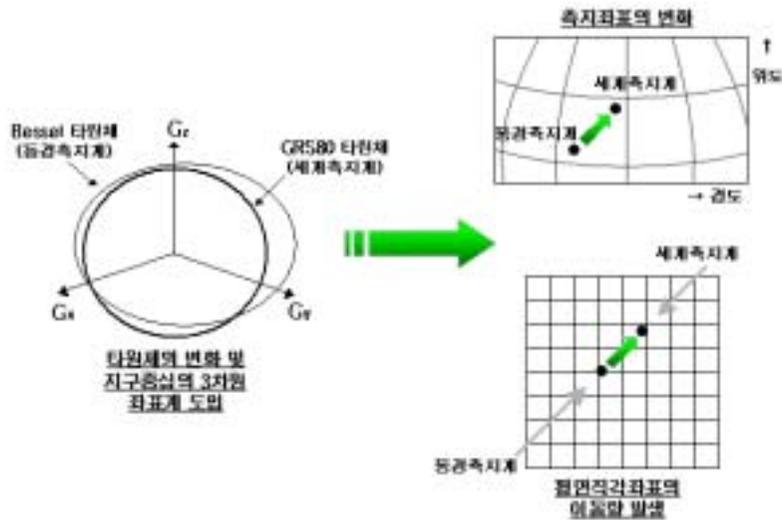
구분	우리나라 좌표계(기존 좌표계)	세계측지계	비고
위치표시	- 위치표시(측량법 제5조) · 수평위치 : 준거타원체상의 지리학적 경위도 · 수직위치 : 평균해면으로부터의 높이 (필요한 경우, 직각좌표 또는 극좌표로 표시)	- 위치표시(측량법 제5조) · 평면 : 지리학적 경위도(세계측지계) · 높이 : 평균해수면으로부터의 높이 · 지도제작 등 : 직각좌표, 극좌표, 지구중심직각좌표	
거리 및 면적	- 수평면상의 값	- 회전타원체면상의 값	
원점의 위치	- 원점의 위치(측량법시행규칙 제3조) · 경위도원점 : 경기도 수원시 팔달구 원천동111 국토지리정보원 내 · 수준원점 : 인천광역시 남구 용현동 인하공업전문대 내	- 측량의 원점 : 대한민국경위도원점, 수준원점	동일
Datum 및 타원체	- Datum : Tokyo - 준거타원체 : 베셀타원체 · 장반경 : 6,377,397.155m · 단반경 : 6,356,078.963m · 편평률 : 1/299.152813	- Datum : Geocentric - 회전타원체 : GRS80 · 장반경 : 6,378,137.00m, · 단반경 : 6,356,752.31m) · 편평률 : 1/298.257222101	차이 (장반경 : -739.84m, 단반경 : -673.35m)
투영법	- Transverse Mercator (횡메르카토르 투영법)	- Transverse Mercator (횡메르카토르 투영법)	동일
투영원점	- 서부·중부·동부·동해 (북위38°, 동경 125°·127°·129°·131°)	- 서부·중부·동부·동해 (북위38°, 동경 125°·127°·129°·131°)	동일
GPS 측량성과 사용	- 측량성과의 변환이 요구	- 측량성과의 변환 불필요	
문제점 및 특징	- 수평위치와 높이위치가 이원화 - 기준점의 유지관리가 곤란하여 사용자의 편의성에 미흡 - GIS/LIS 및 GPS 활용에 한계가 있음 - 지적에서는 특별소삼각원점 및 구소삼각원점계가 공존	- 가장 정확한 지구중심좌표계 - 공개성이 높음. - 새로운 국가기준좌표계와의 연속성을 유지 - 수치지도의 데이터베이스 관리에 적합 - GPS와 GIS 기술의 활용에 효율적 - 남북통일에 대비할 수 있도록 한반도를 포괄하는 좌표계	

제2절 세계측지계 전환

1. 세계측지계 전환 과정

1) 좌표변환

측지계는 지구상의 위치결정을 위한 기준으로서 측지계 전환은 위치결정 과정에 있어 다른 기준을 적용하는 것을 의미한다. 세계측지계로의 전환은 준거타원체의 변화(베셀타원체에서 GRS80타원체로의 적용)로 측지좌표(경위도와 타원체고)가 달라지는 것을 의미하며, 세계적으로 공통의 위치 표시를 위한 지구중심의 3차원 좌표계(ITRF)로 표현하는 것을 의미한다. 이에 따라 세계측지계로 전환 되면 일반적으로 지도 등에 사용되는 평면직각좌표 또한 타원체의 차이만큼 이동량이 발생하게 된다. 측지계가 바뀌게 되면 나라마다 위치결정을 위한 기준점이 필요하게 되며, 이에 따라 측량기준점의 좌표값을 변경하거나 새롭게 구축하는 과정이 필요하다.



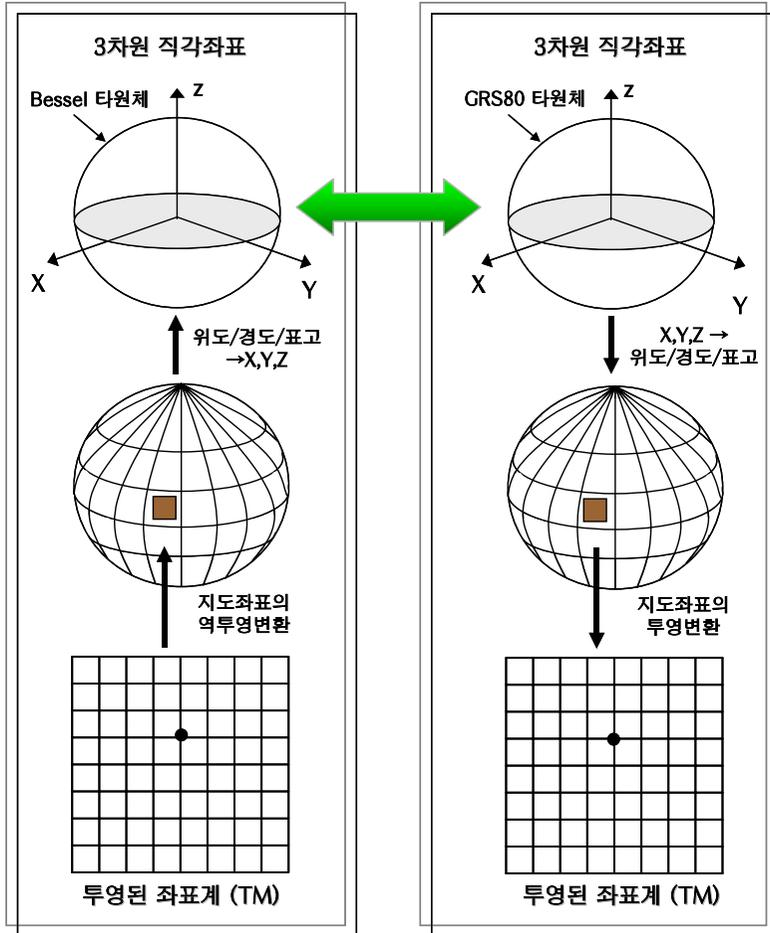
<그림 2-4> 세계측지계 전환 개념도

동경측지계(Bessel 1841 타원체)를 기준으로 하는 위치데이터들을 세계측지계(GRS80타원체)로 변환 또는 역변환을 수행하기 위해서는 두 측지계간의 변환계수가 필요하다. 일반적으로 측지계 A(Datum A)와 측지계 B(Datum B)간의 변환을 위해서는 변환 모델링을 적용하여 변환계수를 결정하게 된다.

변환계수를 결정하는 방법으로는 Bursa-Wolf, Molodensky-Badekas, Veis, Affine(Wolfrum), Krakiwisky-Thomson, Hotine, Vaniceck-Well 및 Multi-regression, Polynomial fitting 등과 같은 Surface fitting 방법 등이 있다.

세계측지계로의 전환은 베셀타원체에 기준한 평면직각좌표(TM좌표)를 GRS80 타원체로 기준한 평면직각좌표(TM좌표)로 변환하는 일련의 과정을 수행하며, 순서는 <그림 2-5>와 같다.

- 평면직각좌표를 베셀타원체에 기준한 측지좌표(ϕ, λ)로 변환
- 베셀타원체 기준의 측지좌표를 3차원 직각좌표로 변환
- 베셀타원체 기준의 3차원 직각좌표를 GRS80타원체에 기준한 3차원 좌표(ITRF2000)로 변환: 3차원 직각좌표(X_1, Y_1, Z_1)를 7개 또는 10개 매개변수를 가진 변환식을 사용하여 ITRF2000 좌표(X_2, Y_2, Z_2)로 변환함.
- ITRF2000 좌표를 GRS80에 기준한 측지좌표로 변환
- GRS80타원체에 기준한 측지좌표를 평면직각좌표로 변환



Bessel 타원체 기준

GRS80 타원체 기준

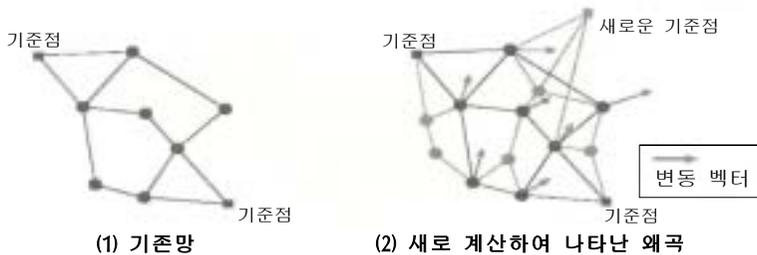
<그림 2-5> 좌표변환의 일반적인 과정

2) 왜곡모델링

서울시 1/1,000 수치지형도 또는 GIS 데이터베이스는 단순히 수학적 변환과정을 거쳐 세계측지계로 전환이 되지 않는다. 그 이유로는 수치지형도 초기 제작시 사용된 국가기준점이 완전히 정립되지 못했기 때문이며, 이를 보완할 수 있는 방법으로 왜곡모델링을 사용한다.

① 왜곡의 정의

<그림 2-6>의 (1)은 측량기준점(■)과 최소자승법을 이용하여 구한 보조측지망상의 점(●)들을 표시한 것으로, 여기에 다시 새로운 기준점(■)을 연결하고 새 관측점(●)을 추가한 것을 <그림 2-6>의 (2)로 표시한다. <그림 2-6>의 (2)를 확대하여 보면 보조측지망의 점(●)들에 대한 좌표값의 변화가 발생하며, 변동벡터는 좌표들의 변화된 결과를 나타낸 것이다. 이와 같이 기존망과 새로운 망에서의 좌표 차이를 왜곡이라 한다.

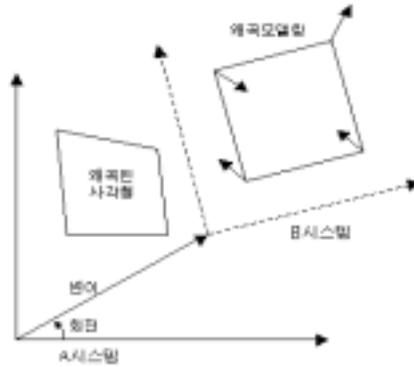


<그림 2-6> 왜곡의 정의

② 왜곡모델링의 이론

일반적으로 7-파라미터 변환은 도형의 모양이 변하지 않는 상사변환이지만, 서로 다른 측지기준간의 변환에서는 왜곡에 대한 어떤 사전지식을 바탕으로 도형의 형상을 개선하기 위해 비상사변환을 적용할 수 있다. <그림 2-7>은 왜곡모델링을 구체화할 수 있는 비상사변환을 표시한 것으로 완전한 변환과정은 측지기준의 변화(변이, 회전, 축척)뿐만 아니라 왜곡을 줄이기 위한 수학적 모델과 변환하고자

하는 도형의 형상 보정으로 구성된다.



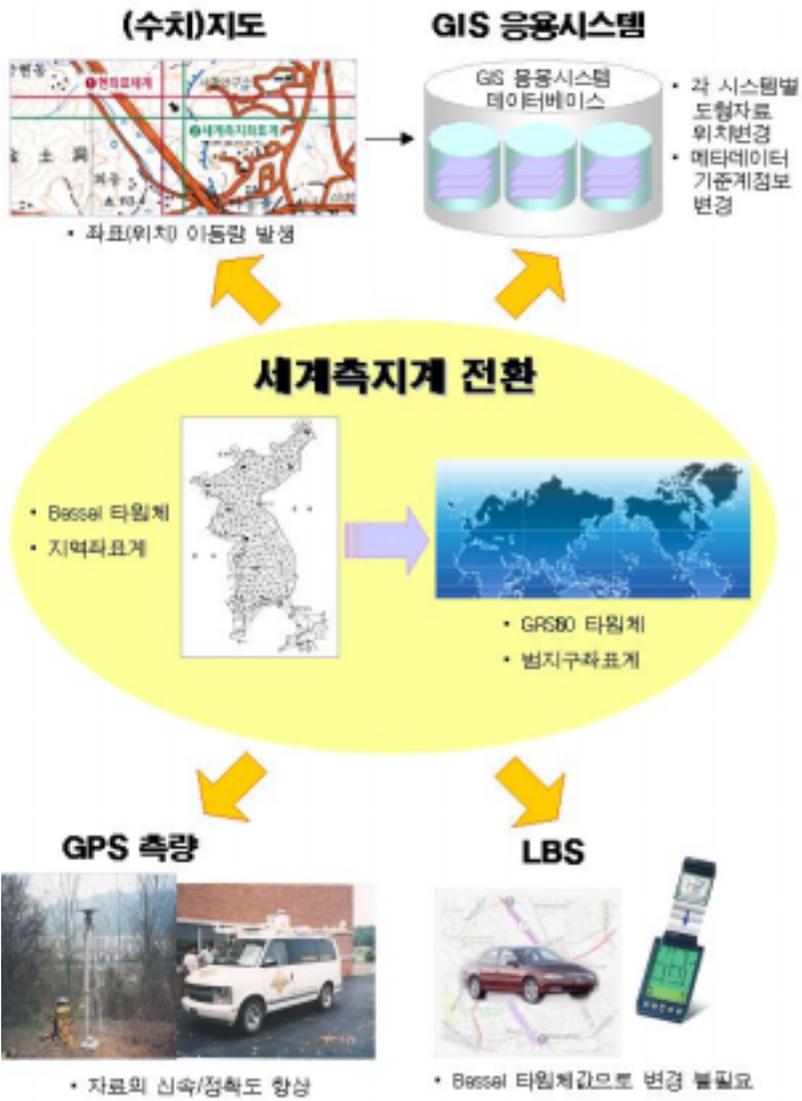
<그림 2-7> 왜곡모델링에 의한 변환

두 측지기준에 기준한 좌표를 가진 측지 기준점 데이터들로부터 왜곡모델링을 수행하기 위한 절차는 다음과 같다.

- 각 점에서 왜곡량을 계산하여 분석
- 데이터 품질을 확보하고 일관성을 유지하기 위하여 비상사점(non-conforming point)들을 분류하여 제거
- 일정한 공간적 분포를 얻기 위한 데이터의 Thinning을 실시
- 위도, 경도, 표고 방향에 대한 경험적 공분산 함수를 계산
- 최소제곱 곡선접합법(Least Square Curve Fitting)을 사용하여 이들 공분산 함수들에 대한 해석적 모델 개발
- 각 격자점에서 위도, 경도 및 표고방향의 왜곡 성분을 결정하기 위하여 최소제곱보간법(Collocation), Thinned data 및 해석적 공분산 함수 사용

2. 세계측지계 전환에 따른 변화내용

구분	변화내용
지리적 위치표시의 변화	<ul style="list-style-type: none"> - 국내의 모든 위치에서 현행의 좌표값(경위도 등)이 변경 (전세계적으로도 위치표시의 변경이 발생)
지도상의 이동량 발생	<ul style="list-style-type: none"> - 타원체 차이만큼의 종·횡 이동량 발생
지도의 변경	<ul style="list-style-type: none"> - 신규제작시 세계측지계 성과로 제작 - 수정갱신시 좌표변환을 수행하거나 세계측지계 성과로 제작 - 지도상의 상대적인 위치관계나 면적 등은 변경이 없으나, 도곽선 수치의 변경 발생
기준점 성과 변경	<ul style="list-style-type: none"> - 최신 관측 데이터 등을 사용해서 순차적으로 조정계산
공공측량 작업규정 변경	<ul style="list-style-type: none"> - 세계측지계에 근거한 측량 수행
지리정보시스템(GIS)	<ul style="list-style-type: none"> - GIS 데이터베이스에 저장되고 있는 기존의 데이터는 세계측지계에 근거한 값으로 변환
GPS 또는 LBS를 비롯한 모바일 GIS 분야	<ul style="list-style-type: none"> - 일반적인 LBS 장치에서는 현재 위치를 GPS에 의해 구하고 그것을 동경측지계로 변환하여 동경측지계(베셀타원체)로 작성된 지도상에 표시하였으나, 세계측지계로 전환된 지도상에서는 변환이 불필요 - 좌표계 변환에 의한 정밀도 저하 및 측지기준계 혼용이 없어짐. <ul style="list-style-type: none"> · GPS에 의한 WGS84성과와 한국측지계2000 성과가 동일한 것임.



<그림 2-8> 세계측지계 전환에 따른 파급 효과(예)

제3절 국가 지리정보데이터 변환 기본방향

세계측지계 전환은 단순히 새로운 타원체와 좌표계를 도입하는 문제에 국한된 것이 아니라, 통일된 틀 안에서 위치정보를 정확하고 안정적으로 확보하는데 있다. 따라서 대상이 갖는 좌표값의 단순한 수치적 변환이 아닌 이를 수행하기 위한 제반환경 및 절차를 정확하게 파악하고 좌표계 전환과정을 체계적으로 수행하는데 목적이 있다.

현재 국토지리정보원에서는 1/5,000 이하의 수치지도에 대해서 세계측지계로 전환할 수 있는 소프트웨어(GDKTrans)를 제공하여 좌표변환에 대한 통일성을 유지하도록 하였으며, 세계측지계 전환시 시민들이 쉽게 이용할 수 있도록 하였다. 또한, 1/5,000 수치지형도 유지관리에 대해서는 새롭게 세계측지계에 기준한 수치지형도를 제작하고 있다.

1/1,000 수치지형도와 같은 대축척 지도는 기존 정비된 1, 2차 정밀기준점을 이용하여 국가좌표변환계수를 제공하고 1/1,000 수치지형도를 변환시킬 수 있도록 할 예정이다. 그러나 신규제작에 있어서는 지자체에서 자체적으로 결정하도록 하고 있다. 이외에 수치정사사진지도, 위성영상지도, 수치표고자료, 기본지리정보 등 이들 자료 또한 단계적으로 전환할 예정이다.

1) 지자체 및 민간분야에서의 좌표계 전환

- 좌표계 전환의 효율적 추진을 위해 국토지리정보원장 산하에 Task Force 팀을 구성
 - 국토지리정보원: 공공측량표준작업규정 등의 제도적 사항 정비
 - 대한측량협회: 홍보, 기술교육 및 기술지원 등

- 각 기관이 제작한 주제도 등은 개별적으로 추진토록 하되, 국토지리정보원은 홍보, 기술교육 및 기술지원을 수행함.
- 민간분야의 관광 및 도로지도 등의 실생활 지리정보
 - 정부 및 공공기관의 자료를 우선적으로 사용토록 유도
 - 개별적으로 추진할 경우, 홍보, 기술교육 및 기술지원 등이 필요

2) 분야별 기본방향

- 측량법령의 개정 등 관련 제도의 조속한 정비
 - 세계측지계의 채용에 따른 관련법령의 정비: 측량법의 시행에 따른 시행령 및 하위규칙 정비 (2003.1.1발효)
 - 새로운 제도에 대한 의견 수렴 및 보완
- 좌표계 전환에 대한 적극적인 교육, 홍보 실시
 - 관련 기관, 사용자들에 대한 홍보, 지도 및 교육 등 사전 준비
- 새로운 기준점 성과의 조속한 공개 및 변환 계수 제공
 - 신속한 기준점 정비
 - 신속, 정확한 기존 성과의 변환, 제공: 기준점, 수치지도, 종이지도 등
 - 표준 변환 프로그램, 변환계수 제공: 정확도별, 성과별
 - 기술지침서 제공
- 지도좌표 변환: 종이지도, 수치지도, 기본지리정보에 따른 지침 마련
 - Database인 경우, 활용에서의 제약조건 해소: 투영법, 정확도, 축척 등
 - 위치정확도 향상을 위한 전면적인 신규제작 검토: 비용 효과 분석 후 결정

3) 향후 추진계획

- 측량법 제5조(측량의 기준)의 개정에도 불구하고 '06. 12. 31까지 종전의 규정에 의한 측량의 기준을 사용하거나 또는 국지좌표계와 세계측지계를 병행하여 사용하는 지도·측량용 사진 등을 조사
- 2003년 1월 1일부터 세계측지계를 사용하는 지도·측량용사진 등을 조사하여 금년말까지 고시
- 제1단계: 병행사용 기간(2003.1.1 ~ 2006.12.31)
 - 2001: VLBI성과 및 GPS상시관측소 성과계산, 고시
 - 2002: 1등위성기준점 고정, 2등기준점 전국망 조정, 국가변환계수(소, 중축척 지도용) 결정
 - 2003: 정비된 기준점 성과 변환 시작
 - 2005: 3등 측지기준점 정비, 국가변환계수(대축척용) 결정
 - 2006: 기준점 성과 고시
- 제2단계: 완전사용 시기
 - 기 간: 2007년 1월 1일 이후

4) 세계측지계 관련 국토지리정보원 업무현황 및 추진계획

구분	업무현황	추진계획
1/1,000 수치지형도	<ul style="list-style-type: none"> • 현재 세계측지계 기준 1/1,000 수치지형도는 미제작된 상태임 • 기제작 분에 대해서는 금년 중 수행될 수치지형도 좌표변환계수와 변환도구에 의하여 좌표변환을 실시하고 향후 신규 제작되는 분에 대하여는 세계측지계 기준 제작할 예정임. 	<ul style="list-style-type: none"> • '04년 수치지도좌표계변환계수 산출 및 도구 개발에 관한 연구용역을 진행 - 1/1,000 수치지형도에서 제공하는 레이어로 한정함으로써 지자체 등에서 추가하는 레이어(지하시설물, 도시계획레이어, 공공측량 성과물 등)에 대해서는 변환을 통한 위치정확도를 보장받을 수 없을 것으로 예상됨
국가기준점 정비	<ul style="list-style-type: none"> • 서울지역 1등, 2등, 3등 기준점에 대하여 EDM을 이용하여 재측량하였으며, GRS80을 적용한 세계측지계로의 계산이 이루어지지 않은 상태임 • 세계측지계 시행에 따른 측량 계산 프로그램인 NGL_PRO.Ver1.6을 인터넷 배포(2003.9.15)하여 베셀타원체와 GRS80을 기준으로 한 좌표값간의 상호변환이 가능함. 	<ul style="list-style-type: none"> • EDM 측량에 대하여 GRS80을 적용한 세계측지계로의 성과고시를 예정 중이며, 망조정 후 '06년까지 세계측지계로의 계산 완료 예정
1/5,000 수치지형도	<ul style="list-style-type: none"> • '03년 12월 수치지도좌표계변환계수 산출 및 도구(GDKtrans) 개발을 완료하고 고시(국토지리정보원 고시 제2003-497호, '03.12.24) 및 배포 • '03년부터 세계측지계(GRS80타원체)와 지역측지계를 혼용하여 대상지역에 대한 항공사진 측량을 실시 - 전체 5개권역에 대하여 그 중 2개 권역이 세계측지계를 기준으로 재제작이 완료 • 아직 재제작이 되지 않은 3개 권역에 대한 기존의 수치지도는 배포된 GDKtrans를 이용하여 좌표변환을 실시하여 사용 	<ul style="list-style-type: none"> • 향후 3년간 나머지 3개 권역에 대하여 재제작을 실시(갱신주기 5년에 따라)

구분	업무현황	추진계획
기타 수치지도	<ul style="list-style-type: none"> 수치주제도인 토지특성도(1/1,000)는 변환된 성과물 없음 	<ul style="list-style-type: none"> 수치주제도인 토지특성도(1/1,000)는 현재 변환 계획이 없음
기본지리정보 DB	<ul style="list-style-type: none"> 1/5,000 수치지형도 Ver 1.0의 경우 베셀타원체를 기준으로 제작되었으므로 GDKtrans를 이용하여 좌표변환을 우선적으로 실시하고 기본지리정보의 데이터 모델로 변환 1/5,000 수치지형도 Ver 2.0의 경우, 세계측지계를 기준으로 구조화편집을 하기 때문에 추가적인 작업공정이 필요치 않음. 	<ul style="list-style-type: none"> 현재까지 추진계획 없음.
메타데이터	<ul style="list-style-type: none"> 기준계정보에서 참조기준계 정보만을 변경하면 작업 완료 	<ul style="list-style-type: none"> 현재까지 추진계획 없음.
영상지도	<ul style="list-style-type: none"> 각 영상사진은 주점이 베셀타원체를 기준으로 한 좌표값을 가지고 있음. 	<ul style="list-style-type: none"> 현재까지 추진계획 없음.

제 3 장 서울시 지리정보데이터 현황

제1절 서울시 1/1,000 수치지형도 제작 및 유지관리

제2절 서울시 지리정보시스템 및 데이터 현황

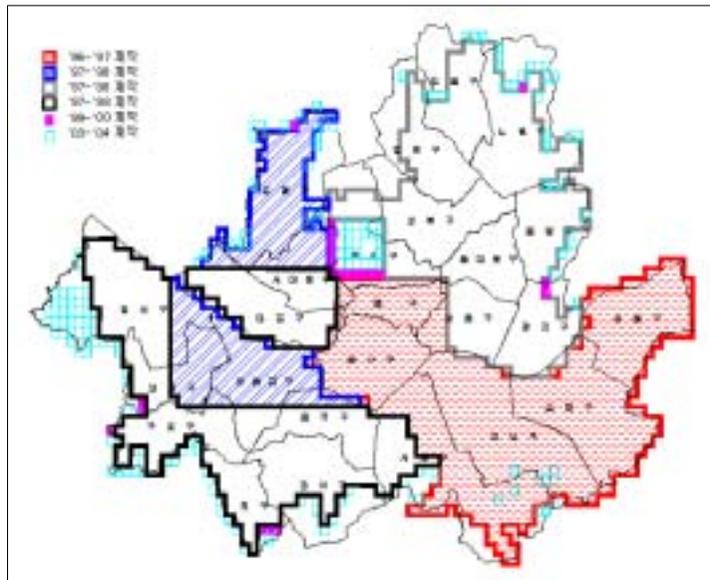
제 3 장 서울시 지리정보데이터 현황

제1절 서울시 1/1,000 수치지형도 제작 및 유지관리

1. 수치지형도 제작 현황

서울시 GIS 업무의 기본도로 활용되는 1/1,000 수치지형도는 1996년도에 6개 구청을 대상으로 시작되었으며, 1998년도 말에 나머지 구청이 제작되었고, 이후 2000년까지 일부지역을 보완하여 일차적인 구축이 완료되었다. 1/1,000 수치지형도의 전체 도엽수는 2,303도엽으로 정위치 편집된 CAD(dwg, dxf)파일과 구조화 편집된 Shape(shp)파일의 두 가지 포맷으로 구분된다.

2000년도까지 1차 구축된 1/1,000 수치지형도는 국토지리정보원이 주관하여 제작하였으며, 서울시에서는 타시도와 경계하는 지역과 국토지리정보원에서 제외된 지역 일부분인 180도엽을 '03-'04 추가제작 사업을 통해서 자체적으로 제작하였다.



<그림 3-1> 서울시 1/1,000 수치지형도 제작 현황

<표 3-1> 서울시 1/1,000 수치지형도 제작 현황

기간	지역적 범위	도엽수	사업주체	비고
1996 (1996-1997)	중구, 용산구, 송파구, 강동구, 서초구, 강남구 (6개구)	691	국토지리 정보원	<ul style="list-style-type: none"> - 총 8구역으로 나누어 6개 업체 (국제지리정보(주), 삼아항업(주), 대한지도(주), (주)유신코퍼레이션, (주)건화엔지니어링, 정우지리정보(주))가 작업을 수행 - 평면기준점측량: 131점 - 표고기준점측량: 371.9km - 사진기준점측량: 534모델
1997 (1997-1998)	도봉구, 은평구, 강북구, 노원구, 강서구, 마포구, 서대문구, 종로구, 성북구, 동대문구, 중랑구, 양천구, 영등포구, 성동구, 광진구, 구로구, 관악구, 동작구, 금천구 (19개구)	1,410	국토지리 정보원	<ul style="list-style-type: none"> - 총 5구역으로 나누어 3개 업체 (한국항공, (주)범아엔지니어링, 국제지리정보(주))가 작업을 수행 - 평면기준점측량: 215점 - 표고기준점측량: 771.77km - 사진기준점측량: 1,031모델
1998 (1999-2000)	은평구, 종로구, 노원구, 광진구, 금천구, 양천구, 구로구 (7개구)	22	국토지리 정보원	<ul style="list-style-type: none"> - 2개 업체(아세아, 새한지도)가 작업을 수행 - 미구축된 일부지역 도엽제작
2003 (2003-2004)	서울지역 빠진 부분(22.1km ²) 및 타시도 인접지역	180	서울시	<ul style="list-style-type: none"> - 중앙항업 - 이전에는 타시도 인수분 사용 (21도엽)
합계		2,303		

1) 수치지형도 제작방법

서울시 전역을 여러 구역으로 나누어 1/1,000 수치지형도를 제작하였으며, 제작시기와 제작업체가 상이하기 때문에 사용한 국가기준점이나 측량방식 등에 있어 일부 차이를 보이고 있다.

수치지형도는 항공사진 측량을 통하여 제작되었으며, 지상기준점측량(평면 및 표고 기준점), 사진기준점 측량, 수치도화, 지리조사, 정위치편집, 구조화편집의 순으로 구축되었다. 제작을 위한 지침으로 수치지도작성작업규칙(건설교통부령 제17호), 서울시의 수치지도제작 과업지침서, 국가지리정보체계(NGIS)의 국가기본도표준(안)을 기반으로 지형·지물 및 속성부호(정보통신부고시 1996-53)와 1/1,000 수치지도지형·지물코드(국립지리원내규), 항공사진측량작업내규(국립지리원내규 제 51호), 수치지도작성작업내규(국립지리원내규 제71호)에 준하여 작업을 실시였다.

<표 3-2> 1/1,000 수치지형도 제작을 위한 작업 수행 절차

작업수행절차	세부절차	비고
지상기준점측량 (평면기준점)	선점과 설표	- 1997: 삼각점 16점 사용(항측기준점 76점) - 1998: 삼각점 26점 사용(항측기준점 197점) - 2003: 삼각점 11점 사용(항측기준점 385점)
	기선측량 실시	- 삼각점 2점을 변장 및 고정각을 정밀하게 측정하고 정도가 제일 높은 삼각점을 기선으로 채택
	관측	- EDM과 GPS측량작업 실시
	계산	- GPS측량: GPS 전용 소프트웨어 사용 - EDM: 수평각과 거리 관측치를 이용하여 결합트레버스망을 조합 편성하고 관측에서 얻은 데이터를 컴퓨터에 입력하여 계산 처리 - 평면기준점오차의 한계: ±0.1m 이내 (도화축척 1/1,000~1/1,200)
지상기준점측량 (표고기준점)	선점과 설표	- 1997: 국가수준점 7점을 사용하여 평균해수면으로부터의 표고를 산출 - 1998: 1,2등 수준점 20점을 기준점으로 사용 - 2004: 국가수준점 15점을 사용
	관측	- 1997: 직접수준측량을 실시 - 1998: 직접수준측량을 실시하고, 표고기준점의 일부는 GPS 관측 실시 - 2004: 직접수준측량을 실시하여 선정된 각 GPS 수준망에 연결
	계산	- 수준측량의 계산을 고차식 계산을 표준으로 하였으며, 관측의 허용오차가 허용범위를 초과하였을 경우에는 재관측을 실시함 - 허용오차 $20\text{mm} \sqrt{s}$ (s=km) - 표고기준점오차의 한계: ±0.10m 이내 (도화축척 1/1,000~1/1,200)
사진기준점측량	선점과 점이사	- pass point ³⁾ 와 tie point ⁴⁾ 를 선정하고, 점이사기를 이용하여 pass point와 tie point를 양화필름 상에서 점이사 ⁵⁾ 를 실시
	관측	- 수치도화기를 이용하여 점이사된 모든 점에 대한 기계좌표 X, Y, Z를 1micron(1/1,000mm) 정밀도로 측정
	계산	- 조정 프로그램을 사용하여 블록 조정방식에 의하여 오차를 동시배분하였고, 블록 전체의 모든 점들을 지상좌표의 조정면 및 높이로 환산하여 사진기준점 성과표에 수록

3) 연결점. 횡으로(동일한 코스내에서 촬영된) 중복된 사진상에서 나타나는 동일한 지점

4) 결합점. 두 개의 촬영코스 간 중복된 사진상에서 나타나는 동일한 지점

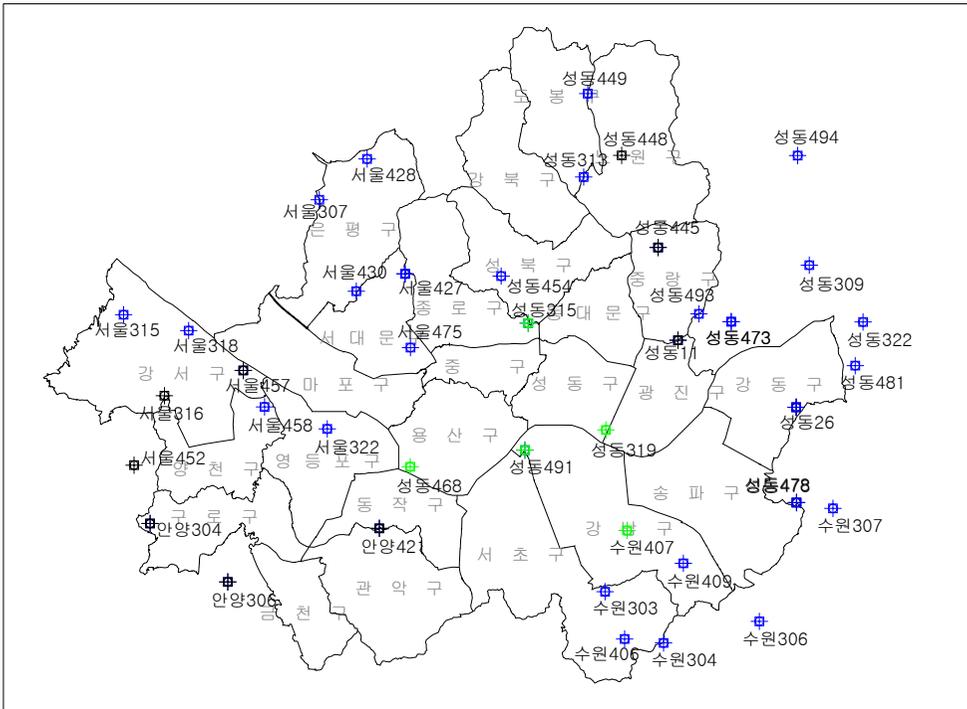
5) 항공사진 필름에 이기한 점을 점이사기를 사용하여 지상기준점과 사진기준점을 정확히 일치시키는 과정

<표 3-2> 표 계속

작업수행절차	세부절차	비고																				
수치도화	표정	- 내부표정, 상호표정, 절대표정을 실시하고 사진기준점 측량성과를 이용하여 기준점의 기계좌표를 실제지형과 일치																				
	도화	- 항공사진측량작업내규와 수치지도작성작업규칙에 의하여 약속된 기호와 코드를 분류하고 오차한도내에서 작업을 실시 - 수치도화의 오차범위 <table border="1" style="margin-left: 20px;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">축척</th> <th colspan="3">표준편차</th> <th colspan="3">최대오차</th> </tr> <tr> <th>평면위치</th> <th>등고선</th> <th>표고점</th> <th>평면위치</th> <th>등고선</th> <th>표고점</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1/1,000</td> <td>0.2m</td> <td>0.3m</td> <td>0.15m</td> <td>0.4m</td> <td>0.6m</td> <td>0.3m</td> </tr> </tbody> </table>	축척	표준편차			최대오차			평면위치	등고선	표고점	평면위치	등고선	표고점	1/1,000	0.2m	0.3m	0.15m	0.4m	0.6m	0.3m
	축척	표준편차			최대오차																	
평면위치		등고선	표고점	평면위치	등고선	표고점																
1/1,000	0.2m	0.3m	0.15m	0.4m	0.6m	0.3m																
데이터 변환	- dxf, dwg로 데이터 변환을 실시																					
지리조사	현장조사	- 정위치편집을 하기 위하여 도화출력원도(1/500)를 기초로 도면상에 나타내어야 할 지형지물과 대상물의 명칭, 행정경계, 지명 등을 현장에서 조사 - 수치지도작성작업내규와 서울시 작업지침서의 지리조사 내용 및 방법에 의거하여 지형과 시설물을 줄자, 삼각스케일 등을 사용하여 실측으로 조사하여 도면상에 정확하게 기록																				
정위치편집	지리조사 입력	- 지리조사에서 얻어진 성과와 자료를 이용하여 도화성과 또는 지도 데이터 입력성과를 수정, 보완하는 작업을 실시 - 작업은 도엽단위로 실시하고 서울시 작업지침서의 지형지물의 분류체계에 의거함																				
	데이터 변환	- 수치도화 과정을 거쳐 편집용 CAD 소프트웨어에서 편집이 완료된 데이터에 대해 최종 dxf 포맷으로 변환하고 dwg 포맷의 파일과 함께 백업을 실시																				
구조화편집	구조화	- 정위치 지형데이터를 도형과 속성을 연결하기 위해 각종 경계를 면처리하고 속성입력 작업을 실시 - dwg 체크 프로그램을 사용하여 검사를 실시하고 에러를 확인 후 수정																				
	파일변환	- dwg 파일을 MGE 소프트웨어를 사용하기 위해 dxf로 변환 - dxf파일을 dgn파일로 변경																				
	centroid 생성	- dgn파일 검사 후 속성이 들어가는 면처리 부분에 centroid를 생성																				
	속성입력	- dwg파일에서 도형상에 문자열로 작성된 속성을 DB의 속성을 입력하고 속성이 입력된 데이터의 dgn파일을 생성																				
	SDTS 생성	- 속성이 입력된 dgn파일을 이용하여 속성값을 갖지 않는 feature는 dxf 데이터로 관리하며 속성값들이 있는 feature는 여러 항목으로 세분화하여 SDTS 파일을 생성																				

2) 수치지형도 제작시 사용된 삼각점 현황

수치지형도 제작을 위하여 총 31점의 삼각점이 사용되었다. 1997년도에 강남 지역을 중심으로 제작된 수치지형도 기준점은 17점을 사용하였으며, 1997년부터 1998년도에 거쳐 제작된 수치지형도는 26점, 2003년도에 작성된 수치지형도는 11 점을 사용하였다(표 3-3).

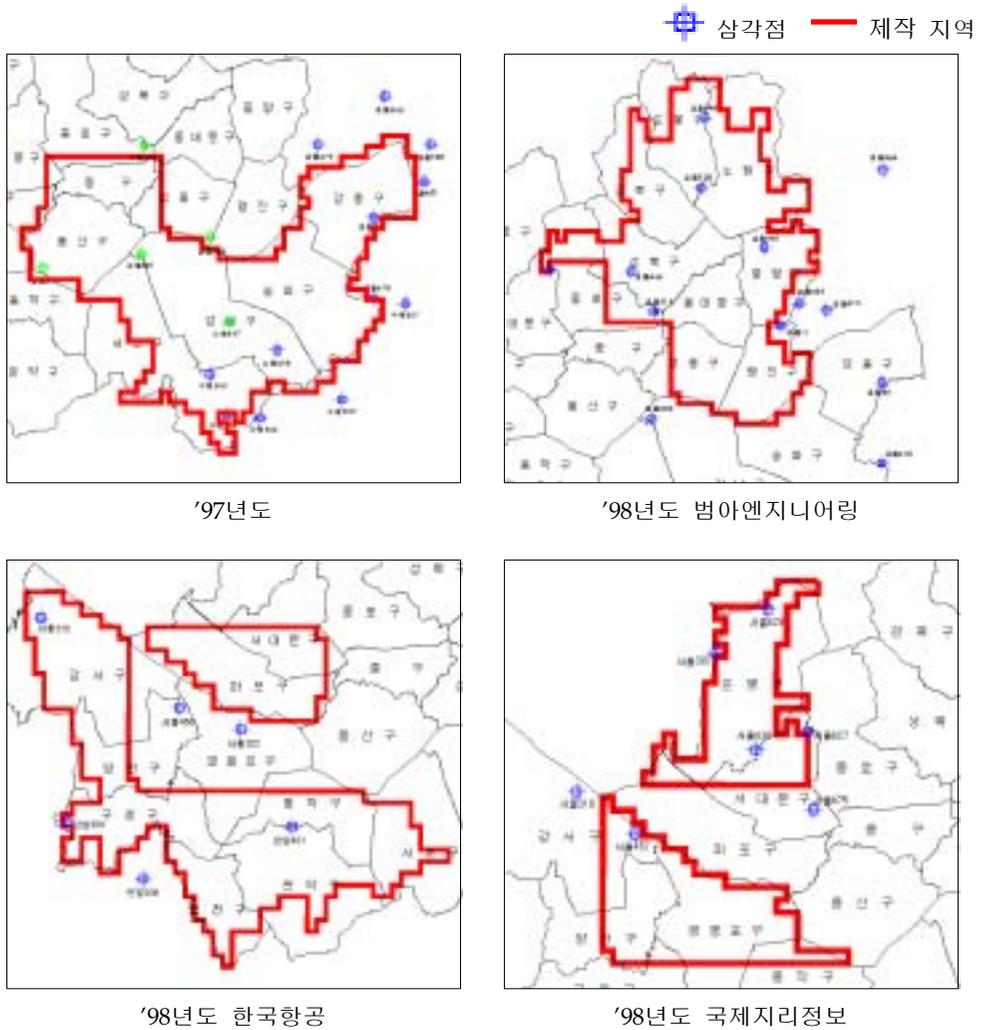


<그림 3-2> 서울시 1/1,000 수치지형도 제작에 사용된 기준점 현황

<표 3-3> 서울시 1/1,000 수치지형도 제작시 사용된 기준점 현황

도업명	번호	기준점			사용연도 및 업체				
		X	Y	H	'96	'97국제	'97범아	'한국항공	'03중앙
서울	307	458598.4900	191838.0100	235.11		O			
서울	315	453280.1500	182807.8500	128.40				O	
서울	316	449534.5920	184692.3990						O
서울	318	452546.1400	185809.7500	74.41		O			
서울	322	447999.7200	192204.5200	9.29				O	
서울	427	455170.6300	195797.9100	156.27		O	O		
서울	428	460486.5100	194044.0100	130.03		O			
서울	430	454367.1800	193545.7800	225.53		O			
서울	452	446320.5460	183293.0520						O
서울	457	450703.7600	188329.9100	54.62		O			O
서울	458	449015.0900	189310.2700	75.75				O	
서울	475	451760.6000	196044.4900	170.09		O			
성동	11	452100.0000	208386.9400	348.61			O		O
성동	26	448999.4100	213840.9000	103.68	O		O		O
성동	309	455571.8850	214445.6880		O				
성동	313	459649.6630	204035.2790	115.30			O		
성동	315	452892.2830	201477.5190	93.23	O		O		
성동	319	447949.7702	205060.0184	20.45	O				
성동	322	452945.2500	216925.6450		O				
성동	438	460644.5840	213908.0340	49.70			O		
성동	445	456391.0770	207469.2990	136.97			O		O
성동	448	460652.8510	205786.8130						O
성동	449	463508.1560	204223.3300	29.83			O		
성동	454	455067.5560	200228.3470	177.38			O		
성동	462	450179.4046	202502.0537	119.18			O		
성동	468	446248.1680	196033.7080	10.81	O				
성동	473	452958.1640	210840.8150	114.12	O		O		
성동	478	444590.9470	213854.4410	141.41	O		O		O
성동	481	450924.8970	216565.2630	58.46	O				
성동	491	447019.0460	201324.7680	10.78	O		O		
성동	493	453320.5590	209353.1680	279.43			O		
안양	304	443622.8300	184029.5400	90.91				O	O
안양	306	440919.6500	187614.0400	183.09				O	O
안양	421	443399.7500	194607.5000	180.94				O	O
수원	303	440767.4300	205024.0300	284.10	O				
수원	304	438097.5000	207720.3400	326.74	O				
수원	306	439094.0200	212142.0000	193.71	O				
수원	307	444321.8900	215536.8100		O				
수원	406	438280.5300	205924.7500	253.84	O				
수원	407	443304.9440	206038.0510	19.30	O				
수원	409	441780.3000	208634.3500	146.90	O				

○ 연도별 사용 기준점 현황



<그림 3-3> 연도별, 지역별 수치지형도 제작시 사용된 삼각점 현황

3) 1/1,000 수치지형도 제작시 사용된 삼각점 분석

<표 3-5>는 수치지형도 제작시 사용된 삼각점과 국립지리원에서 발급한 신성과 삼각점을 구분하여 작성한 것이다. 당시 사용된 삼각점은 구성과(실용성과) 삼각점으로 국가 삼각점 정비가 끝나지 못한 상태에서 사용되었다.

서울지역에 분포하는 구성과(실용성과)와 신성과의 차는 남북 방향으로는 평균 0.4587m, 동서방향으로는 평균 1.4598m의 차를 나타내고 있으며, 지역적으로는 남북방향에서 0.0562m~0.9057m, 동서방향에서 1.0682m~1.8853m의 범위를 나타내어 균일하지 못함을 보이고 있다(표 3-6, 그림 3-4). 항측기준점 또한 이들 삼각점을 기준으로 설정되기 때문에 초기 제작된 수치지형도는 기준점 차만큼 위치정확도 저하가 나타나게 된다. 이들 차이로 인하여 신성과를 기준으로 작성된 타기관의 수치지도 예를 들면 지하시설물도 등과 위치차가 발생하게 된다.

초기 제작된 1/1,000 수치지형도의 위치정확도를 대략적으로 평가하기 위하여 서울지역 구성과(실용성과)와 신성과의 평균 변동량인 1.6733m만큼 북동 방향으로 이동 시킨 후, 한국전력에서 구축한 신성과 도로를 기준으로 명확히 같은 지점으로 판단되는 도로의 꺾이는 부분과 직선부분에 대하여 위치차를 분석하였다. 도로의 꺾이는 지점에서는 평균 약 0.95m, 도로직선부에서는 평균 약 0.49m 정도의 차를 나타내고 있으며, 도로의 꺾이는 부분은 1/1,000 수치지형도의 허용오차인 0.7m를 벗어나고 있다. 따라서 구·신 기준점 차이에 의한 위치차 이외에도 초기 제작된 수치지형도의 위치정확도는 수치도화 과정 또는 지형지물의 변화 등에 의해서 부분적으로 위치정확도가 저하됨을 알 수 있다.

<표 3-4> 기준점 차만큼의 단순이동후, 1/1,000 수치지형도 위치정확도 평가

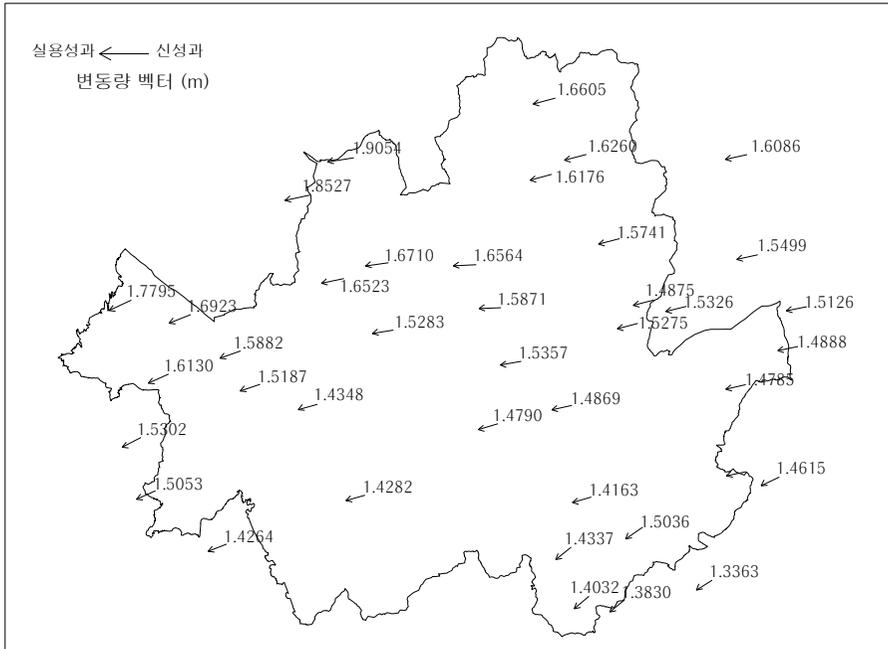
구분	Bessel (신성과-실용성과)	단순이동 (신성과-실용성과)
도로 꺾이는 부분	1.461m	0.950m
도로직선부	1.583m	0.490m

<표 3-5> 삼각점의 구성과(실용성과)와 신성과 비교

도업명	번호	구성과(실용성과)			신성과(국립지리원 발급)		
		X	Y	H	X	Y	H
서울	307	458598.4900	191838.0100	235.11	458598.8748	191839.8231	235.09
서울	315	453280.1500	182807.8500	128.40	453280.9073	182809.4603	128.41
서울	316	449534.5920	184692.3990		449535.2565	184693.8688	72.26
서울	318	452546.1400	185809.7500	74.41	452546.7643	185811.3247	74.41
서울	322	447999.7200	192204.5200	9.29	448000.1035	192205.9026	9.27
서울	427	455170.6300	195797.9100	156.27	455170.8650	195799.5650	156.24
서울	428	460486.5100	194044.0100	130.03	460486.8079	194045.8953	130.01
서울	430	454367.1800	193545.7800	225.53	454367.5152	193547.4011	225.50
서울	452	446320.5460	183293.0520		446321.2536	183294.4088	75.39
서울	457	450703.7600	188329.9100	54.62	450704.2885	188331.4080	54.61
서울	458	449015.0900	189310.2700	75.75	449015.5760	189311.7088	75.74
서울	475	451760.6000	196044.4900	170.09	451760.8507	196046.0003	170.06
성동	11	452100.0000	208386.9400	348.61	452100.3913	208388.4165	348.57
성동	26	448999.4100	213840.9000	103.68	448999.7425	213842.3406	103.63
성동	309	455571.8850	214445.6880		455572.2141	214447.2026	128.59
성동	313	459649.6630	204035.2790	115.30	459650.0940	204036.8381	115.36
성동	315	452892.2830	201477.5190	93.23	452892.3392	201479.1051	93.19
성동	319	447949.7702	205060.0184	20.45	447950.0938	205061.4697	20.57
성동	322	452945.2500	216925.6450		452945.5491	216927.1277	50.10
성동	438	460644.5840	213908.0340	49.70	460644.9287	213909.6052	49.71
성동	445	456391.0770	207469.2990	136.97	456391.4744	207470.8221	136.99
성동	448	460652.8510	205786.8130		460653.2652	205788.3854	31.27
성동	449	463508.1560	204223.3300	29.83	463508.5874	204224.9335	29.77
성동	454	455067.5560	200228.3470	177.38	455067.6329	200230.0016	177.33
성동	462	450179.4046	202502.0537	119.18	450179.6711	202503.5661	119.21
성동	468	446248.1680	196033.7080	10.81	447233.2854	207204.2972	19.67
성동	473	452958.1640	210840.8150	114.12	452958.5296	210842.3033	114.13
성동	478	444590.9470	213854.4410	141.41	444591.2534	213855.8501	141.42
성동	481	450924.8970	216565.2630	58.46	450925.1958	216566.7215	58.47
성동	491	447019.0460	201324.7680	10.78	447019.4689	201326.1852	10.90
성동	493	453320.5590	209353.1680	279.43	453320.9426	209354.6555	279.45
안양	304	443622.8300	184029.5400	90.91	443623.4448	184030.9140	90.92
안양	306	440919.6500	187614.0400	183.09	440920.1704	187615.3681	183.10
안양	421	443399.7500	194607.5000	180.94	443400.1466	194608.8720	180.94
수원	303	440767.4300	205024.0300	284.10	440768.3313	205025.1449	284.11
수원	304	438097.5000	207720.3400	326.74	438098.3785	207721.4082	326.74
수원	306	439094.0200	212142.0000	193.71	439094.7338	212143.1297	193.72
수원	307	444321.8900	215536.8100		444322.5272	215538.1253	317.18
수원	406	438280.5300	205924.7500	253.84	438281.4357	205925.8217	253.84
수원	407	443304.9440	206038.0510	19.30	443305.3378	206039.4114	19.30
수원	409	441780.3000	208634.3500	146.90	441781.1593	208635.5839	146.90

<표 3-6> 구성과(실용성과)와 신성과 좌표값 차이

도읍명	번호	실용성과 좌표값 - 신성과 좌표값		
		X(m)	Y(m)	H(m)
서울	307	-0.3848	-1.8131	0.02
서울	315	-0.7573	-1.6103	-0.01
서울	316	-0.6645	-1.4698	
서울	318	-0.6243	-1.5747	0.00
서울	322	-0.3835	-1.3826	0.02
서울	427	-0.2350	-1.6550	0.03
서울	428	-0.2979	-1.8853	0.02
서울	430	-0.3352	-1.6211	0.03
서울	452	-0.7076	-1.3568	
서울	457	-0.5285	-1.4980	0.01
서울	458	-0.4860	-1.4388	0.01
서울	475	-0.2507	-1.5103	0.03
성동	11	-0.3913	-1.4765	0.04
성동	26	-0.3325	-1.4406	0.05
성동	309	-0.3291	-1.5146	
성동	313	-0.4310	-1.5591	-0.06
성동	315	-0.0562	-1.5861	0.04
성동	319	-0.3236	-1.4513	-0.12
성동	322	-0.2991	-1.4827	
성동	438	-0.3447	-1.5712	-0.01
성동	445	-0.3974	-1.5231	-0.02
성동	448	-0.4142	-1.5724	
성동	449	-0.4314	-1.6035	0.06
성동	454	-0.0769	-1.6546	0.05
성동	462	-0.2665	-1.5124	-0.03
성동	473	-0.3656	-1.4883	-0.01
성동	478	-0.3064	-1.4091	-0.01
성동	481	-0.2988	-1.4585	-0.01
성동	491	-0.4229	-1.4172	-0.12
성동	493	-0.3836	-1.4875	-0.02
안양	304	-0.6148	-1.3740	-0.01
안양	306	-0.5204	-1.3281	-0.01
안양	421	-0.3966	-1.3720	0.00
수원	303	-0.9013	-1.1149	-0.01
수원	304	-0.8785	-1.0682	0.00
수원	306	-0.7138	-1.1297	-0.01
수원	307	-0.6372	-1.3153	
수원	406	-0.9057	-1.0717	0.00
수원	407	-0.3938	-1.3604	0.00
수원	409	-0.8593	-1.2339	0.00
최소		-0.0562	-1.0682	
최대		-0.9057	-1.8853	
평균		-0.4587	-1.4598	



<그림 3-4> 구성과(실용성과)와 신성과 기준점의 변동량 비교

4) 1/1,000 수치지형도 제작시 사용된 수준점 현황

수치지형도 제작시 사용된 서울지역 수준점은 <표 3-7>과 같다. '97년의 경우 국가 수준원점의 높이인 26.6871m를 기준으로 연결된 수준점 8점을 사용하여 371.9km에 걸쳐 표고기준점 측량을 실시하였다. '98년의 경우에는 수준점 21점을 사용하여 771.77km 구간에 대하여 표고기준점 측량을 실시하였다. 서울지역에서 누락된 부분과 서울시 경계지역에 대한 추가적 구축 사업이 진행된 '04년에는 수준점 15점이 사용되었다.

중복 사용된 수준점을 제외하고 총 32점의 수준점이 서울시 1/1,000 수치지형도 제작에 사용되었는데, 이 중에서 약 28%에 해당하는 9점이 망실 등의 사유로 현재 사용이 불가능한 점이다⁶⁾. 이로 인해 망실된 수준점을 기준으로 측량된 표고기준점은 제작 당시의 성과에만 의존할 수 있을 뿐, 해당 표고점의 검증이 필

6) 국토지리정보원(www.ngi.go.kr) 온라인 국가기준점성과발급서비스를 통하여 확인되었음 (2004. 11월 기준).

요할 경우 문제가 발생할 소지가 있다.

<표 3-7> 수치지형도 제작시 사용된 수준점 현황

제작년도	BM 번호	표고(H)	점의 소재지	비고	
1997	30-01-00	22.9966m	동작구 본동 137-2		
	30-02-00	17.1972m	용산구 이촌동 191	사용불가능	
	31-01-00	20.6459m	동대문구		
	08-01-04-06	40.0026m	경기도 성남시 수정구 고등동 429-1		
	08-02-05-11	37.2368m	경기도 광주시 동부읍 풍산리 211-2		
	08-02-05-12	43.1280m	강동구 명일동	사용불가능	
	08-04-07-02	18.461m	성동구 왕십리동 왕십리역		
	11-05-09-08	45.6601m	서대문구 냉천동 254	사용불가능	
	1998	26-06-00	29.0284m	금천구 독산동	
		29-06-00	13.7451m	구로구 오류동	
29-07-00		9.0188m	구로구 신도림동 410-13		
30-01-00		22.9966m	동작구 본동 137-2		
31-01-00		20.646m	동대문구		
31-03-01		68.875m	중랑구 망우동 57-3		
08-04-07-01		13.428m	성동구 성수동 342-14	사용불가능	
11-01-02-06		15.7880m	강서구 공항동	사용불가능	
11-05-09-06		31.7090m	은평구 녹번동 40-3		
11-05-09-07		39.6540m	서대문구 흥제동 251		
11-05-09-08		45.6601m	서대문구 냉천동 254	사용불가능	
11-08-12-03		31.648m	경기도 의정부시 호원동 18-3		
11-08-12-06		34.283m	도봉구 쌍문동 103-152		
11-08-12-07		44.033m	도봉구 미아동 197-1	사용불가능	
11-08-12-09		20.102m	성북구 종암동 19-1		
11-08-12-10		15.048m	동대문구 이문동 161-10		
20-00-09-01		38.1810m	마포구 아현동 아현초등학교	사용불가능	
20-00-09-02		17.2941m	서대문구 창천동 57	사용불가능	
20-00-09-03		17.3757m	마포구 성산2동 124		
20-00-09-05		15.3476m	경기도 고양시 화정동 555-3	사용불가능	
20-10-20-16		29.452m	경기도 구리시 사노동		
2004		26-05-00	27.7670m	금천구 시흥3동 24-4호	
		26-06-00	28.9383m	금천구 독산동	
		29-04-01	34.0995m	경기도 부천시 소사구 심곡본 2동 731	
		29-06-00	13.7008m	구로구 오류동	
		29-07-00	8.9440m	구로구 신도림동 410-13	
	31-04-00	44.6873m	경기도 구리시 교문2동 266-7		
	08-01-04-06	40.0030m	경기도 성남시 수정구 고등동 429-1		
	08-01-04-09	19.3720m	송파구 장지동 738-21		
	08-02-05-11	37.2368m	경기도 광주시 동부읍 풍산리 211-2		
	11-02-00-00	10.3490m	강서구 개화동 427-2		
	11-05-00-00	32.3795m	경기도 고양시 벽제읍 대자2리		
	11-05-09-06	31.7090m	은평구 녹번동 40-3		
	11-05-09-08	45.6601m	서대문구 냉천동 254	사용불가능	
	11-08-12-03	31.6480m	경기도 의정부시 호원동 18-3		
	20-10-20-16	29.4521m	경기도 구리시 사노동		

2. 서울시 수치지형도 유지관리 현황

1) 유지관리 현황

수치지형도 유지관리는 변화된 지형지물을 갱신하는 것으로 2001년도부터 2003년도까지 3차례에 걸쳐 1/1,000 수치지형도 유지관리를 실시하였으며, 수치수정도화, 지리조사, 정위치편집까지 작업을 수행하였다. 2001, 2002년도 수치지형도 유지관리는 국토지리정보원이 주관하였으며, 2003년도에는 서울시에서 자체적으로 수치지도 유지관리 사업을 수행하였다.

<표 3-8> 서울시 1/1,000 수치지형도 유지관리 현황

기간	지역적 범위	도엽수	비고
2001 (2001-2002)	도봉구, 노원구, 강북구, 은평구, 서대문구, 종로구, 성북구, 중랑구, 동대문구, 중구, 마포구, 용산구, 성동구, 광진구 (한강이북지역의 14개구)	600	- 총 5구역으로 나누어 3개 업체 (새한항업(주), 대지용역(주), (주)신한지리정보)가 작업을 수행
2002	은평구, 강서구, 마포구, 양천구, 구로구, 금천구, 성북구, 종로구, 서대문구, 영등포구 (서울시 서쪽지역의 10개구)	466	- 4개 업체(명화지리정보(주), 한국종합설계(주), (주)아세아항측, 대한항업(주))가 작업을 수행
2003	영등포구, 용산구, 성동구, 광진구, 강동구, 금천구, 동작구, 관악구, 서초구, 강남구, 송파구 (11개구)	1,060	- (주)범아엔지니어링
합계		2,126	

2) 유지관리 방법

수치지형도 제작시 사용된 기준점과 건물의 모서리, 주요 시설물 등 변하지 않은 지형지물로부터 사진기준점을 구한 후, 변화된 지형지물을 수정도화하는 방식으로 유지관리를 수행하였다. 세부적으로는 작업할 지역에 해당하는 모든 데이

터를 찾아서 현사진과 변하지 않은 지형지물을 추출, 기준점으로 활용하며, 지형지물의 대단위 변형지역(재개발지역 및 신규제작지역)은 삼각점 및 수준점을 추출할 수 없는 지역이 대두되므로 작업이 완료된 인접지역에서 점을 내린 후, 기준점으로 활용하여 유지관리를 수행한다.

<표 3-9> 1/1,000 수치지형도 유지관리를 위한 작업 수행 절차

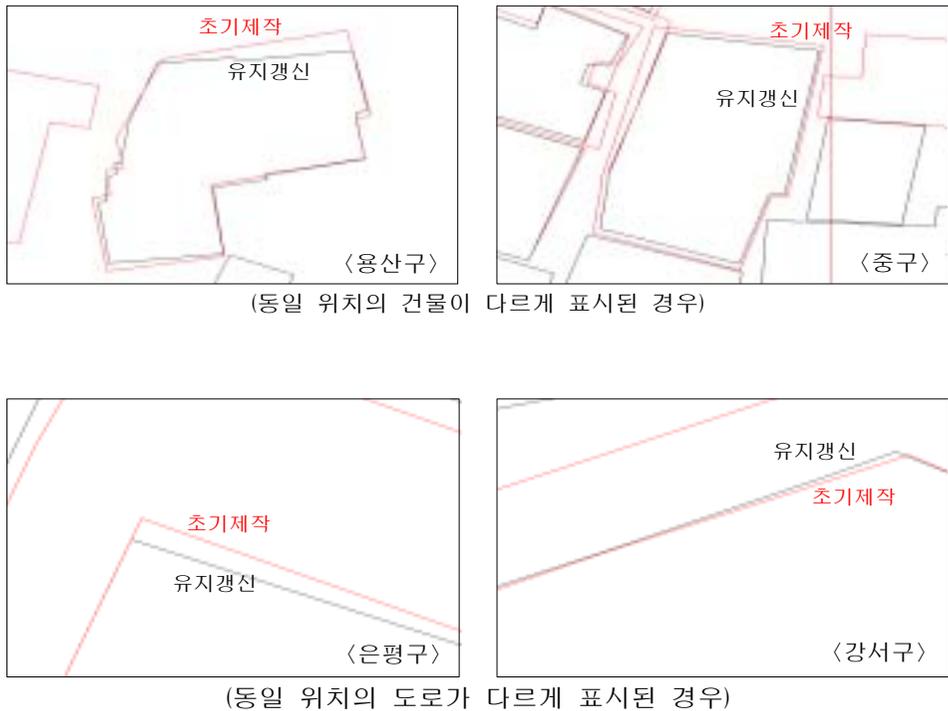
작업수행절차	세부절차	비고
수치수정도화	표정	- 내부표정, 상호표정, 절대표정을 실시하여 사진기준점 측량 성과를 이용하여 기준점의 기계좌표를 실제지형과 일치
	수치수정도화	- 입체모형의 도화지역에 기준점이 잘 배치되어 있는지 확인 후 기준점 재설의 필요 유무를 체크하며 변화부분에 의해 재설이 필요할 경우 선점 표기함.
	데이터 변환 및 점검	- 도엽간의 접합, 데이터 속성의 고유 포맷의 유지여부 등을 점검 후 접합에서 나올 수 있는 오차한계, 누락부분 등을 수정하고 지형지물의 누락, 코드의 부여의 오기, 평면위치 접합의 적정여부, 표고점의 위치 밀도, 측정치의 정확도 등을 점검, 점검사항을 기록
지리조사	현장조사	- 정위치편집을 하기 위하여 도화출력원도(1/500)를 기초로 도면상에 나타내어야 할 지형지물과 대상물의 명칭, 행정 경계, 지명 등을 현지에서 조사 - 수치지도작성작업내규와 서울시 작업지침서의 지리조사 내용 및 방법에 의거하여 지형과 시설물을 줄자, 삼각스케일 등을 사용하여 실측으로 조사하여 도면상에 정확하게 기록
정위치편집	지리조사 입력	- 지리조사에서 얻어진 성과와 자료를 이용하여 도화성과 또는 지도 데이터 입력성과를 수정, 보완하는 작업을 실시 - 작업은 도엽단위로 실시하고 서울시 작업지침서의 지형지물의 분류체계에 의거함.
	데이터 변환	- 수치도화 과정을 거쳐 편집용 CAD 소프트웨어에서 편집이 완료된 데이터에 대해 최종 dxf 포맷으로 변환하고 dwg 포맷의 파일과 함께 백업을 실시

3) 수치지형도 유지관리시 문제점

변화된 지형지물에 대하여 현지측량이 실시되지 않고 신규제작 당시에 쓰인 사진기준점 및 변화되지 않은 주요 지형지물을 이용하여 유지관리를 수행하기 때문에 도화과정에서의 오차가 가중되고 있다. 1/1,000 수치지형도 제작시 공공측량의 작업규정 세부기준(건설교통부고시 제2003-326호)에 따르면 1/1,000 수치지형도를 제작하는 경우에는 평면위치 정확도 허용범위를 0.7m로 규정하고 있으며, 수정도화시에는 1.0m로 규정하고 있다. 이는 수치지형도의 수정시 오차가 가중됨을 의미하며, 수정도화시 지상기준점 측량을 실시하지 않고 사진기준점 측량만을 실시하는데 그 원인이 있다고 볼 수 있다. 수치지형도 유지관리는 2001년도부터 2003년도까지 3차례에 걸쳐 실시되었기 때문에 수정도화를 거치면서 위치정확도가 지역적으로 저하되는 현상을 나타내고 있다.

이외에 변화되지 않은 지형지물은 수치지형도 유지관리 전·후에 있어 원래의 위치에 있어야 하나, 수치지형도 유지관리시 지역적인 편차를 보정하기 위하여 위치를 변경하는 경우나 나타나고 있다. 따라서 초기 제작된 수치지형도를 참조하여 다른 시설물들의 위치를 구축한 경우에는 상대적 위치의 변화가 발생되고 있다(그림 3-5).

마지막으로는 수치지형도 유지관리 또한 구성과(실용성과)를 기준으로 구축되기 때문에 현지조사 및 보완측량이 실시되어도 구성과(실용성과)를 기초로 제작된 수치지형도에 맞추어 갱신함으로, 신성과를 기준으로 구축된 수치지도와는 계속적인 오차가 존재하게 된다.



<그림 3-5> 위치가 불변한 지형지물의 위치오차 발생 예

제2절 서울시 지리정보시스템 및 데이터 현황

본 절에서는 현재 서울시에서 구축된 각 응용시스템별 데이터베이스 구축시 원시자료 현황, 데이터베이스 구축 및 측량방법, 정위치 및 구조화 편집된 내용을 살펴봄으로서 지리정보시스템 데이터 변환내용을 분석하기 위한 기초 자료로 사용하고자 한다.

서울시에서는 1995년도에 「서울시 지리정보시스템(GIS) 구축 기본계획」에 의하여 수치지형도 제작사업, 도로관리시스템, 상수도시설관리시스템, 하수도관리 전산시스템, 도시계획정보관리시스템 구축사업을 시작하였으며, 이후 데이터의 통합 및 유통을 위하여 공간데이터웨어하우스, 지하시설물 통합정보시스템 구축을 진행하였다. 또한, 시민서비스를 위하여 항공사진웹서비스시스템, 지반정보시스템

들이 구축되어 운영중이며, 각 업무부서의 필요에 의하여 도로표지관리시스템, 새 주소전산통합시스템, 119종합방재전산정보시스템 등이 구축되어 현재 활용중 이다. 이외에 중앙정부에서 구축되어 지자체에서 활용되고 있는 토지관리정보체계가 있다.

본 연구에서는 현재 서울시에서 구축된 다양한 GIS 응용시스템 중 시스템 간 데이터의 연계성이 높고 1/1,000 수치지형도를 기반으로 데이터베이스를 구축한 응용시스템들을 중심으로 데이터베이스 구성, 구축방법, 유지관리 현황을 분석하였다(표 3-10).

<표 3-10> 서울시 GIS 응용시스템 구축현황

시스템 구분	구축년도							
	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
공간데이터 웨어하우스					■	■	■	■
도로관리시스템		■	■	■	■	■	■	■
상수도 시설관리시스템			■	■	■	■	■	■
하수도관리 전산시스템			■	■	■	■	■	■
새주소 전산통합시스템			■	■	■	■	■	■
도시계획정보관리시스템				■	■	■	■	■
토지관리정보체계					■	■	■	■
지하시설물정보 통합정보시스템			■	■	■	■	■	■

1. GIS 응용시스템 데이터베이스 현황 및 분석

1) 서울시 GIS 응용시스템의 공간 데이터베이스 구성

각 GIS 응용시스템의 데이터베이스를 구성하는 레이어의 출처는 1/1,000 수치지형도(기본도), 타 응용시스템(업무), 외부자료, 신규구축(자체구축)이 있으며, 레이어의 수는 <표 3-11>과 같다.

이들 응용시스템에 구축되어 있는 공간데이터는 1/1,000 수치지형도의 위치정확도에 의존적이며, 1/1,000 수치지형도의 위치정확도가 낮다면 자체 제작된 공간데이터 또한 낮게 나타나게 된다. 따라서 각 GIS 응용시스템 데이터베이스에서 세계측지계로의 데이터 변환은 신규제작하는 경우가 아니라면, 근본적으로 1/1,000 수치지형도의 위치정확도에 매우 의존적임을 알 수 있다.

<표 3-11> 각 응용시스템별 레이어 구축현황

구분	총계	레이어 출처			자체구축
		기본도	업무	외부	
공간데이터웨어하우스	77	58	19	0	0
도로관리시스템	61	40	0	0	21
하수도관리전산시스템	65	25	12	0	28
상수도시설관리시스템	88	56	0	0	32
도시계획정보관리시스템	208	90	18	0	100
토지관리정보체계	108	19	0	0	89
새주소전산통합시스템	35	15	3	7	10
지하시설물통합정보시스템	142	20	10	54	58

(1) 공간데이터웨어하우스

레이어출처		자체구축	외부자료
기본도	응용시스템		
구경계, 건물, 법정동경계, 도로(도로경계선), 철도(AF), 행정동경계, 하천경계, 터널, 교량, 등고선, 도로중심선(4m이상), 지하차도, 고가도로, 표고점, 호수/저수지, 특별시경계, 소화전, 인도, 고가차도, 도로분리대, 지하철(지상), 입체교차부(로), 육교, 지하철역사, 석축상단, 석축하단, 옹벽상단, 옹벽하단, 제방상단, 제방하단, 부지안도로, 전력/전신주, 수문, 보, 선착장, 맨홀, 성절토상단, 성절토하단, 복개하천중심선, 땜(58)	[도로]도로면, 포장, 도로시설(면), 도로부속물(면), [하수]하수관거, 하수맨홀, 우수토실, 처리구역, 배수구역, 배수분구, 오수중계펌프장, [상수]상수도관로, [도시계획]용도지역, 용도지구, 용도구역, [토지]편집지적, [지하]통신관로, 배전-지중관로, 송전-지중관로, 가스관로, 난방열관로(19)	없음	없음

(2) 도로관리시스템

자료원		자체구축	외부자료
기본도	응용시스템		
구경계, 건물, 도로(도로경계선), 철도(AF), 행정동경계, 하천경계, 1/1,000 도곽경계, 1/5,000 도곽경계, 터널, 교량, 등고선, 도로중심선(4m이상), 지하차도, 고가도로, 표고점, 호수/저수지, 지하철입구, 담장, 고가차도, 도로분리대, 입체교차부(로), 육교, 지하도입구, 가로등, 신호등, 가로수, 석축상단, 석축하단, 옹벽상단, 옹벽하단, 제방상단, 제방하단, 1/500 도곽경계, 1/10,000 도곽경계, 놀이시설, 횡단보도, 계단, 정류소, 공중전화박스, 헬기장, 적차장, 전력/전신주, 모래경계, 습지경계, 선착장, 맨홀, 도로반사경, 우체통, 게시판, 화단, 시계탑, 분수, 분전함, 매립지, 채취장, 1/50,000 도곽경계, 차단기, 각종탑(40)	없음	교차로, 도로면, 포장, 도로시설(면), 도로부속물(선), 도로부속물(면), 도로부속물(점), 기타시설(점), 기타시설(선), 기타시설(면), 기타점용시설(점), 기타점용시설(면), 사업계획, 기간조정신청위치, 도로굴착준공위치, 도로점용, 참조점(21)	없음

(3) 하수도관리전산시스템

자료원		자체구축	외부자료
기본도	응용시스템		
구경계, 건물, 법정동경계, 도로(도로경계선), 철도(AF), 하천경계, 1/1,000 도곽경계, 1/5,000 도곽경계, 등고선, 표고점, 호수/저수지, 특별시경계, 담장, 지하철(지상), 지하철역사, 1/500 도곽경계, 1/10,000 도곽경계, 놀이시설, 헬기장, 적치장, 모래경계, 습지경계, 매립지, 채취장, 도곽경계 (25)	[도로] 교차로, 도로면, [지하] 통신관로, 배전-지중관로, 송전-지중관로, 가스관로, 난방열관로, [도시계획] 용도지역, 용도지구, 용도구역, [토지] 편입지적, [새주소] 건물군 (12)	하수관(중심선), 연결관, 하수맨홀, 받이, 역사이편, 토구, 우수토실, 처리구역, 배수구역, 배수분구, 하수처리사업소, 빗물펌프장, 오수중계펌프장, 횡단하수거, 차집관, 박수관, 환기구, 관말, 유수지, 침사지 (28)	없음

(4) 상수도시설관리시스템

자료원		자체구축	외부자료
기본도	응용시스템		
구경계, 건물, 법정동경계, 도로(도로경계선), 철도(AF), 행정동경계, 하천경계, 1/1,000 도곽경계, 1/5,000 도곽경계, 터널, 교량, 등고선, 도로중심선(4m이상), 지하차도, 고가도로, 표고점, 특별시경계, 지하철입구, 담장, 소화전, 하천중심선, 급수탑, 철도중심선, 인도, 고가차도, 도로분리대, 지하철(지상), 입체교차부(로), 육교, 지하도입구, 가로등, 신호등, 가로수, 석축상단, 석축하단, 옹벽상단, 옹벽하단, 제방상단, 제방하단, 1/500 도곽경계, 1/10,000 도곽경계, 계단, 전력/전신주, 수문, 보, 도로중심선(4m미만), 입체교차부(로)중심선, 고가차도중심선, 지하차도중심선, 고가도로중심선, 화단, 지하철중심선, 고가부, 복개하천중심선, 암거, 철교 (54) [수정] : 소화전, 급수탑(2)	없음	상수도관로, 상수심도, 정수장구역, 대배수구역, 소배수구역, 취수장, 정수장, 배수지, 가압장, 소블럭, 제수밸브, 역지밸브, 이토밸브, 배기밸브, 감압밸브, 안전밸브, 구역유량계, 수압계, 횡단굴착지점, 누수복구지점, 사업소경계, 사업소, 기타밸브, 변실, 신축관, 수도계량기, 공사위치, 계획노선, 전용수도전, 관말, 편락관, 저수조 (32)	없음

(5) 도시계획정보관리시스템

자료원		자체구축	외부 자료
기본도	응용시스템		
행정구역 경계(시/구/행정동/법정동), 표고점, 등고선, 실폭하천, 하천중심선, 호수/저수지, 실폭도로, 도로중심선, 철도, 지하철역, 정류소(버스, 택시), 공항, 공원, 주차장경계, 터미널, 건물경계, 수치지형도 도엽, DEM (88) [수정] :1/1,000 도곽경계, 1/5,000 도곽경계(2)	[토지] 7용도지역, 용도지구, 용도구역, 도시계획시설(ES), 도시계획시설(NS), 도시계획사업, 도심재개발사업구역, 도심재개발사업지구, 택지개발사업지구, 주거환경개선사업지구, 토지구획정리지구계획(36_52), 용도지역 이력, 미집행시설, 도시계획시설_선형, 도시계획시설_도로, 주택재개발사업구역, 토지구획정리사업, 아파트지구개발사업지구 (18)	급수구역, 하수처리구역, 오염측정망, 기상측정망, 교통량조사지점, 교통속도조사구간, 경위도선, 오염원분포, 용도지역, 용도지구, 용도구역, 시설, 사업, 도시계획이외의 기타법에 의한 용도지역·지구 지정현황, 미집행시설, 도시계획입안지역 (100)	없음

(6) 토지관리정보체계

자료원		자체구축	외부 자료
기본도	응용시스템		
[수정] : 구경계, 건물, 법정동경계, 도로(도로경계선), 철도(AF), 행정동경계, 하천경계, 1/1,000 도곽경계, 1/5,000 도곽경계, 등고선, 도로중심선(4m이상), 표고점, 호수/저수지, 특별시경계, 담장, 하천중심선, 철도중심선, 철도중심선, 등고수치, 표고수치 (19)	없음	편집지적, 개별지적, 개별지적필지정의, 연속지적, 편집지적변환구역, 편집지적보정점, 지적인덱스, 지번오류목록, 지목오류목록, 시도 행정구역, 시군구 행정구역, 읍면동 행정구역, 동리 행정구역, 국토/용도지역, 국토/토지거래허가구역, 도시계획구역, 도시계획용도지구/경관지구, 도시계획용도지구/미관지구, 도시계획용도지구/고도지구, 도시계획/기타용도지구, 도시계획시설(교통운수시설, 도시공간시설, 유통및공급시설, 공공문화복지시설, 도시방재시설, 보건위생시설), 토지형질변경규제지역, 하수/용도구역, 도시/기타용도지역지구, 산지(보전임지, 준보전임지), 조수보호/조수보호, 고속철도/고속철도건설예정지역, 교통/주차장, 하천/용도구역, 자연공원/공원구역, 군사시설/군사시설보호, 학교환경위행정화구역, 문화재/문화재보호, 관광진흥/관광지, 건물명, 건물기호, 도로명, 도로번호, 도로기호, 철도명, 하천명, 기준점, 수치지역좌표, 수치지역도면, 동/리계, [도시계획] 용도지역, 용도지구, 용도구역, 도시계획시설(ES), 도시계획시설(NS), 도시계획사업, 도심재개발사업구역, 도심재개발사업지구, 택지개발사업지구, 주거환경개선사업지구, 토지구획정리지구계획(36_52), 용도지역 이력, 미집행시설, 도시계획시설_선형, 도시계획시설_도로, 주택재개발사업구역, 토지구획정리사업, 아파트지구개발사업지구 (89)	없음

7) 현재 토지정보관리체계에 의해 레이어가 생성되고 있으나, 2005년부터는 도시계획정보관리시스템에서 수정하여 사용하도록 되어 있음.

(7) 새주소전산통합시스템

자료원		자체구축	외부자료
기본도	응용시스템		
호수/저수지, 도로분리대, 지하철(지상), 지하철역사 (4) [수정] : 구경계, 건물, 법정동경계, 도로(도로경계선), 철도(AF), 행정동경계, 하천경계, 터널, 교량, 지하차도, 고가도로 (11)	[토지] 편집지적, 자연공원/공원구역, [도로] 교차로 (3)	실폭도로, 건물군, 기초간격선, 기초구간, 연결선, 주출입구, 가상연결선, 가상주출입구, 도로명판지주, 자동차전용도로 (10)	(7)

(8) 지하시설물통합정보시스템

자료원		자체구축	외부자료
단순 참조	응용시스템		
구경계, 건물, 법정동경계, 도로(도로경계선), 행정동경계, 1/1,000 도곽경계, 1/5,000 도곽경계, 도로중심선(4m이상), 특별시경계, 소화전, 급수탑, 인도, 고가차도, 입체교차부(로), 1/500 도곽경계, 1/10,000 도곽경계, 1/50,000 도곽경계, 한강 (18) [수정] : 지하철입구, 지하철 환기구 (2)	[토지] 편집지적, [도로] 교차로, 도로면, 포장, 도로시설(면), [하수] 하수관거, 하수맨홀, 하수박스외곽선, [상수] 상수도관로, 상수심도 (10)	통신주, 공동구, 통신관로, 통신심도, 통신맨홀, 통신구, 통신이격거리, 배전-지중관로, 배전-지중맨홀, 배전-지중환기구, 배전-지중개폐기, 배전-지중변압기, 배전-가공전주, 배전-지중전력구, 배전-심도, 배전-이격거리, 송전-지중맨홀, 송전-지중전력구, 송전-지중심도, 송전-지중이격거리, 송전-지중관로, 송전-지중환기구, 가스관로, 가스맨홀, 정압기, 가스밸브, 테스트박스, 가스심도, 가스이격거리, 난방열관로, 난방맨홀, 난방심도, 난방이격거리, 상수밸브, 공동구 분전반, 공동구 전기실, 공동구 자재반입구, 공동구 접수정, 공동구 맨홀, 공동구 사무실입구, 공동구 단면도이미지위치, 공동구 분기구, 공동구 환기구, 공동구 작업구, 공동구 환기팬, 지하철 구간, 지하철 심도, 지하철 승강장, 지하상가 출입구, 지하상가 배기탑, 지하상가 비상구, 지하상가 단면도이미지위치, 지하상가 연결계단, 지하상가 외곽선, 지하상가 환기구, 지하시설물(선, 점, 면) (58)	(54)

2) 원시자료 분석

각 GIS 응용시스템의 데이터베이스는 공간 및 속성자료로 구성되며, 응용시스템별로 공사도면 및 대장자료 등을 이용하여 구축한다. 공간자료의 경우 기본도인 1/1,000 수치지형도를 기반으로 편집도면을 제작하고 공사도면 및 설계도면 참조, 현지측량 및 조사 등의 방법을 통하여 구축하며, 속성자료의 경우 각종 관리대장 및 공사대장, 설계서, 도면 등을 이용하여 구축한다.

<표 3-12> 응용시스템별 원시자료 현황

시스템 구분		원시자료 분석
공간데이터 웨어하우스	공간	- 1/1,000 수치지형도 주요 지형지물 - 도로관리시스템, 상수도 시설관리시스템, 지하시설물 통합정보시스템, 항공 사진 웹 검색시스템, 도시계획정보 관리시스템, 토지관리정보체계, 하수도 관리 전산시스템의 공통 GIS 데이터
	속성	- 도시계획결정조서, 도시계획시설결정조서, 토지대장, 건축물관리대장, 토지 조서, 시유/구유 재산관리대장
도로관리 시스템	공간	- 1/1,000 수치지형도 도로관련 지형지물 - 설계도, 준공도, 위치도, 측량성과도, 굴착복구공사 위치도, 교량중합평면도 (1/1,000), 터널/교량 준공도면, 시설물 준공도면, 항측도 - 도로굴착승인도면(굴착복구 신청, 조정, 승인, 준공, 하자검사)
	속성	- 사업계획서, 공사대장(도로개설부문), 단위공사 관리카드, 용역대장 - 미불보상관리카드(미불보상대장), 도로점용허가 처리대장 - 도로굴착복구대장, 관련서류, - 도로대장, 도로현황관리대장 - 시/구도 노선인정공고 내역 - 도로시설물관리카드(시설물보수 및 정비내역, 시설물점검 및 조치내역) - 도로부속물관리카드(부속물보수 및 정비내역, 부속물점검 및 조치내역) - 도로조명관리카드(도로조명 보수 및 공사내역, 도로조명 점검 및 조치내역) - 공사대장(유지관리부분)
상수도시설 관리시스템	공간	- 배관망도(1/3,000), 일반도(1/10,000), 관로도(1/500)
	속성	- 준공도면, 공사대장, 공사사진 - 시설물관리대장

<표 3-12> 표 계속

시스템 구분		원시자료 분석
하수도관리 전산시스템	공간	- 개보수평면도, 위치평면도(1/1,000), 하천대장 일람도(1/1,000), 하수관망정비 기본계획도, 주요지하시설물도, 하수관망도
	속성	- 하수관거 대장조서
도시계획정보 관리시스템	공간	- 도시계획도(1/3,000)
	속성	- 관련고시정보(결정, 지형, 실시계획승인인가고시 등 포함) - 토지이용계획내용, 도시계획입안내용
토지관리 정보체계	공간	- 수치지형도, 지적도, 용도지역지구도
	속성	- 토지특성자료, 각종대장자료, 법률자료
새주소전산 통합시스템	공간	- 1/1,000 수치지형도 및 1/5,000 수치지형도 일부, 수치편집지적도
	속성	- 도로 및 건물관련 대장조서
지하시설물 통합정보시스템	공간	- 1/1,000 수치지형도, 도로, 상수, 하수, 통신, 난방, 가스, 배전, 지하철
	속성	- 지하시설물 관련 대장조서

3) 데이터베이스 구축방법

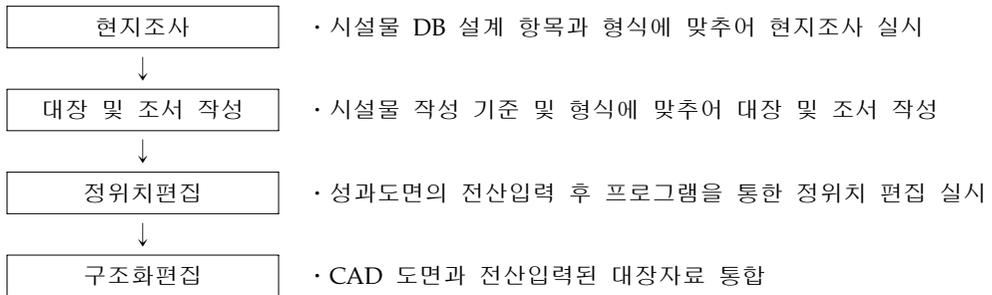
GIS 응용시스템의 데이터베이스 구축은 크게 공간 및 속성자료 구축으로 구분할 수 있으며, 주로 공간자료의 구축과 이와 관련된 속성자료를 입력하여 구축하는 순서가 일반적이다(그림 3-6, 그림 3-7). 각 응용시스템의 공간 및 속성자료 구축은 지상시설물과 지하시설물의 종류에 따라 데이터베이스 구축 절차가 조금씩 다르다. 지하시설물데이터베이스 구축은 지하시설물에 대한 탐사, 위치측량, 조사 등의 내용이 포함되며, 지하시설물 종류에 따라 탐사방법이 다르다.

<표 3-13> 시설물 종류에 따른 시스템 구분

시설물 구분	응용시스템
지상시설물	도로관리시스템, 도시계획정보관리시스템, 토지관리정보체계, 새주소전산 통합시스템
지하시설물	상수도시설관리시스템, 하수도관리전산시스템, 지하시설물통합정보시스템

(1) 지상시설물 구축

지상시설물 탐사는 현지조사, 대장 및 조서 작성, 정위치편집, 구조화편집의 순으로 이루어지며, 이를 통하여 GIS의 공간정보 및 속성정보에 대한 데이터베이스를 구축한다.



<그림 3-6> 지상시설물 DB 구축 절차

○ 현지조사 및 대장·조서 작성

- DB 구축에 필요한 기존도면 및 대장·조서 등 원시자료에 대하여 현지조사를 실시하고 각종 시설물의 현황 파악 및 변형·누락에 대한 조사를 수행함.
- 현지조사시 도면과 실제지형이 상이하거나 불명확한 부분이 발생할 경우 현지보완측량을 실시하고 지거측량 등에 의하여 위치를 결정함.

○ 정위치편집

- 현지조사 및 보완측량을 실시하여 각종 시설물에 대한 변경, 누락 등이 발생한 부분에 대하여 현지조사 내용에 맞게 허용오차 범위 내로 정위치편집을 하고, 정위치편집이 완료된 시설물도를 출력할 수 있도록 도면제작 및 편집을 수행함.

○ 구조화편집

- 완료된 정위치편집 데이터에서 각각의 레이어를 점, 선, 면의 기하모델로 편집 작성하여 파일로 작성된 속성데이터와 연계할 일련번호 ID를 부여함.
- 최종적으로 변환된 파일을 해당 프로그램에서 서로 연계되는 도형 ID와 속성 데이터의 ID를 연결함.

① 새주소 전산통합시스템 데이터베이스 구축(예)

○ 현장조사

- 수치지형도를 기본으로 도로구간, 건물현황, 건물주출입구, 건물군에 대한 현장조사를 실시
- 수치지형도에 없는 건물데이터에 대하여는 준공도면을 이용하였으며, 수치지형도가 없는 산악지역 및 보안지역에 대하여는 새주소팀에서 자체 제작한 도면을 이용하였으나 측량에 의하지 않아 정확도는 보장할 수 없음.

○ 기본도 수정

- 수치지형도 레이어 중에서 업무 목적에 부합하는 건물 및 도로 레이어를 추출
- 건물데이터 중에서 수치지형도에 없는 데이터, 최근 조사한 자료 등을 파악하여 최신의 데이터로 통합하여 사용

○ 구조화편집

- 기본도 위에 건물, 건물군, 도로구간, 실폭도로, 주출입구를 입력하거나 또는 기존의 데이터에 위상관계를 부여
- 위상관계의 확인이 완료된 도형데이터에 대하여 관리번호 및 이와 연결된 속성데이터를 입력

- 지번/건물 매칭

- 구조화편집을 완료한 건물 Shape 파일과 편집지적 Shape 파일을 이용하여 지번 매칭시킴.

- ② 도시계획관리시스템 데이터베이스 구축(예)

- 도시계획관리시스템에서는 토지관리정보체계의 대축척 도시계획도 및 시설별 주제도와 소축척 수치지형도를 혼합 사용하여 도시계획총괄도를 작성함. 따라서 도시계획총괄도의 제작기준은 1/25,000 축척을 유지함.

- 도시계획총괄도 제작기준

- 도시계획총괄도의 기본 자료는 1/1,000 수치지형도를 이용하여 제작된 구단위 연속주제도(도시계획시설도)를 추가하여 제작함.

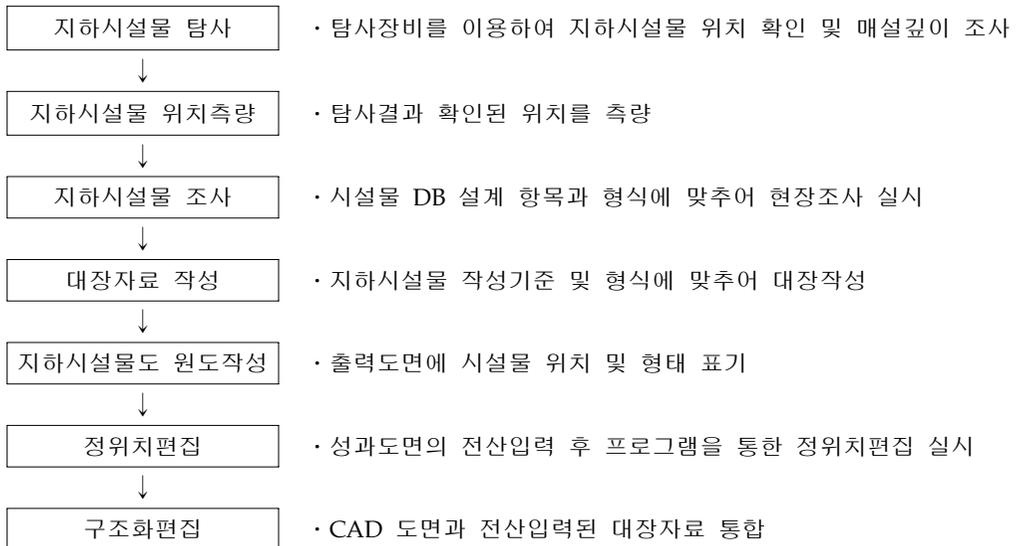
- 일반 지형지물은 수치지형도에서 규정한 지형지물 코드를 준수하며, 수치지형도에 존재하지 않은 도시계획시설의 지형지물은 별도의 코드를 부여함.

- 각 구별로 제작된 도시계획시설도를 서울전역으로 합성할 경우, 인접되는 자치구 사이의 지형지물이 정확히 일치하지 않은 문제가 발생하므로 국가에서 발생한 1/25,000 수치지형도를 사용하여 지형지물 연결과정 작업을 수행함.

- 도시계획정보관리시스템에서 구축한 공간데이터는 도로관리시스템, 하수도관리전산시스템, 상수도시설관리시스템 등에 비하여 위치정확도를 높게 요구하지 않기 때문에 상대적으로 위치정확도가 낮게 나타나고 있음.

(2) 지하시설물 구축

지하시설물 데이터베이스 구축은 탐사, 위치측량, 시설물 조사, 대장자료 작성, 원도작성, 정위치편집, 구조화편집의 순으로 이루어지며, 지상시설물과는 달리 탐사 및 위치측량이 중요하면서도 큰 부분을 차지하고 있다.



<그림 3-7> 지하시설물 DB 구축 절차

○ 지하시설물 탐사

- 기존의 관로도, 공사 준공도면 등을 기초로 탐사작업을 실시하여 지하시설물의 위치와 매설깊이 등을 조사

○ 지하시설물 위치측량

- 지하시설물 위치측량은 탐사장비를 이용하여 지하에 매설된 시설물의 존재여부 및 깊이를 탐사하고, 탐사결과 확인된 위치에 대한 측량을 실시

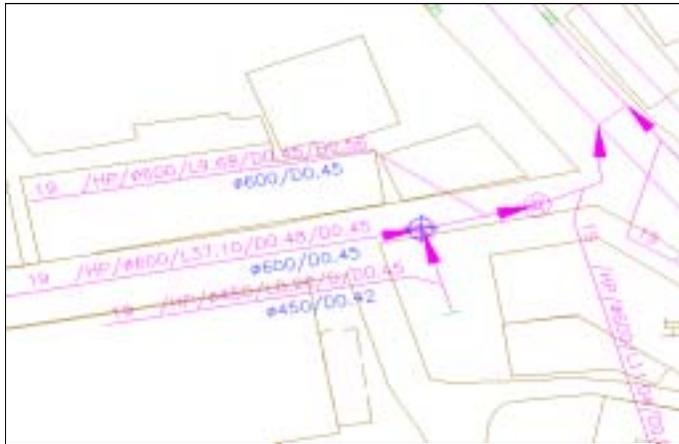
- 측량은 출력도면과 일치하는 현장의 주요 지형지물을 상대기준점(건물모서리, 담장선, 인도경계선, 기타 지상시설물)으로 하여 측점과 상대기준점간에 측선을 내리고 이격거리를 측정하는 방식을 사용
- 시설물 조사
 - 해당 시설물을 대상으로 데이터베이스 설계시 작성된 항목과 형식을 중심으로 현장조사를 실시
- 대장자료 작성
 - 건설교통부에서 제시한 지하시설물도 작성 기준 및 형식을 최대한 반영하고, 기존에 사용하던 시설물별 대장형식을 토대로 시설별 조사항목, 형식, 기준 등을 참고하여 대장자료 작성
 - 대장자료는 정해진 항목, 기록내용, 기록방법 등에 따라 일관성을 유지
- 지하시설물 원도 작성
 - 측정된 관로선형을 출력도면에 이기하고 밸브 등의 시설물 위치를 표기하여 지하시설물도 작성



<그림 3-8> 지하시설물 원도 예

○ 정위치편집

- 현장에서 탐사와 측량을 통해 완성된 지하시설물 성과도면을 시스템 상의 수치지형도상에 이기하기 위하여 성과도면을 스캐닝 후 편집프로그램을 통하여 정위치편집 작업을 실시
- 자체적으로 정위치편집 작업지침(편집작업 환경, 자료입력순서, 검수방법 등)을 수립하여 작업을 수행



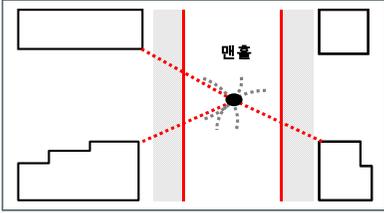
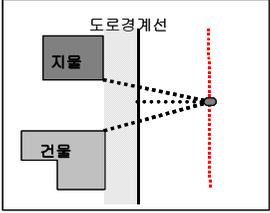
<그림 3-9> 정위치 편집도 예

○ 구조화편집

- 정위치편집을 통하여 생성된 CAD도면과 전산입력을 통하여 생성된 대장 자료를 기초자료로 하여 응용프로그램에서 활용할 수 있는 데이터베이스 자료의 형태로 변환하는 과정
- 구조화된 데이터베이스의 품질은 정위치편집과 자료입력을 통하여 생성된 데이터의 품질에 매우 의존적이며, 데이터베이스는 응용프로그램의 활용성과 직접 연관됨.

① 하수도관리 전산시스템 데이터베이스 구축(예)

<표 3-14> 하수도관리 전산시스템 DB 구축 단계

구분	데이터베이스 구축 내용
<p>하수관망 및 맨홀 위치 결정 (지하시설물도 작성)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 자료조사 및 편집 · 하수관망도(1/3,000, 1/600, 1/500) · 1/1,000 수치지형도를 하수관망도 축척인 1/500 인덱스에 맞추고 기본설계서의 하수관망을 중첩 - 맨홀 정위치 측량 · 기 조사된 자료중 개량, 확장, 신설구간과 기본설계와 수치기본도 대비 상이, 누락된 구간에 대한 맨홀의 정확한 위치를 현장에서 3점법으로 측량하여 표기(줄자 이용) <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">   </div> <ul style="list-style-type: none"> · GPS 측량은 실시되지 않음.
<p>지하시설물도 입력 및 DB구축 (정위치편집)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 맨홀의 위치가 틀리거나 혹은 신설된 맨홀의 위치를 재조사하여 정위치편집 수행함.
<p>구조화편집</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 도형 및 속성자료의 통합 · dxf 파일형태의 하수시설물도 도형자료와 문자 또는 엑셀형태의 속성자료를 통합 - 데이터 변환 · ARC/INFO Coverage로 변환하고 속성입력 후 Shape 파일로 변환하여 SDE Loading

4) GIS 응용시스템 데이터베이스 유지관리

GIS 응용시스템의 데이터베이스 유지관리는 1/1,000 수치지형도로부터 구축된 부분과 업무에서 자체적으로 생성된 데이터로 구분된다.

1/1,000 수치지형도로부터 구축된 지형지물은 수치지형도 유지관리 주기에 따라 필요한 레이어를 추출하여 단순 참조하거나 또는 각 응용시스템에서 구조화 편집하여 재구축을 수행한다. 자체적으로 구축된 지형지물은 각 응용시스템 별로 별도의 유지관리를 수행하고 있다(표 3-15).

세계측지계로 데이터베이스를 변환시키는 경우, 향후에 발생하는 유지관리체계는 달리 적용될 것으로 판단된다. 세계측지계는 GPS 측량과 모바일 GIS를 이용한 자료의 생성 및 유지관리에 바로 이용될 수 있으며, 기존 상대측량을 통하여 유지관리 되는 것과는 달리 절대측량을 수행하기 때문에 위치정확도 및 유지관리의 신속성을 높일 수 있을 것으로 판단된다.

세계측지계 전환 전·후의 데이터베이스 유지관리 방법은 현장조사 및 측량을 통한 데이터 취득과정에서 차이가 나타날 수 있다(그림 3-10). 기존의 방법에서는 조사도면에 측량성과를 이기하고 이를 다시 디지털화하거나 도면을 스캐닝 한 후에 벡터라이징 과정을 거쳐 전산입력을 수행하므로 오차가 누적되고 작업수행 시간이 많이 소요된다. 세계측지계 전환이 이루어지면 GPS 측량, 모바일 GIS, LBS를 이용한 데이터 취득이 실시간으로 이루어지며, 별도의 전산입력 작업이 필요 없이 데이터 갱신이 가능하므로 정확도 및 갱신에 소요되는 시간과 비용의 절감 효과를 가져올 수 있다.

기존의 측지계

측량 및 현장조사

- 현장조사 및 지거측량
- 조사도면에 이기



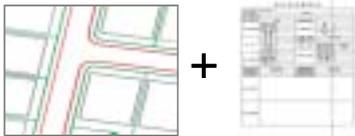
전산 입력

- 디지털라이징 또는 벡터라이징(스캐닝) 과정 수행



구조화 편집

- 도형데이터의 위상부여(점,선,면 처리)
- 도형과 속성데이터 결합



데이터베이스 갱신

- 변경내용에 관한 데이터베이스 (도형, 속성데이터) 갱신



- 데이터베이스의 유지 관리가 어려움
- 측량성과의 변환과정이 요구

세계측지계

측량 및 현장조사

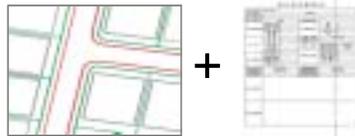
- GPS측량 실시
- PDA를 이용한 데이터 취득



- 조사도면에 이기가 필요없이 실시간으로 데이터 취득 가능
- 맨홀 등의 시설물의 경우 맨홀 위에서 짧은 시간에 측량이 가능

구조화 편집

- 도형데이터의 위상부여(점,선,면 처리)
- 도형과 속성데이터 결합



데이터베이스 갱신

- 변경내용에 관한 데이터베이스 (도형, 속성데이터) 갱신



- 데이터베이스 갱신의 정확성, 신속성 확보
- 세계측지계 전환이전에 수행했던 측량성과의 변환과정이 불필요

<그림 3-10> 세계측지계 전환 전·후의 GIS 응용시스템 DB 유지관리과정 비교

<표 3-15> 응용시스템별 유지관리 내용

시스템 구분	유지관리 내용
공간데이터 웨어하우스	공간데이터웨어하우스 자체에서는 데이터의 구축 및 유지관리가 없으며, 외부시스템의 데이터를 연계하여 최신의 데이터를 확보하게 됨.
도로관리 시스템	<p>도로 및 도로시설물 내용에 따라 시청 및 도로시설물관리부서에서 유지관리 수행. 도로의 변경이 있는 구간과 없는 구간을 구분하여 갱신 주체를 달리하고 있음.</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 도로의 변경이 있는 구간의 갱신 <ul style="list-style-type: none"> - 데이터 품질확보를 위하여 지리정보담당관실에서 자체적으로 갱신 수행 - 수치지형도 갱신주기에 따라 일괄 갱신을 수행함. ○ 도로의 변경이 없는 구간의 갱신 <ul style="list-style-type: none"> - 도로노선의 속성정보: 시설물관리부서 - 도로시설물의 도형 및 속성 정보: 지리정보담당관실 - 도로부속물/조명/점용시설의 도형 및 속성정보: 시설물 관리부서
상수도시설 관리시스템	<p>상수도사업본부내의 지리정보전담부서와 자료입력부서로 구분하여 실시간으로 데이터베이스를 갱신함.</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 데이터 갱신은 공사발주시 시공부서에서 자료입력부서로 공사현황자료를 통보하고 공사완료시 준공도를 포함한 준공자료를 자료입력부서에 전달한 후, 확인과정을 거쳐 자료를 입력하고 관리를 수행함. ○ 데이터의 정확도를 높이기 위한 GPS 측량 등 절대측량방법 고려함.
도시계획정보 관리시스템	<p>신규발생 된 자료 및 최신정보에 대한 데이터베이스 구축 사업이 진행 중임. 별도의 유지관리 체계는 없는 실정임.</p>
하수도관리 전산시스템	<p>기존 하수도관리 전산시스템 구축자료, 수치지형도 및 하수도공사현황자료를 이용하여 지하시설물을 조사/탐사하고 지하시설물도를 정위치편집 및 구조화편집하여 유지관리 수행함.</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 기존에 구축된 도형 및 속성자료를 2002년 12월을 기준으로 보완하였으며, 유지관리 절차는 초기 데이터베이스를 구축하는 절차와 마찬가지로 조사용 도면 출력, 지하시설물 조사 탐사, 정위치편집, 구조화편집의 순으로 작업을 수행함.

<표 3-15> 표 계속

시스템 구분	유지관리 내용
<p>새주소전산 종합시스템</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 데이터베이스의 유지관리는 시청과 구청에서 수행 ○ 시청에서는 실폭도로와 여러 구를 관통하는 도로구간의 관리가 주요 업무이며, 구청에서는 건물관리, 도로구간 및 기초구간 관리, 지주 및 명판관리 등 새주소 전반적인 업무를 처리함. ○ 건물데이터 유지관리 <ul style="list-style-type: none"> - 건물데이터의 유지관리는 건물의 정확도와 갱신주기가 가장 큰 관건임. 그러나 새주소전산종합시스템의 경우 수치지형도를 기본으로 작성된 건물이 입력되어야 하나 수치지형도 갱신주기(2년)가 늦기 때문에 주소를 부여하기 위해서는 별도로 건물을 생성시켜야 함. <ul style="list-style-type: none"> · 향후 수치지형도가 갱신되었을 때 건물의 변경이 쉽도록 건물속성에 향측 데이터인지 비향측데이터인지를 구분하여 입력 · 수치지형도가 갱신된 후 비향측데이터를 교체하는 경우, 건물 도형만 변경하고 기존의 건물속성을 그대로 대체시키거나 완전히 신규로 입력하는 두 가지 방안 중 선택하여 작업을 수행 - 건물 준공도면에는 좌표가 입력되어 있지 않기 때문에 디지털이저로 입력하더라도 건물의 형태만 입력됨. <ul style="list-style-type: none"> · 따라서 기존 좌표체계와 일치시키기 위하여 준공도면의 대지경계선 4곳을 시스템의 화면에 있는 지적선에 일치시키고, 준공도면의 건물외곽선을 입력한 후, 속성내용에 비향측으로 기입

5) GIS 응용시스템간의 데이터베이스 연계

GIS 응용시스템 데이터베이스는 1/1,000 수치지형도를 기반으로 각 응용시스템의 업무 특성에 따라 구축되었다. 데이터베이스를 구축함에 있어 일관된 방법론이 존재하고 있지 않으므로 데이터 중복 및 불일치의 문제가 발생하고 있다.

데이터 중복은 각 응용시스템에서 구축한 데이터 중에 1/1,000 수치지형도 또는 타 응용시스템에 같은 항목의 레이어가 있음에도 불구하고 데이터를 중복으로 구축한 경우이다. 데이터의 불일치는 1/1,000 수치지형도나 타 응용시스템의 데이터를 이용하였으나 사용된 데이터의 제작시점이 틀릴 수 있으며, 이외에 각 응용시스템 데이터베이스 구조에 맞게 데이터를 변환하는 과정에서 불일치가 발생할 수 있다. 이들 문제점을 극복하기 위하여 공간데이터웨어하우스의 활용이 중요시 되고 있으나, 당시에는 공간데이터웨어하우스의 사용이 보편화되지 않았으며, 타 응용시스템의 데이터 이용이 온라인 보다는 오프라인으로 이루어지는 경우가 많았기 때문에 데이터의 중복 및 불일치 문제가 존재하고 있다.

세계측지계 전환에 따른 데이터의 변환을 위해서는 각 응용시스템들의 데이터에 대한 무결성을 보장하기 위한 통합관리가 선행되어야 한다. 데이터 신규제작 및 유지관리에 있어 통일된 지침이 요구되며, 데이터에 대한 이력관리가 요구된다. 또한, 공간데이터웨어하우스의 적극 활용으로 데이터의 중복 및 불일치를 방지하여 세계측지계 전환시 일률적으로 작업이 수행될 수 있는 환경 조성이 필요하다.



<그림 3-11> 서울시 GIS 응용시스템 연계도

6) GIS 응용시스템의 소프트웨어 총괄현황

서울시에서 운영되고 있는 GIS 응용시스템의 소프트웨어는 ESRI 제품군이 많은 부분을 차지하고 있으며, 데이터베이스 관리시스템으로는 오라클을 사용하고 있어 응용시스템별 데이터베이스 호환 및 연계시 큰 문제점은 발생되지 않을 것으로 판단된다. 세계측지계로 데이터를 변환하는 경우, 소프트웨어 부문에서는 좌표계 변경이 필요하며, 시스템 기능에서는 좌표계 전환에 따른 위치변동만이 문제가 되기 때문에 별도의 프로그램 수정작업은 없을 것으로 판단된다.

그러나 세계측지계 전환에 따른 데이터베이스 재구축시, 데이터베이스의 구조적인 문제점은 발생할 여지가 있기 때문에 데이터 변환후, 시스템 운영에 대한 검증작업이 필요하다.

<표 3-16> GIS 응용시스템별 사용 소프트웨어

구분	서비스 형태	소프트웨어	정보내역	시스템 담당부서
공간데이터 웨어하우스	C/S	ESRI 제품군, Oracle	지형, 도로, 상수, 하수, 도시계획, 지적 정보	지리정보 담당관
도로관리시스템	C/S	ESRI 제품군, Oracle	도로관련 정보, 지형정보	지리정보 담당관
하수도관리 전산시스템	C/S	ESRI 제품군, Oracle	하수관련 정보, 도로, 지형정보	하수계획과
상수도시설 관리시스템	C/S	ESRI 제품군, Oracle	상수관련 정보, 지형정보	상수도 사업본부
도시계획정보 관리시스템	C/S, WEB	ESRI 제품군, Oracle	도시계획관련 정보, 지형정보	지리정보 담당관
토지관리정보체계	C/S, WEB	ESRI 제품군, AutoCAD Oracle	토지관련 정보, 도시계획, 지형정보	지적과
새주소전산 통합시스템	C/S, WEB	ESRI 제품군, Oracle	건물, 도로, 지적, 지형정보	새주소 부여팀
지하시설물 통합정보시스템	C/S, WEB	ESRI 제품군, Geogate, MySQL, Oracle	도로, 상수, 하수, 지적, 송전, 난방, 가스, 지하철, 지형정보	지리정보 담당관

(1) GIS 소프트웨어를 이용한 좌표변환

현재 운영되고 있는 GIS 소프트웨어는 자체적으로 베셀타원체와 GRS80타원체 등에 대한 좌표계 정보를 지원(표 3-17)하며, 이를 이용한 좌표변환기능을 제공하고 있다. GIS 응용시스템 내의 공간데이터는 기본적으로 베셀타원체 상의 TM 좌표값을 가지고 있으나 GIS 소프트웨어를 이용하여 좌표변환을 수행할 경우 적절한 좌표계 정보가 등록되어 있는지 검토가 필요하다.

일반적으로 수치지형도 및 응용시스템 데이터베이스내의 공간데이터들은 베셀 타원체 기준의 TM 좌표값을 가지고 있으나 좌표계 정보를 헤더 등에 따로 가지고 있지 않으므로 적절한 좌표계 정보를 지정해야 한다. 서울시에서 운영중인 소프트웨어는 좌표계 설정 및 관리, 좌표변환 기능을 제공하므로 기존 데이터에는

베셀타원체 기준의 TM 좌표를 지정하고 세계측지계 전환후에는 GRS80타원체 기준의 TM 좌표 설정이 필요하다.

<표 3-17> GIS 소프트웨어에서의 타원체간 좌표계 정보

타원체 설정내용	Bessel	GRS80
타원체 설정방법	[Geographic Coordinate Systems]- [Asial-Korean Datum 1985.prj 선택	[Geographic Coordinate Systems]-[S pheroid-based]-GRS 1980.prj 선택
타원체 설정내용	Datum: D_Korean_Datum_1985 Spheroid: Bessel_1841 Semimajor Axis: 6377397.15500000 030 Semiminor Axis: 6356078.96281818 860 Inverse Flattening: 299.1528127999 99990000	Datum: D_GRS_1980 Spheroid: GRS_1980 Semimajor Axis: 6378137.00000000 000 Semiminor Axis: 6356752.31414035 610 Inverse Flattening: 298.25722210100 0020000
투영법 내용 (모두 동일)	Projection: Transverse_Mercator Parameters: False_Easting: 500000.000000 False_Northing: 200000.000000 Central_Meridian: 127.000000 Scale_Factor: 1.000000 Latitude_Of_Origin: 38.000000 Linear Unit: Meter (1.000000)	Projection: Transverse_Mercator Parameters: False_Easting: 500000.000000 False_Northing: 200000.000000 Central_Meridian: 127.000000 Scale_Factor: 1.000000 Latitude_Of_Origin: 38.000000 Linear Unit: Meter (1.000000)

(2) ArcGIS를 이용한 Shape 파일 좌표변환 검토

서울시에서는 GIS 응용시스템 소프트웨어로 ArcGIS가 주로 운용되고 있기 때문에 이들 소프트웨어에서 제공하는 좌표변환 기능을 이용하여 Shape 파일을 세계측지계로 전환하고 이에 대한 사용가능성을 검토하였다.

① 좌표변환을 위한 좌표계 설정

- 기존의 Shape파일은 좌표값은 가지고 있으나, 좌표계가 지정되지 않는 경우가 있으므로 좌표계 지정을 수행함.

② 좌표변환 방법

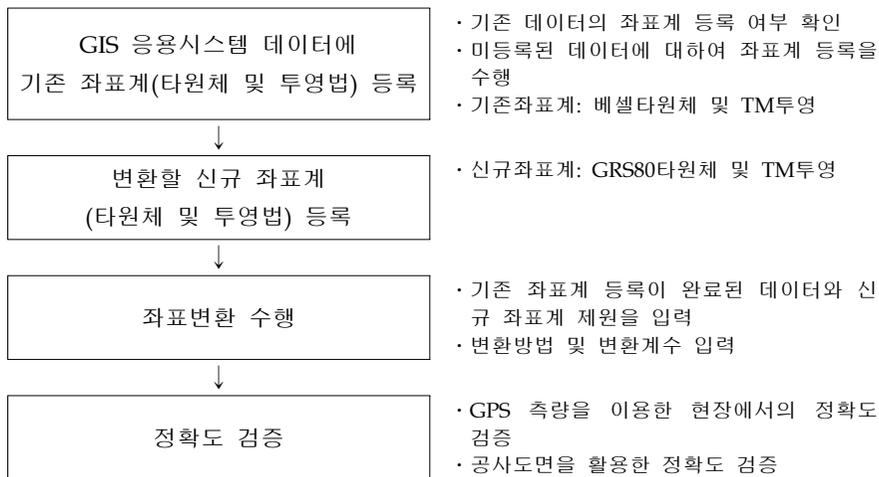
- ArcGIS에서는 <표 3-18>과 같은 변환방법을 제공하며 인자(parameters)의 설정이 요구됨.

<표 3-18> ArcGIS에서 제공되는 세계측지계 전환방법

방법	설정 인자 (인자 개수)	비고
Geocentric Translation	X, Y, Z Axis Translation(meters) (3개)	두 타원체 간의 타원체 중심점의 변동량 적용
Molodensky	X, Y, Z Axis Translation(meters) (3개)	두 타원체 간의 타원체 중심점의 변동량 적용
Abridged Molodensky	X, Y, Z Axis Translation(meters) (3개)	두 타원체 간의 타원체 중심점의 변동량 적용
Position Vector	X, Y, Z Axis Translation(meters) X, Y, Z Axis Rotation(seconds) Scale Difference(ppm) (7개)	
Coordinate Frame	X, Y, Z Axis Translation(meters) X, Y, Z Axis Rotation(seconds) Scale Difference(ppm) (7개)	

③ 좌표변환 과정

- 기존의 데이터는 베셀타원체상에서 평면에 투영한 직각좌표로 되어 있으므로 이에 해당하는 좌표계 정보를 선택하여 데이터에 등록함.
- 좌표변환의 기준이 되는 GRS80타원체와 TM 투영에 관한 정보를 설정함.
- 두 개의 좌표계 정보와 소프트웨어가 제공하는 적절한 변환방법을 선택하고 이에 맞는 변환계수를 입력하여 좌표변환을 수행
- 좌표변환이 완료된 데이터에 대하여 GPS 측량 등 절대측량 성과를 이용하여 위치정확도 평가를 수행함.



<그림 3-12> GIS 소프트웨어를 이용한 좌표변환 수행과정

④ 좌표변환 결과

- ArcGIS 9.0을 이용하여 Shape 파일에 대한 좌표변환을 수행하였으며, 이를 위하여 커스터마이징 과정을 선행하였음.

○ 커스터마이징 과정

- 시스템 환경변수 설정 및 폴더 지정
- geogtran, pedef90.h 파일(ESRI 제공)을 해당폴더에 복사
 - geogtran 파일의 내용(세계측지계 전환 관련 부분)으로 국토지리정보원에서 고시한 좌표변환계수(7-파라미터) 및 변환 메소드를 적용하였음.

GEOGTRAN,208404,"Korea85_To_GRS80",
PE_GCS_KOREAN_1985,7019,
PE_MTH_MOLODENSKY_BADEKAS,
PE_PAR_X_AXIS_TRANSLATION,-145.907,
PE_PAR_Y_AXIS_TRANSLATION,505.034,
PE_PAR_Z_AXIS_TRANSLATION,685.756,
PE_PAR_X_AXIS_ROTATION,-1.162,
PE_PAR_Y_AXIS_ROTATION,2.347,
PE_PAR_Z_AXIS_ROTATION,1.592,
PE_PAR_SCALE_DIFFERENCE,6.342

- ArcCatalog 또는 ArcMap에서 Project Management 도구를 실행하여 Geographic Transformation 목록을 보게 되면 새롭게 추가한 좌표계 목록들이 자동으로 보이고 이를 이용하여 좌표변환을 수행할 수 있음.
- 좌표변환 결과 세계측지계로의 전환이 수행되었으나 좌표에 대한 변동량 및 위치정확도 검증이 보다 필요함. 이외에 구성과 및 신성과에 의한 위치차 등 기존 수치지형도에 내제되어 있는 문제점 등은 상용 S/W에서 제거될 수 없기 때문에 좌표변환 기능의 사용 여부는 추가적 검토가 필요함.

7) 메타데이터 총괄현황

메타데이터는 “데이터에 대한 데이터” 즉, 데이터에 대한 이력서로서 데이터 유통시 데이터에 대한 이해를 높이고 정보의 활용을 촉진하는 중요한 기능을 담당한다. GIS 데이터베이스에 대한 메타데이터는 데이터의 내용, 품질, 용도, 판매 가격 등 상세한 정보를 사전에 제공하는 기능을 갖고 있으며, 불필요한 데이터의 송수신 과정을 간소화하여 데이터 유통의 효율성을 제고시킬 수 있다. 각 응용시스템이 갖고 있는 메타데이터는 현재 응용시스템별로 관리자가 그 내용을 수정·관리하고 있다. 메타데이터는 ISO 표준에 의하여 구성되었으며, 공간데이터웨어하우스를 통한 메타데이터의 통합관리를 실시하고 있다.

세계측지계 전환과 관련하여 메타데이터가 포함하고 있는 기준계정보와 범위 정보에 대한 수정이 요구되며, 메타데이터의 구성은 <표 3-19>와 같다.

<표 3-19> 세계측지계 전환시 메타데이터 변경내용

패키지	개체	수정내용
메타데이터 개체셋 정보	MD_메타데이터	- 없음
식별정보	MD_식별	- 없음
제한정보	MD_제한	- 없음
데이터품질 정보	DQ_데이터품질	- 없음
유지보수 정보	MD_유지보수정보	- 없음
기준계 정보	MD_기준계	- 기준계식별자 - 기준계명칭
내용 정보	MD_내용설명	- 없음
배포 정보	MD_배포	- 없음
범위 정보	EX_범위	- 지리범위요소 · 서쪽경계경도(각), 동쪽경계경도(각), 남쪽경계위도(각), 북쪽경계위도(각) - 수직범위요소
참고자료 및 책임담당자 정보	CI_참고자료, CI_책임담당자	- 없음

○ 메타데이터 변경방법

- GIS 응용시스템의 메타데이터 변경은 공간데이터웨어하우스에 있는 메타데이터관리시스템을 이용하고 있으며, 각 응용시스템의 관리자는 메타데이터 관리시스템의 접근권한을 통해 해당하는 메타데이터로 접근하여 변경을 수행하게 됨.
- 따라서, 기존 자료에 대한 세계측지계 전환이 발생하면, 해당 응용시스템의 관리자는 각 레이어별로 기준계 및 범위정보 변경을 수행하여야 함.

제 4 장 서울시 지리정보데이터 변환내용 분석

제1절 사례 분석

제2절 세계측지계 전환시 지리정보데이터 변환내용 분석

제 4 장 서울시 지리정보데이터 변환내용 분석

제4장에서는 세계측지계 전환에 관련된 타 지자체 및 일본의 사례를 살펴보고, 서울시 1/1,000 수치지형도 및 지리정보데이터에 대한 세계측지계 변환방법들의 내용 및 문제점을 파악하여 실제 서울시에 적합한 방법을 제안하고자 한다.

제1절 사례 분석

1. 국토지리정보원(수치지도 좌표계 전환에 관한 연구(II))

수치지도 좌표계 전환에 관한 연구(II)에서는 세계측지계 채택에 따른 공간데이터의 획득, 유지, 관리 및 원활한 공급을 수행할 수 있도록 기존의 수치지도를 효율적으로 변환하기 위한 변환전략과 도구를 개발하여 다양한 지리정보 이용자들에게 변환성과를 제공함으로써 사회·경제적 이익을 도모하고자 하였다.

주요 연구내용은 수치지도 등 지리정보데이터의 정확한 변환을 위한 측량성과의 재계산, 변환계수의 산정, 변환도구 제작, 변환성과의 평가 및 지침 등이다. 좌표계 전환에서는 5개의 좌표변환모델을 이용한 변환계수의 산출, 변환계수를 이용한 수치지도 성과의 변환, 왜곡모델링의 수행과 보정, 변환결과의 비교와 분석 이외에 GPS에 의한 현장측량을 통한 수치지도의 변환 정확도 평가 등을 수행하였다.

1) 연구내용

○ 외국사례 검토 및 분석

- 일본, 호주, 캐나다, 미국의 수치지도 변환에 관한 수행내용 및 변환 도구 소개

- 세계측지계에 의한 수치지도 좌표(Map Grid) 계산
 - 「한국 지구중심좌표계 결정을 위한 성과산출 등에 관한 학술연구(2000)」
용역결과와 정밀 1, 2차 기준점의 EDM 관측성과를 이용하여 통합 망조정
실시
 - ITRF2000 좌표계와의 최적의 좌표변환계수를 산정하기 위한 최적 변환 모
델 결정
- 수치지도 성과변환을 위한 도구제작
 - 최적 좌표 변환 도구의 알고리즘에 대한 연구 수행
 - 변환도구 프로그램 개발(GDKtrans)
- 변환 정확성 평가
 - 1:5,000 수치지도의 변환 정확도 평가를 위하여 6개 표본지역 선정
 - GPS statics 측량을 실시하여 세계측지계에 의한 좌표 획득
 - 변환 좌표와의 정확도 비교·검증 수행
- 왜곡모델링 수행
 - 두 측지계에 기준한 좌표를 가진 측지 기준점 데이터(공통점)으로부터 변
환 격자를 계산하기 위하여 다음의 과정을 수행
 - 왜곡량 분석 및 데이터 정비
 - 경험적 공분산 함수의 계산 및 공분산 함수에 대한 해석적 모델 개발
 - 왜곡 성분을 결정하기 위하여 해석적 공분산 함수 및 보간법 사용

2) 연구결과

(1) 세계측지계에 의한 수치지도 좌표계산

- 현재 우리나라에서 사용하고 있는 Tokyo Datum (Bessel 1841 타원체)에 기준한 위치 데이터들을 세계측지계(GRS80타원체)에 기준하여 변환하거나 역계산을 위해서는 측지기준계간의 변환계수가 필요함.
- 변환계수를 결정하기 위하여 1996년부터 국토지리정보원에서 관측한 정밀1차 측지망의 기준점 107점을 이용하여 Bursa-Wolf, Molodensky-Badekas, Veis, Affine(Wolfrum), Krakiwisky-Thomson 모델을 적용하고 적합한 변환계수를 결정
 - Molodensky-Badekas 모델 결정
- 1/1,000 수치지형도를 변환하여 얻은 GRS80 TM 좌표와 GPS 관측 데이터를 해석하여 얻은 GRS80 TM 좌표간의 차이가 공공측량의 작업규정 세부기준에 의한 정확도 범위인 0.7m에 들지 못함. 이상점을 제외한 결과 남북방향으로는 55.42%, 동서 방향으로는 90.36%가 위치정확도 0.7m 범위내에 들지 못하여 1/1,000 수치지형도 변환에는 적합하지 못한 것으로 판단됨.

〈표 4-1〉 축척별 좌표변환 이동량 비교

구분	서울	
	$\Delta X(m)$	$\Delta Y(m)$
1/1,000	1.033	2.371
1/5,000	2.046	1.849

(2) 왜곡모델링 결과

- 전국에 분포되어진 68개 기준점에 대하여 왜곡모델링을 수행한 결과, 평균적으로 약 72%정도의 정확도 향상을 나타냄.
- 해당 연구에서는 전국에 대한 왜곡모델링을 수행하기 위하여 비상사점(이상점)을 제외한 156점을 사용하였으나, 보다 정확한 왜곡모델링을 위하여 충분한 공통점의 사용이 필요함.

2. 전주지역 수치지형도 좌표계 변환

- 3가지 안의 변환 모델 적용
 - 1안: 2차원 등각, 등축척 변환
 - 2안: 7매개변수를 이용한 3차원 변환(Bursa-Wolf 모델)
 - 3안: 3차원 변환과 2차원 변환 병용

1) 실험연구 수행

- 관측방법: GPS 정척측위(Leica SKI 소프트웨어로 처리함)
- 기준점 수: 107점
- 평가점 수: 10점
- 좌표계산:
 - 3개 상시관측점에 준거하여 GRS80 좌표 계산
 - 고시된 신성과를 사용하여 베셀타원체 좌표 계산

2) 결과의 비교

- RMSE 비교(수평 위치)

〈표 4-2〉 좌표변환방법에 따른 변환결과의 오차 비교

구분	RMSE		최대오차	
	E 방향	N 방향	E 방향	N 방향
1안(2D)	0.0080m	0.0062m	0.0156m	0.0100m
2안(3D)	0.0088m	0.0070m	0.0171m	0.0095m
3안(3D+2D)	0.0102m	0.0064m	0.0172m	0.0107m

- RMSE 비교(수직 위치)

- 0.2997m

3) 결론

- 수치지형도의 변환과 관련하여 수평 성분의 변환 오차는 1안, 2안, 3안 모두 공공측량 성과 기준에 적합하게 나타남.
- 2안을 사용하되 표고 부분을 기존 측량 성과로 대체하지 않고 변환된 성과를 사용할 경우 약 30cm 정도의 오차가 표고 성분에 포함되는 것으로 나타남.
- 2안을 사용하는 경우 별도의 소프트웨어 제작이 필요함.
- 3안을 사용하는 경우 AutoCAD 프로그램만으로도 작업이 가능하나, 비교적 많은 작업시간이 소요될 것으로 판단됨.

3. 서울시(서울 GPS 지적측량기준점 최종성과 분석)

- 서울시 지적측량기준점에 대한 GPS 측량성과를 GPS상시관측소를 기준으로 처리하고 그 결과를 분석하여 지적측량기준점의 성과를 점검

1) 연구내용

- 서울시 지적측량기준점 성과 및 이력 조사
 - 5개년(1999~2003)에 걸쳐 관측한 서울시 전역에 산재하는 285점의 지적측량기준점에 대한 성과 및 이력 조사를 실시함.
- 관측자료 처리 및 측량성과 산출
 - 세계측지계와 지역측지계의 측량성과를 동시에 산출
 - 세계측지계 성과 산출을 위하여 행자부 GPS상시관측소 자료를 이용
- 산출된 성과에 대한 비교·분석
 - 비교·분석과정을 통하여 성과에 과대오차를 포함하고 있는 기준점을 제거하여 안정점을 추출
 - 안정점을 이용하여 다른 기준점들을 변환하는 좌표변환계수를 산출
 - 방법으로는 이론적 근거를 바탕으로 7-변환계수를 이용하여 변환성과를 산출하였고, 지적기술교육원에서 개발한 TRANSF 소프트웨어⁸⁾를 이용, 세계측지계 성과와 현행 성과와의 교차성분에 대한 기선벡터를 비교·분석하여 안정점의 추출방안을 제시

8) 좌표변환, 평면거리계산 S/W개발 보고서, 1998

2) 연구결과

- 서울시 지적측량기준점 최종성과 산정
 - 서울을 1/50,000 축척에 맞추어 구분할 경우, 7-변환계수를 사용한 결과는 해당지역과 인접지역의 동일점에 대하여 각기 다른 성과치를 나타냄.
 - 7개의 변환계수 중 Scale을 고정한 6-변환계수를 사용한 경우 지역간의 불부합 정도가 개선되었으며, <표 4-3>은 1점 고정의 6-변환계수를 사용한 결과임.

<표 4-3> 연도별 서울시 좌표변환계수 비교

연도	변환계수 성분							RMSE
	ΔX	ΔY	ΔZ	Rx	Ry	Rz	Scale	
1999	126.032	-480.605	-656.115	3.222	-3.984	6.715	-6.662	0.087
2000	126.067	-480.303	-656.403	3.220	-3.909	6.698	-6.662	0.073
2001	125.826	-480.577	-656.307	3.279	-3.981	6.640	-6.662	0.087
2002	126.288	-480.154	-656.386	3.221	-3.910	6.688	-6.662	0.073
2003	125.997	-480.061	-656.712	3.221	-3.932	6.680	-6.662	0.079

- 우리나라 지적의 특징 하에서는 지역적 변환계수가 요구
 - 구소삼각 및 특별소삼각지역은 일부이지만 전국적으로 분포하고 있고, 지방자치단체 중 도 지역의 경우는 대부분 2개 이상의 좌표계에 해당되며, 변환계수 산출시 기준점으로 사용되는 기존의 삼각점 망실 및 손괴율이 70%에 이르는 점 등의 문제를 안고 있음.
 - 따라서, 지적분야에서 변환계수를 결정할 경우에는 우리나라 전국을 대표하는 하나의 변환계수 보다 각각의 지역 특성을 반영할 수 있는 지역 변환계수를 산출하는 것이 보다 적절함.

4. 일본 국토지리원(세계측지계 전환)

일본의 경우 2002년 4월 시행된 개정 측량법에 기초하여 경위도를 측정할 때 사용되는 측량기준으로 세계측지계를 채택하였다. 측량법 제11조는 국제적인 결정에 따라 회전타원체를 지구중심에 일치시킨다는 취지의 규정이며, 측량법 시행령 제2조에는 GRS80타원체의 장반경과 편평률 값이 정의하였다. 세계측지계를 실현하기 위하여 국토지리원은 ITRF94계를 기반으로 1997년 시점에 국가기준점 좌표를 결정하고 이를 측지성과2000⁹⁾으로 공표하였다. 일본에서 수행된 세계측지계를 JGD2000(Japanese Geodetic Datum 2000)이라고 한다.

<표 4-4> 일본측지계 및 세계측지계 비교

좌표계	일본측지계	세계측지계(JGD2000)
설명	이전의 일본좌표계	새로운 일본좌표계
좌표계의 종류	국지 측지좌표계	지심측지좌표계
준거타원체	베셀타원체	GRS80타원체
기준점	삼각점, 수준점	VLBI관측국, 전자기준점, 삼각점, 수준점
좌표값	메이지성과, 실용성과	측지성과2000(지오이드2000 포함)
높이의 기준면	동경만의 평균해수면	동경만의 평균해수면
구현방법	동경 경위도 원점에서 타원체를 지구에 고정	일본의 VLBI관측국(3점)을 1997.0년을 기준으로 ITRF94로 고정
설립연대	메이지 시대	2002년 4월
작성자	국토지리원	국토지리원

3) 세계측지계 전환에 따른 변화내용

일본 측지계가 채용하고 있는 벅셀타원체와 세계측지계가 채용하고 있는 GRS80타원체의 크기, 형상 및 중심 위치가 다름에 따라 일본측지계와 세계측지계의 측지 기준점성과에서의 경도와 위도의 변화가 발생되며, 이는 전국에 일률적

9) 일본 국토지리원에서 전자기준점(GPS상시관측점)을 포함한 국가기준점에 대하여 세계측지계를 기준으로 성과를 산출한 것

으로 나타나는 것이 아니라 지역별 위치에 따라 다르게 나타나고 있다.

또한 이전의 일본측지계에서는 측량오차나 지각변동의 누적 등으로 인해 홋카이도와 큐우슈우에서 수 미터 정도의 부정합이 존재하였으나 새로운 좌표계에서는 해소가 되었다. 하지만 높이에 관해서는 수준면이 갖는 실용적인 의미가 있으므로 종래의 표고를 그대로 사용한다.

<표 4-5> 세계측지계 전환에 따른 지역별 변화

지역	위도의 차이 (거리 환산)	경도의 차이 (거리 환산)
홋카이도	약 +8초 (약 240m)	약 -14초 (약 350m)
토쿄	약 +12초 (약 360m)	약 -12초 (약 300m)
후쿠오카	약 +12초 (약 360m)	약 -8초 (약 200m)
나하야	약 +14초 (약 420m)	약 -7초 (약 180m)

4) 일본의 수치지도

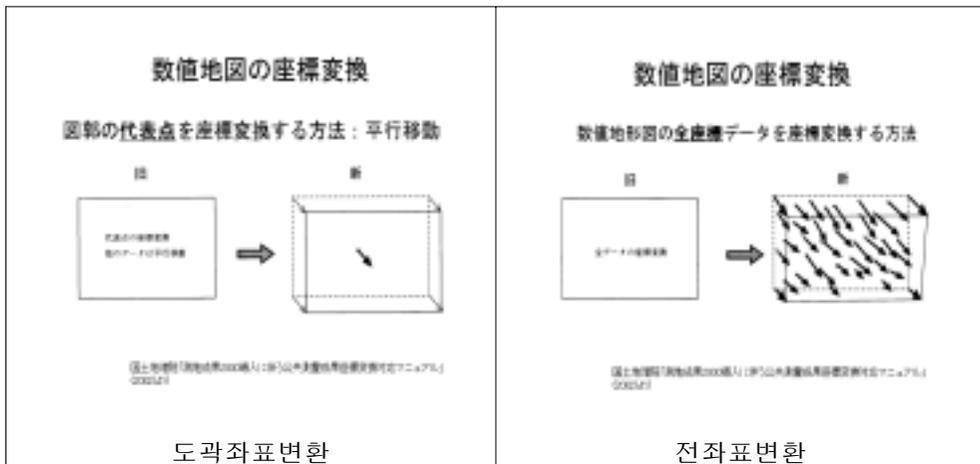
일본에서 사용되고 있는 수치지도는 축척이 1/2,500으로 지리정보시스템(GIS) 구축시 가장 기본적인 데이터가 된다.

<표 4-6> 일본의 수치지도 항목

항목	구조	속성
행정구역·해안선	- 벡터선정보로 다각형을 구성 - 점정보(위치 참조 정보)	행정 코드, 명칭
가구	- 벡터선정보로 다각형을 구성 - 점정보(위치 참조 정보)	가구 부호
도로 중심선(네트워크)	- 벡터선정보로 도로 네트워크를 구성	주요하지만 명칭
철도, 역	- 벡터선정보, 역에 대해서는 점정보	명칭(노선명)
내수면, 공원등의 장지 (도시 공원, 비행장등)	- 벡터선정보로 다각형을 구성	명칭
공공 건물	- 다각형	종별·명칭
측지 기준점(삼각점)	- 점정보	명칭

5) 세계측지계 전환에 따른 대응방안

항목	대응방안
공공측량 작업규정	<ul style="list-style-type: none"> 계산식의 타원체 정수에 관한 부분 변경
기준점 성과	<ul style="list-style-type: none"> VLBI국과 전자기준점에 대한 정밀 GPS측량 실시(950점) 전자기준점을 기준으로 1, 2등 삼각점 GPS측량 실시(500점) <ul style="list-style-type: none"> 과거 삼각,삼변측량 데이터를 이용하여 1, 2, 3등 삼각점의 측지좌표를 도출 4등 삼각점의 경우 상위의 삼각점으로부터 보간 상위의 기준점으로부터 해당 기준점의 최신의 관측 데이터 등을 사용하여 순차적으로 계산
지도	<ul style="list-style-type: none"> 개정 측량법 시행에 수반해 세계측지계에 근거하는 지도 제작 <ul style="list-style-type: none"> 신규제작에 대해서는 경위도 수치표시 및 톱마크의 위치를 세계측지계로 표시 1/25,000, 1/50,000 지형도 및 1/200,000 지세도의 경우 일본측지계의 경위도를 병행 표시 토지이용도, 토지조건도 등의 주제도 <ul style="list-style-type: none"> 신규제작에 대해서는 세계측지계를 기준으로 제작 기간행된 주제도에 대하여는 편집 및 수정시 세계측지계로 변경(국토지리원 홈페이지에 세계측지계 경위도 대조표 제공)
수치지도	<ul style="list-style-type: none"> 수치지도 2500(공간데이터 기반) <ul style="list-style-type: none"> 개정 측량법 시행 후는 세계측지계에 근거하여 제작 기제작된 데이터는 변환 프로그램(국토지리원 홈페이지에서 제공)을 사용하여 2003년 2월까지 재차 간행 변환방식은 전좌표변환(높은 정밀도)과 도곽좌표변환(낮은 정밀도)을 병행(그림 4-1)



<그림 4-1> 일본의 수치지도 좌표변환방법

5. 시사점

- 국내외 사례를 통하여 분석된 세계측지계 전환내용을 요약하면 다음과 같음.
- 정밀 1, 2차 기준점의 신속한 정비 및 고시
 - 정밀 1차 기준점만을 이용하여 전국에 대한 좌표변환계수 산출하고 좌표 변환계수를 이용한 수치지형도 변환 결과에서는 1/1,000 수치지형도에서 요구하는 위치정확도인 0.7m에 부합되지 못하게 나타남.
 - 좌표변환계수를 이용하여 위치정확도를 높이기 위해서는 보다 많은 측량 점이 필요하기 때문에 국가차원에서 조속한 정밀 1, 2차 기준점에 대한 정비 및 고시가 필요함.
- 좌표변환방법 타당성
 - 전주시 사례와 같이 정밀 1, 2차 기준점과 이를 기준으로 측량된 평면기준점을 보완하여 좌표변환을 수행하는 경우, 특정 변환모델에 관계없이 수학적 수평 위치오차는 10cm 미만으로 나타남.
 - 사용된 기준점이 정확하면 좌표변환모델에 커다란 영향을 받지 않는 것으로 판단되며, 수치지형도의 실제 오차는 구축 당시 수치지형도가 갖는 본래의 위치오차에 기인함.
- 좌표변환 프로그램 제작 및 범위
 - 좌표변환 프로그램을 제작하여 일관성 있는 변환이 필요함. 이를 위해서는 좌표변환계수에 대한 타당성 검토가 필요함.
 - 전국적으로 통일된 좌표변환계수가 산출되면 가장 이상적이나, 현실적으로 대축척 지도에 대한 통일된 변환계수 산출은 매우 어려운 것으로 판단됨. 따라서 1/1,000 수치지형도와 같은 대축척 지도에서는 각각의 지역 특성을 반영할 수 있는 지역 변환계수 산출을 고려할 필요가 있음.

제2절 세계측지계 전환시 지리정보데이터 변환내용 분석

세계측지계로의 지리정보데이터 변환내용은 ① 1/1,000 수치지형도의 변환방법과 ② GIS 응용시스템 데이터베이스 변환방법으로 구분하여 분석하고자 한다.

1. 서울시 1/1,000 수치지형도 변환방법 및 내용

세계측지계 전환시 수치지형도 데이터 변환방법은 ① 세계측지계를 기준으로 하는 수치지형도의 전면적 신규제작, ② 좌표변환 및 왜곡모델링을 통한 데이터 변환방법 ③ 주요 지형지물에 대한 세계측지계로의 부분적 신규제작 방법의 3가지를 고려할 수 있다. 3가지 방법은 서울시 현황을 반영하여 구축시기, 비용, 위치정확도, GIS 데이터의 변환 등과 함께 고려되어야 할 사항이다(표 4-7).

① 세계측지계를 기준으로 하는 전면적 신규제작

- 항공사진 측량에 의한 신규제작
- 기존 항공측점에 의한 측량성과의 이용이 제한적이기 때문에 신규 기준점의 전면 재측량이 필요
- 높은 정확도, 균일한 성과, 현장 작업에 따라 많은 기간과 비용이 필요함.

② 좌표변환 및 왜곡모델링을 통한 수치지형도 변환

- 기준점 관측값을 이용한 프로그램 개발, 효율적이며 비용이 저렴함.
- 기준점이 존재하지 않거나 측량하지 않은 지역 적용시 사전에 신중한 검토가 요구됨.

③ 주요 지형지물에 대한 세계측지계로의 부분적 신규제작

- 세계측지계를 기준으로 도로 등 주요 지형지물만을 신규제작한 후, 다른 지형지물은 좌표변환계수를 이용하거나 또는 일정한 기준을 갖고 이동시키는 방법
- 신규제작되는 주요 지형지물에 대한 정확도를 높임으로서 이외의 지형지물에 대한 상대적인 위치정확도를 향상시킬 수 있음.

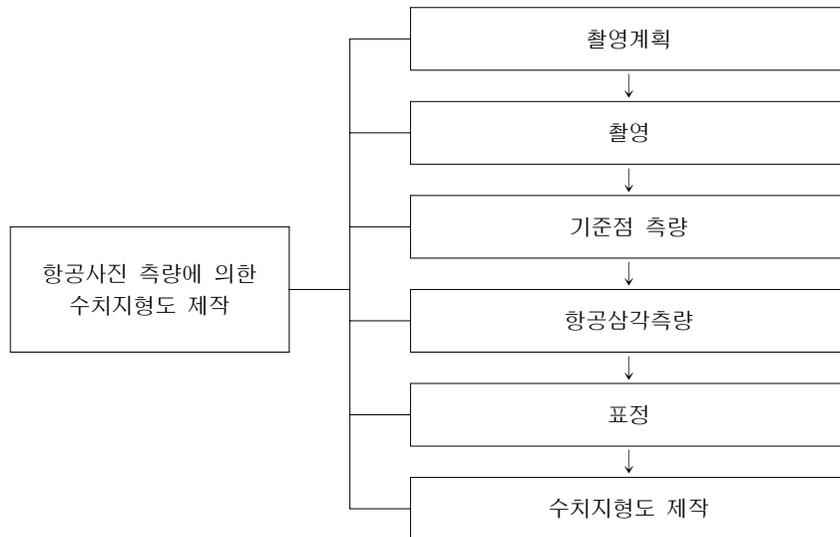
〈표 4-7〉 1/1,000 수치지형도 변환방법 비교

구분	제작방법	제작시기	위치정확도 (예상)	제작비용
① 세계측지계를 기준으로 하는 전면적 신규 제작	<ul style="list-style-type: none"> - 세계측지계에 기준한 측량 기준점 성과를 이용하여 제작을 실시함. - 제작방법은 기존의 수치지형도 제작방법과 동일한 항공사진 측량을 통함. 	단계별 변환 수행	0.7m미만	<ul style="list-style-type: none"> - 수치지형도 초기 제작시와 같은 규모의 비용이 소요됨. - 15,817,363천원 (도엽당 6,946천원)
② 좌표변환 및 왜곡모델링을 이용한 수치지형도 변환	<ul style="list-style-type: none"> - 수치지형도 제작시 사용된 기준점의 성과(Besse/ GRS8 0타원체 기준)를 이용하여 좌표변환 및 왜곡모델링을 수행 	일괄 변환 가능함.	1m-1.5m	<ul style="list-style-type: none"> - 변환 후, 위치정확도에 대한 검증 필요 - 983,978천원 (도엽당 432천원)
③ 주요 지형지물에 대한 세계측지계로의 부분적 신규제작	<ul style="list-style-type: none"> - 세계측지계에 기준한 측량 기준점 성과를 이용하여 제작을 실시함. - 도로 등 주요 지형지물에만 한하여 수치도화 실시 - 주요 지형지물을 제외한 나머지 지형지물에 대하여는 좌표변환 이용 또는 블록별 평행이동 수행 	단계별 변환 수행 - 1단계 : 도로 등 주요 지형지물 제작 - 2단계 : 나머지 지형지물에 대해서 변환	도로 등 주요 지형지물: 0.7m 그 외: 1m 미만	<ul style="list-style-type: none"> - 주요지형지물 제작비용 - 6,086,528천원 (도엽당 2,673천원)

1) 세계측지계를 기준으로 하는 전면적 신규제작

① 제작방법

현재 구축되어 사용되고 있는 수치지형도 제작 및 갱신은 기존의 실용성과 기준점을 기초로 제작된 것과 달리 세계측지계에 기준한 GPS 기준점 성과를 이용하여 제작을 실시한다. 제작방법은 기존의 수치지형도 제작방법인 항공사진 측량을 통한 수치지형도 제작방법과 동일하다(그림 4-2).



<그림 4-2> 세계측지계 전환에 따른 수치지형도 제작방법

② 구축기간

서울시 전역에 대한 항공사진 촬영과 세계측지계에 기준한 측량기준점이 필요하며, 일괄 제작이 가능하나, 예산 및 시간의 현실적인 상황을 고려하는 경우 단계적 제작이 불가피하다. 따라서 단계별 제작을 수행하는 경우, 현재 구축된 수치지형도에서 발생하는 문제점을 재현될 가능성이 있다. 예를 들어 GPS 기준점이 고시되지 않은 상태에서 수치지형도 제작을 실시할 때 기준점의 차이가 발생될

수 있으며, 이에 따른 수치지형도의 위치가 조금씩 변경될 수 있다. 이외에도 단계별 제작에 따라 초기 제작된 지역의 지형지물 변화를 반영하지 못할 수 있으며, 경계부 불일치 또한 발생될 수 있다.

③ 제작비용

기준점 정비, 항공사진 측량, 수치지형도에 대한 전면적인 제작을 수행하기 때문에 많은 비용이 소요될 것으로 판단된다. 예상되는 구축비용은 총 15,817백만원(도엽당 6,946천원)이 소요되는 것으로 나타난다. 비용산정은 항공사진 제작비용을 제외한 기준점 측량, 수치도화, 현장지리조사, 수치지도 제작 부분으로 구분되며, 기준단가는 2004년 건설공사 표준품셈의 내용을 참조하였다(부록 2).

<표 4-8> 세계측지계 전환을 위한 수치지형도 신규제작 비용

공정	구분	수량	단위	금액(원)
1. 기준점측량	평면기준점측량	408	점	722,992,311
	표고기준점측량	1,201.47	km	
	사진기준점측량	1,641	모델	
2. 수치도화	수치도화	2,277	도엽	2,450,821,626
	원도출력	2,277	도엽	
3. 현지(지리)조사	현지조사	2,277	도엽	1,222,733,061
4. 수치지도제작	정위치편집 및 수치지형도(Ver2.0)	2,277	도엽	1,367,709,651
	최종도면출력	2,277	도엽	
소계				5,764,256,649
5. 제경비(노무비×110%)				6,160,576,920
6. 기술료((노무비+제경비)×약20%)				2,352,220,278
7. 성과심사		1	식	102,367,392
공급가액합계				14,379,421,239
8. 부가가치세 (공급가액×10%)				1,437,942,123
합계			원	15,817,363,362
도엽당 비용			원	6,946,580

④ 위치정확도

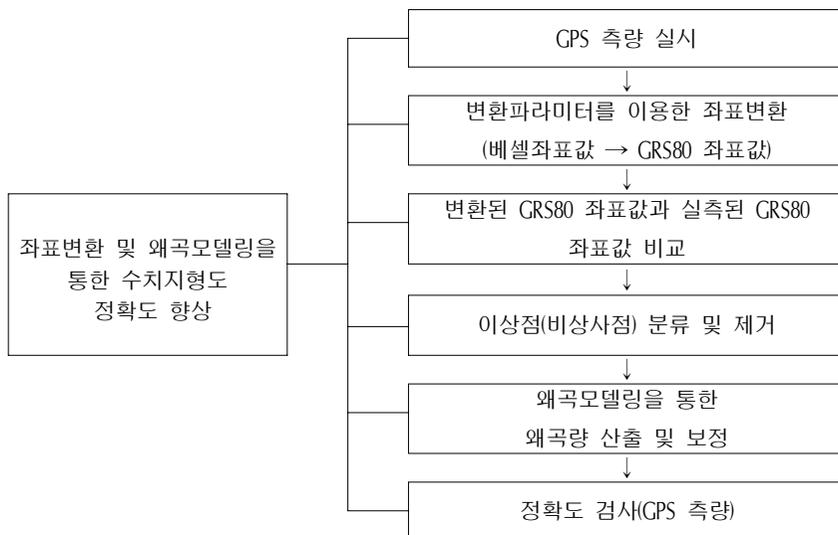
새로운 세계측지계를 기준으로하는 기준점을 바탕으로 가장 높은 정확도를 유지할 것으로 판단되며, 수치지형도 위치정확도 기대치인 0.7m 이내의 높은 정확도를 예상한다.

2) 좌표변환 및 왜곡모델링을 이용한 수치지형도 변환

수치지형도를 세계측지계로 전환하기 위해서 좌표변환 및 왜곡모델링을 실시한다. 이외에 변화된 지형지물에 대해서는 별도의 유지관리를 통하여 최신성 확보가 필요하다.

① 제작방법

수치지형도 제작당시 사용된 평면기준점의 베셀좌표값(실용성과)과 GPS 측량을 통한 GRS80 좌표값을 이용하여 좌표변환 및 왜곡모델링을 실시하고 이를 통하여 수치지형도의 위치정확도를 향상시킨다.



<그림 4-3> 좌표변환 모델을 통한 수치지형도 변환방법

② 구축기간

삼각점 및 항측기준점에 대한 GPS측량이 완료되면 서울시 전역에 대하여 일괄적으로 좌표변환 및 왜곡모델링이 가능하지만, 정확도 검사 과정에 따라 구축기간이 유동적일 수 있다. 정확도 검사 과정에서 검사점의 수에 따라 소요비용이 결정되며, 점의 수에 따른 비용과 작업시간의 차이가 크므로 제작기간에 변동이 발생할 수 있다.

③ 제작비용

GPS 측량이 필수적이므로 이에 대한 측량비용은 전체 제작비용에서 높은 비율을 차지하고 있으며, 정확도 검사를 위한 GPS 측량수에 따라 제작비용이 크게 차이를 나타낸다.

○ 구축비용 : 총 983,978천원 (도엽당 432천원)

<표 4-9> 세계측지계 전환을 위한 수치지형도 좌표변환시 소요 비용

공정	수량	단위	단가	총계	비고
				금액	
1. GPS 측량	408	점	515,115	210,166,920	
2. 정확도 검사(GPS 측량)	50	점		25,755,750	구청당 2점
소계				235,922,670	
3. 제경비(노무비×110%)				259,514,937	
4. 기술료((노무비+제경비) × 약20%)				99,087,521	
5. 좌표변환 및 왜곡 모델링	1	식	식	200,000,000	
6. 좌표변환 프로그램 개발	1	식	식	100,000,000	
공급가액합계				894,525,128	
7. 부가가치세(공급가액 ×10%)				89,452,513	
합계				983,977,641	
도엽당 비용				432,138	

④ 위치정확도

1/1,000 수치지형도가 근본적으로 가지고 있는 구성과(실용성과)와 신성과의 변동량은 좌표변환 및 왜곡모델링을 통하여 보정되기 때문에 수치지형도의 위치 정확도는 평균 1m-1.5m이내로 향상될 것으로 판단된다.

3) 주요 지형지물에 대한 세계측지계로의 부분적 신규제작

기존의 수치지형도가 구성과(실용성과)를 기초로 제작된 것과 달리 세계측지계에 기준한 측량기준점 성과를 이용하여 제작을 실시한다. 전면적 신규제작은 항공사진 상의 모든 지형지물에 대하여 도화를 실시하지만 부분적 신규제작에서는 도로 등 주요 지형지물에 대하여만 도화를 실시하며, 주요 지형지물을 제외한 다른 지형지물에 대하여는 좌표변환을 하거나 도로를 기준으로 이동시키는 방법을 사용한다.

도로 등 주요 지형지물에 대한 위치정확도를 높임으로서 이외의 지형지물 또한 높은 정확도를 기준으로 상대적 이동이 일어나기 때문에 비교적 높은 정확도를 유지하게 된다. 그러나 도화된 주요 지형지물의 정확도에 비해 상대적으로 좌표이동을 한 다른 지형지물로 인하여 동일한 도엽내의 지형지물별 정확도가 일정하지 못할 것으로 예상되며, 도로와 다른 지형지물간의 불일치 문제가 발생할 가능성이 높다. 또한, 주요 지형지물은 최근의 항공사진을 이용하여 도화하기 때문에 최신성을 유지할 수 있으나, 그 외의 지형지물은 기존 수치지형도에서 이동시키기 때문에 별도의 유지관리 작업이 필요하다. 구축비용은 전면적 신규제작에 비하여 적으나, 주요 지형지물 이외의 지형지물에 대한 이동 비용이 추가적으로 소요된다.

주요 지형지물만의 세계측지계 신규제작 비용은 약 6,087백만원(도엽당 2,673천원)이 소요될 것으로 예상되며, 이외의 지형지물 변환 비용과 유지관리 비용이 추가적으로 필요하다. 위치정확도는 주요 지형지물인 경우 0.7m 이내이며, 이외의 지형지물은 1m 이내를 유지할 것으로 예상된다.

4) 서울시 1/1,000 수치지형도 좌표변환에 대한 제안

위에서 제시한 세 가지 방법에 대한 각각의 장·단점은 <표 4-10>과 같다. 세계측지계를 기준하는 전면적인 신규제작은 정확도와 최신성 확보면에서는 좋으나 소요되는 예산이 가장 높게 나타나 비현실적이다. 좌표변환 및 왜곡모델링 방법을 통한 수치지형도 변환은 비용적인 면에서는 가장 경제적인 수가 있으나 시설물 관리와 같이 높은 위치정확도가 요구되는 경우에는 적합하지 않게 나타나고 있다. 주요 지형지물에 대한 부분적 신규제작 방법은 도로, 건물, 하천, 철도 등 서울시 프레임워크에 해당하는 지형지물에 대한 높은 위치정확도를 확보할 수 있으며, 기존 수치지형도의 활용과 세계측지계 전환을 위한 데이터 구축비용을 절감할 수 있기 때문에 가장 현실적인 방법으로 판단된다.

<표 4-10> 1/1,000 수치지형도 변환방법 및 장단점 비교

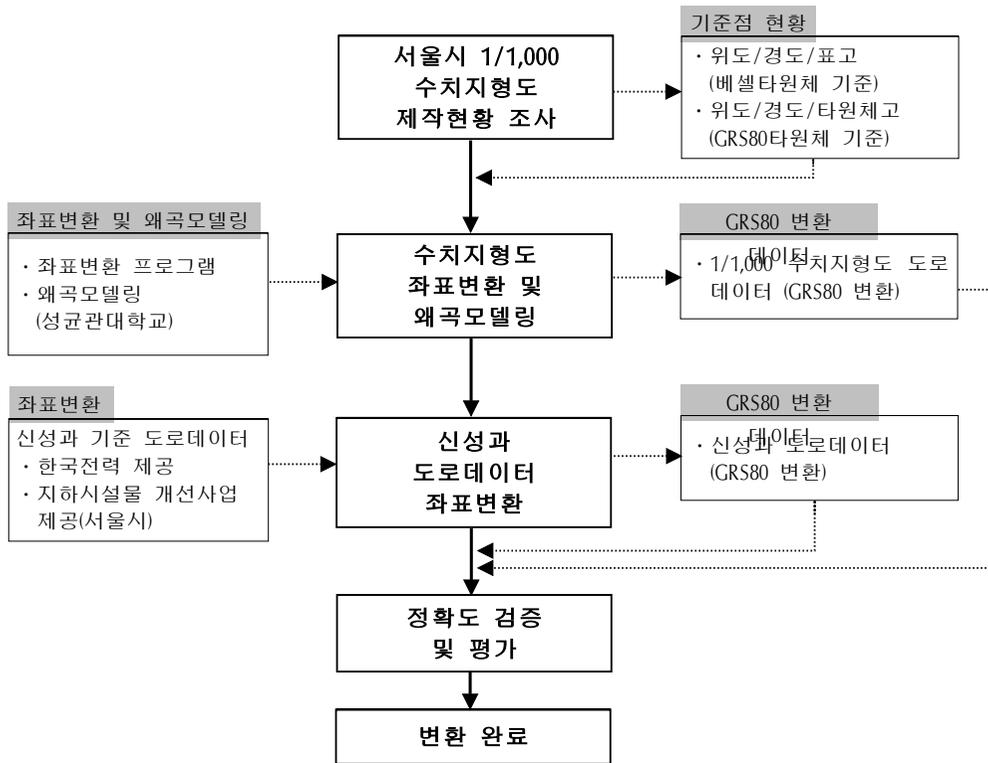
구분	장점	단점
①세계측지계를 기준으로 하는 전면적 신규제작	<ul style="list-style-type: none"> - 세계측지계에 근거하여 제작을 수행하므로 균일하면서도 비교적 높은 정확도를 확보 - 최근의 항공사진 이용으로 최신성 확보 	<ul style="list-style-type: none"> - 다른 방법에 비하여 구축비용이 높음 - 단계별 제작이 불가피함. - GIS 응용시스템 데이터베이스 변환을 위한 별도의 작업과정 필요
②좌표변환 및 왜곡모델링을 통한 수치지형도 변환	<ul style="list-style-type: none"> - 타 방법에 비하여 적은 비용 소요 - 서울시 전역에 대한 총괄 변환 가능 - GIS 응용시스템 데이터베이스 변환 적용 가능 	<ul style="list-style-type: none"> - 실측이 아닌 수학적식에 의한 변환이므로 오차 발생의 확률이 높은 방법임 - 기준점 성과의 불일치(실용성과, 신성과)로 인한 오차는 어느 정도 보정가능하나 신규제작에 비해 상대적으로 정확도가 낮음. - 최신성 확보가 결여되기 때문에 별도의 유지관리 작업(수정도화)이 필요 - 기존 수치지형도에 대한 위치정확도 및 기준점에 대한 현황에 대한 분석 필요
③주요 지형지물에 대한 세계측지계의 부분적 신규제작	<ul style="list-style-type: none"> - 모든 지형지물을 신규제작하는 방법에 비해서는 적은 비용이 소요됨. - 주요 지형지물에 대한 정확도를 높임으로서 이외의 지형지물에 대한 상대적 위치정확도를 높일 수 있음. 	<ul style="list-style-type: none"> - 주요지형지물(예 : 도로)에 대한 최신성은 확보되지만 그 이외의 시설물에 대하여는 최신성 결여되어 별도의 유지관리 작업(수정도화 또는 수시갱신)이 필요 - 동일한 도엽내의 지형지물별 정확도가 일정하지 못함

2. 좌표변환 및 왜곡모델링을 이용한 수치지형도 변환 실험연구

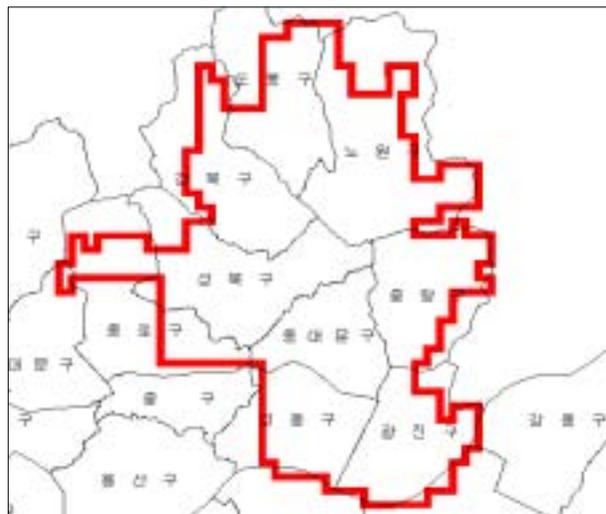
본 실험연구에서는 좌표변환 및 왜곡모델링을 통하여 1/1,000 수치지형도를 세계측지계로 전환하고 위치정확도를 검증하고자 한다. 실험연구를 수행하기 위하여 초기 제작된 1/1,000 수치지형도의 제작 현황을 검토·분석하고 세계측지계 전환시 문제점 및 향후 개선 방안을 찾고자 한다. 이 방법은 세계측지계를 기준으로 하는 신규제작이 아닌 경우, 현 시점에서 가장 적절한 대안으로 판단되며, 수치지형도 변환뿐만 아니라 GIS 응용시스템 내에서 운영되고 있는 데이터의 변환에도 적용될 수 있다.

실험연구에서는 수치지형도 초기 제작시 사용된 삼각점 및 항측기준점을 사용하여 좌표변환 및 왜곡모델링을 수행하였으며, 대상지역은 '98년도('97~'98)에 제작된 수치지형도 중 강북지역에 해당하는 도봉구·강북구·노원구·성북구·중랑구·종로구·동대문구·성동구·광진구 일대를 대상으로 하였다. 따라서 강북지역을 제외한 서울 기타 지역 및 외곽의 경계부분에 대한 불일치 문제는 검토되지 못하였다.

본 실험연구를 수행하는 절차는 ① 서울시 1/1,000 수치지형도 제작현황 조사, ② 1/1,000 수치지형도 좌표변환 및 왜곡모델링, ③ 신성과 기준 도로데이터 좌표변환, ④ 정확도 검증 및 평가 순으로 진행하였다(그림 4-4). 신성과 기준 도로데이터는 한국전력에서 구축한 도로데이터와 서울시 지하시설물 개선사업시 구축된 도로데이터를 이용하였다.



<그림 4-4> 좌표변환 도구를 이용한 서울시 1/1,000 수치지형도 변환과정



<그림 4-5> 좌표변환 실험연구 대상지역
- 서울시 강북지역

1) 서울시 1/1,000 수치지형도 제작현황 조사

서울시 1/1,000 수치지형도 제작현황 조사는 초기 제작시 사용된 평면기준점(삼각점과 항측기준점)에 대한 측량성과를 파악하는 것이다. 좌표변환 및 왜곡모델링을 수행하기 위해서는 하나의 평면기준점에 대하여 베셀타원체와 GRS80타원체를 기준으로 하는 두 개의 좌표값이 존재해야 한다.

(1) 초기 제작시 사용된 삼각점 및 항측기준점 현황

서울시 전역에 분포한 삼각점 및 항측기준점의 측량은 지역에 따라 GPS 측량, GPS 측량과 EDM¹⁰⁾ 측량의 병행, EDM 측량을 통하여 실시되었다(표 4-11). GPS 측량은 시기별로 제작업체가 상이하므로 측량장비 및 망조정 프로그램의 차이는 있으나 모두 <표 4-12>의 조건에 맞추어 작업을 수행하였다.

실험연구에서는 삼각점 및 항측기준점에 대한 GPS 측량이 수행된 곳을 선택하였으며, GPS 측량값을 얻지 못하는 지역과 기준점의 개수가 적은 지역, 기준점의 성과가 일률적이지 못한 지역 등을 제외하였다.

<표 4-11> 수치지형도 초기 제작시 사용한 삼각점 및 항측기준점 현황

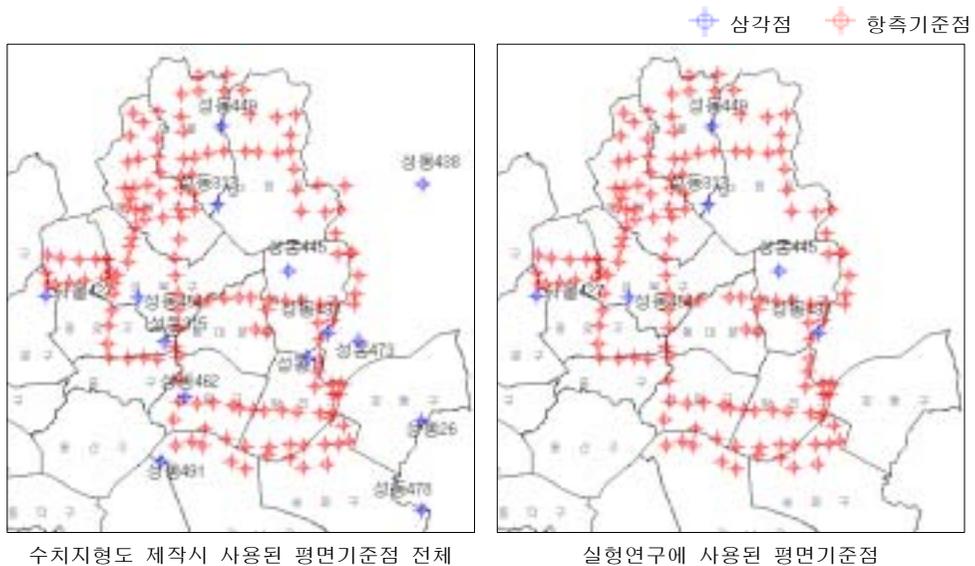
구분	삼각점 개수	항측기준점 개수	측량방법	비고
1997년도	16	76	GPS+EDM	
1998년도 강북지역	13	142	GPS	실험연구 대상
1998년도 강서지역	6	105	GPS	
1998년도 강남·강동지역	7	50	EDM	
2004년도	11	385	GPS	

10) EDM(Electromagnetic Distance Meter) : 광파거리측량기

<표 4-12> GPS 측량 내용

구분	측량방법	관측정도	관측환경
1997년도	static	- 평면위차: 5mm+1ppm - 표고위차: 10mm+1ppm	- 관측기재: 1급
1998년도 강북지역			- 위성 고도각: 15°이상
1998년도 강서지역			- 데이터수록간격: 10초
2004년도			- 수신시간(5km이내): 10 ~ 15분 - 동시수신 위성수: 4개이상

실험연구 대상지역인 강북지역 평면기준점은 삼각점 14점, 항측점 152점으로 구성된다(그림 4-6). 이 중에서 베셀과 GRS80 성과가 모두 존재하는 점들은 삼각점 6점, 항측점 148점이었으며 실험연구를 위해 이 점들이 사용되었다(부록 1).



<그림 4-6> 강북지역 삼각점 및 항측기준점

2) 1/1,000 수치지형도 좌표변환 및 왜곡모델링

(1) 좌표변환 수행

GRS80타원체를 기준으로 하는 좌표변환 수행은 국가에서 고시한 좌표변환계수(표 4-13)를 이용하였다. 변환모델로는 측지기준간의 3차원 직각좌표를 변환하기 위한 7개 파라미터 상사변환모델로서 지상측지기준 좌표계와 위성측지기준 좌표계간의 변환에 가장 적합한 모델인 Molodensky-Badekas 모델을 이용하였다.

<표 4-13> 국가 좌표변환계수(국토지리정보원 고시 제2003-497호)

평행이동량(m)			회전량(")			축척변화(ppm)
Δx	Δy	Δz	Rx	Ry	Rz	λ
-145.907	505.034	685.756	-1.162	2.347	1.592	6.342

좌표변환 수행결과 강북지역에 해당되는 베셀 성과의 수치지형도는 GRS80타원체를 기준으로 하였을 경우, <그림 4-7>과 같이 북동방향으로 평면상의 좌표값에 변화가 발생한다. 평면좌표의 변동량은 직선거리로 약 310m이며 동쪽으로 70m, 북쪽으로 300m 정도에 해당한다.



<그림 4-7> 좌표변환 결과

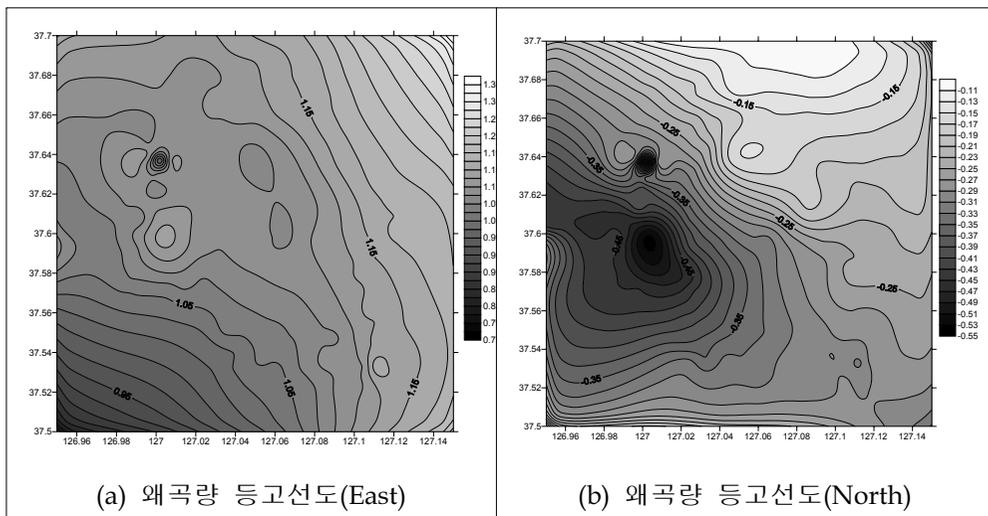
(2) 왜곡모델링 수행

서울시 1/1,000 수치지형도 제작에 사용된 기준점들에 대한 구성과(실용성과)와 신성과 사이의 위치차를 조사한 결과 두 성과간 평균 약 1.6m 크기의 변동벡터가 발생하였다(그림 3-4). 이는 좌표변환을 수행하여 세계측지계로 전환한 결과와 GPS 측량을 통해 세계측지계 기준으로 산출한 성과간의 왜곡량과 유사한 결과를 나타내며, <그림 4-8>의 (a)와 (b)와 같이 X방향(동)과 Y방향(북)으로 왜곡량 분포를 나타낸다.

<그림 4-8>의 (a)는 동서방향에서의 왜곡량 분포를 나타낸다. 북동쪽으로 갈수록 두 기준점 차에 의하여 나타나는 동서방향의 왜곡이 크게 나타나는 것을 알

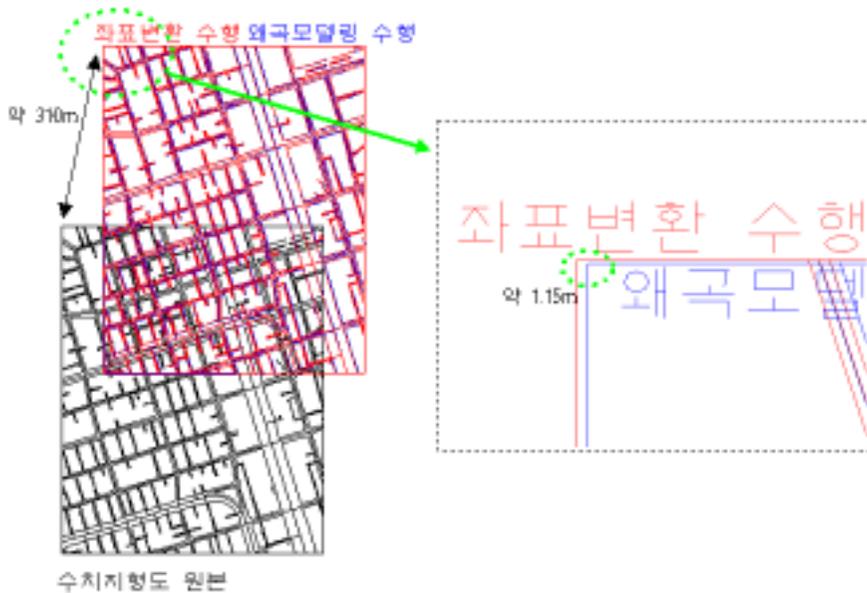
수 있으며, 특히 강북·도봉구 일대에 속하는 지역(위도 37.64°, 경도 127° 일대)에서 높게 나타나는 것을 알 수 있다. 이는 왜곡모델링 수행시 제거되어야 하는 이상점으로 판단할 수 있다.

<그림 4-8>의 (b)는 남서쪽으로 갈수록 남북방향의 왜곡이 크게 나타나는 것을 알 수 있다. 등고선이 집중적으로 나타난 구역은 왜곡량이 크다는 것을 의미하므로 왜곡모델링을 통해 오차가 큰 기준점의 제거가 필요하다. 분석결과를 종합하면 전반적으로 남서, 북동방향으로의 왜곡이 크게 일어나는 것을 알 수 있으며, 이는 수치지형도 제작시 사용된 삼각점의 구성과(실용성과)와 신성과간 위치차를 반영하는 것으로 판단된다.



<그림 4-8> 강북지역 왜곡량 등고선도

왜곡모델링의 결과 좌표변환에 의해 이동된 평면좌표값에 추가적인 좌표값 변화가 발생하였다. 변화된 직선거리는 약 1.15m(동쪽방향 1.10m, 남쪽방향 0.32m) 정도의 변동이 발생하는 결과를 보여주고 있으며, 이는 구성과(실용성과)와 신성과간의 위치적인 차를 보정해 주는 것으로 판단된다.

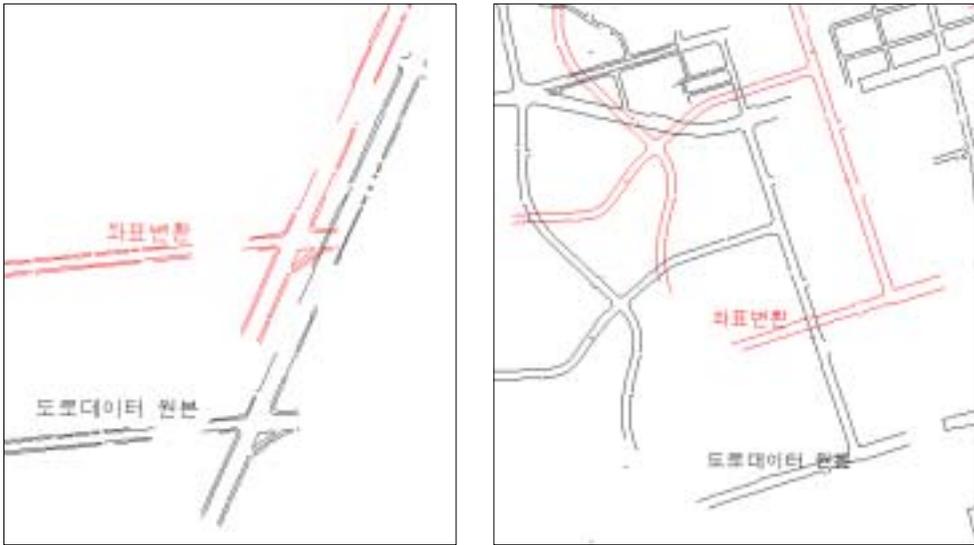


<그림 4-9> 좌표변환 및 왜곡모델링 결과

3) 신성과 도로데이터의 좌표변환

신성과 도로데이터는 서울시 지하시설물 정확도 개선사업과정에서 구축한 도로데이터와 한국전력에서 구축한 도로데이터를 이용하였으며, 정확도 검증평가지 세계측지계의 기준데이터로 사용한다. 신성과 도로 중 지하시설물 개선사업을 통하여 구축된 도로가 한국전력에서 구축한 도로보다 높은 정확도를 유지할 것으로 판단되나, 한국전력에서 구축한 도로는 넓은 범위에 분포하고 있기 때문에 두 기관에서 구축한 자료를 모두 이용하였다.

신성과 도로데이터는 정밀 1, 2차 기준점에 대한 GPS 측량과 토털스테이션을 이용한 도로 선형의 측량으로 구축되었으며, 구성과(실용성과)로 제작된 1/1,000 수치지형도의 도로데이터와는 달리 위치오차가 매우 작다. 따라서 신성과 도로데이터의 좌표변환에서는 단순히 좌표변환 과정만을 수행하고 왜곡모델링 과정은 생략하였다.



(a) 신성과 도로(지하시설물 개선사업)

(b) 신성과 도로(한국전력)

<그림 4-10> 신성과 도로데이터 좌표변환 결과

4) 정확도 검증 및 평가

(1) 평가방법

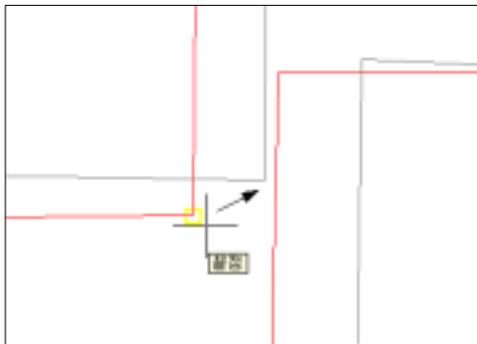
정확도 평가를 위해서 단순 좌표변환된 신성과 도로데이터와 좌표변환 및 왜곡모델링을 통하여 세계측지계로 전환된 1/1,000 수치지형도 도로데이터간의 위치차를 비교하였다.

위치정확도 평가는 각 도엽별로 도로곡선부와 직선부에 대하여 각 1점씩을 선정하여 거리를 측정하였다. 도로곡선부는 도로의 꺾이는 지점 중 명확히 식별이 가능한 지점을 선택하였으며, 도로직선부의 경우 두 직선 사이에 수직점을 찾아 그 거리를 비교하였다(그림 4-11).

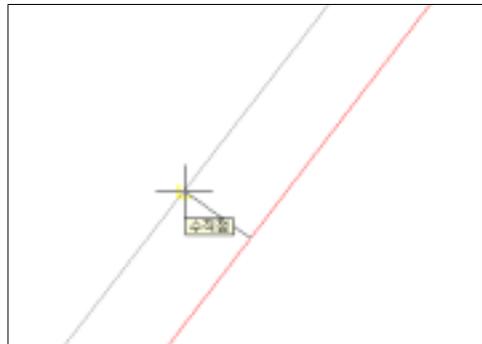
지하시설물 개선 사업을 통하여 구축된 신성과 도로는 35개 도엽을 대상으로 평가를 수행하였으며, 한국전력에서 구축한 신성과 도로는 162개 도엽을 대상으로 위치정확도를 평가하였다.

<표 4-14> 정확도 검증 및 평가방법

구분	내용
1. 데이터 구분	① 비교 대상 데이터 - 1/1,000 수치지형도 도로 레이어(이하 실용성과) ② 기준데이터 - 지하시설물 사업에서 구축한 도로 선형 레이어(이하 신성과) - 한국전력에서 구축한 도로 선형 레이어(이하 신성과)
2. 정확도 검사방법*	① 도로곡선부(도로 선형 중 동일 지점간 거리 측정) - 세계측지계 전환 전 - 세계측지계 전환 후 ② 도로직선부(도로 선형에 직각되는 거리 측정) - 세계측지계 전환 전 - 세계측지계 전환 후
3. 정확도 비교방법	신성과 기준 도로데이터 - 1/1,000 수치지형도 도로데이터



도로곡선부
(또는 명확히 꺾이는 점)



도로직선부

<그림 4-11> 정확도 평가 유형

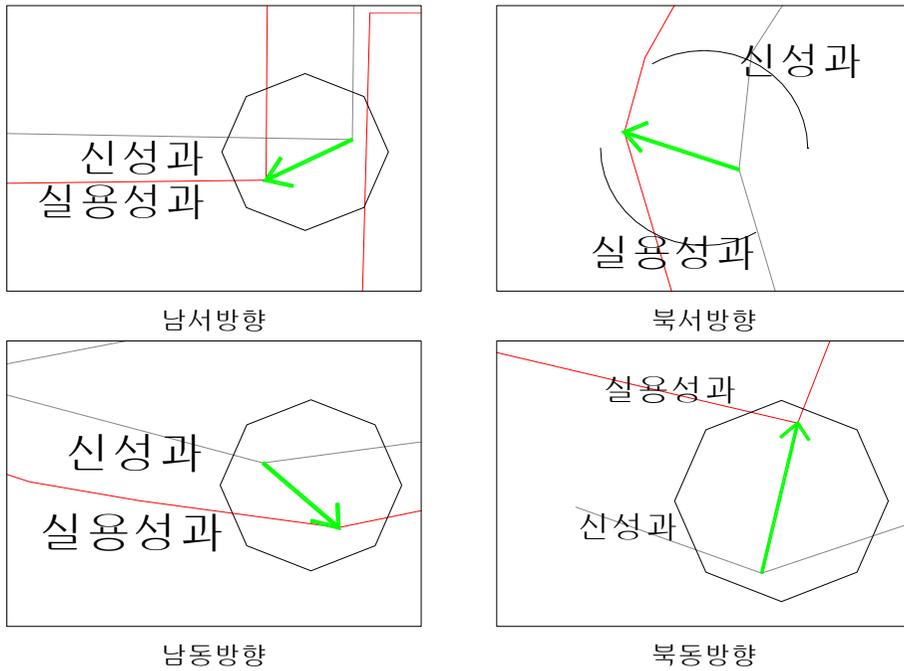
(2) 평가결과

위치정확도 평가결과, 일정한 방향을 가지고 편차를 나타내는 기준점과는 달리 도로데이터의 차이는 여러 방향으로 그 유형을 달리하여 나타났으며, 이는 기준점이 갖는 오차 외에 수치지형도 제작시 도화나 입력과정 등에 의한 오차를 짐작할 수 있게 한다.

① 지하시설물 정확도 개선사업의 도로데이터를 이용한 정확도 평가

○ 도로곡선부(꺾이는 점)

- 도로곡선부의 정확도 검사 결과, 위치오차의 유형은 <그림 4-12>와 같이 남서, 북서, 남동, 북동방향의 네 가지 형태로 나타남. 검사를 수행한 35점 중 세계측지계 전환 전에는 27점(77%), 세계측지계 전환 후에는 24(68%)에 해당하는 부분이 남서방향으로 편차를 나타내어 가장 높은 경향을 나타내고 있으며, 위치차는 1.773m에서 0.989m로 정확도 향상이 나타남(표 4-15).
- 신성과 도로곡선부와 실용성과 도로곡선부의 평균 위치차는 세계측지계 전환 전 1.656m를 나타냈으며, 세계측지계 전환 후에는 0.953m를 나타내어 약 0.703m 정도의 위치정확도 향상을 보여주고 있음(표 4-15).
- 전체 35점 중 변환을 통하여 1.0m 이내의 정확도를 나타내는 지점이 18점(51%), 0.7m 이내의 정확도를 나타내는 지점이 11점(31%)에 해당함. 좌표 변환 및 왜곡모델링을 통한 위치정확도는 전체 검사점 중 83%(29/35)가 향상되었으며, 정확도가 향상된 것 중 40%(11/29)가 0.7m 이내의 범위를 만족시킴.



<그림 4-12> 좌표변환 후 발생한 오차의 유형(도로곡선부)

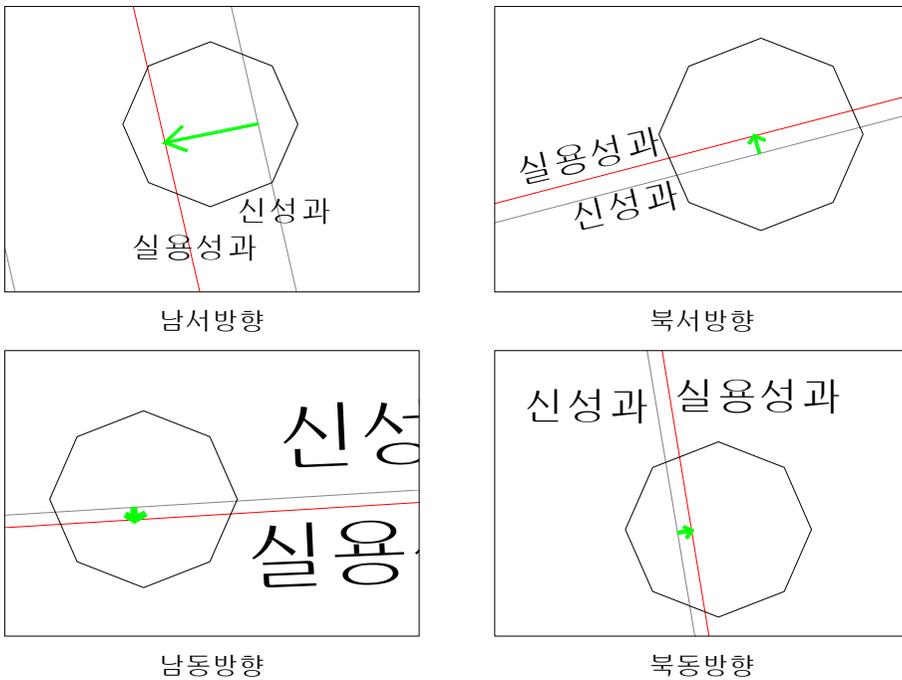
<표 4-15> 정확도 검사 결과(도로곡선부)

비교대상	항목	유형(신성과 - 실용성과)				계
		남서방향 (+,+) ¹¹⁾	북서방향 (-,+)	남동방향 (+,-)	북동방향 (-,-)	
세계측지계 전환전 (베셀 타원체 상)	개수(비율)	27/35(77%)	8/35(23%)	0/35(0%)	0/35(0%)	
	평균	1.773m	1.262m	·	·	1.656m
	편차범위	0.395m ~3.264m	0.566m ~2.071m	·	·	
세계측지계 전환 후 (GRS80타원 체 상)	개수(비율)	24/35(68%)	3/35(9%)	7/35(20%)	1/35(3%)	
	평균	0.989m	0.677m	0.913m	1.208m	0.953m
	편차범위	0.200m ~3.407m	0.180m ~0.936m	0.502m ~1.907m	1.208m ~1.208m	

11) 서울시 수치지형도 제작시 사용된 삼각점인 구성과(실용성과)와 신성과를 비교한 결과(Bessel 타원체 기준), 신성과를 기준으로 실용성과가 남쪽으로 평균 0.317m, 서쪽으로 1.527m 편차를 보이고 있으며, 이는 세계측지계 전환 후, 구성과(실용성과) 기준 도로와 신성과 기준 도로의 위치차에 따른 유형과도 유사한 결과를 보임.

② 도로직선부

- 도로직선부의 정확도 검사 결과는 <그림 4-13>와 같이 남서, 북서, 남동, 북동방향의 네 가지 형태로 나타나지만, 도로곡선부와는 달리 각각의 유형 빈도가 불규칙한 형태를 보이고 있음. 변환 전에는 전체 33점 중 18점 (55%)이 북서방향으로 가장 높은 빈도를 나타냈으며, 변환 후에는 북동방향을 제외한 나머지 방향으로의 비율이 각각 33%(11/33)로 모두 동일하게 나타남(표 4-16).



<그림 4-13> 좌표변환 후 발생한 오차의 유형(도로직선부)

- 세계측지계 전환 전 신성과 도로직선부와 실용성과 도로직선부의 평균 위치차는 0.958m를 나타냈으며, 세계측지계 전환 후 평균 위치차는 0.474m를 나타내어 도로곡선부 보다 위치정확도가 향상된 결과를 보여주고 있음 (표 4-16).

- 전체 33점 중 변환을 통하여 1.0m 이내의 정확도를 나타내는 지점이 31점 (94%), 0.7m 이내의 정확도를 나타내는 지점이 28점(85%)에 해당함. 좌표 변환 및 왜곡모델링을 통한 위치정확도는 전체 검사점 중 76%(25/33)가 향상되었으며, 정확도가 향상된 것 중 88%(22/25)가 0.7m 이내의 범위를 나타냄.

<표 4-16> 정확도 검사 결과(도로직선부)

비교대상	항목	유형(신성과 - 실용성과)				계
		남서방향(+,+) -삼각점 편차와 유사	북서방향(-,+)	남동방향(+,-)	북동방향(-,-)	
세계측지계 전환전 (베셀 타원체 상)	개수(비율)	11/33(33%)	18/33(55%)	4/33(12%)	0/33(0%)	
	평균	1.116m	1.019m	0.247m	·	0.958m
	편차범위 (최소~최대)	0.063m ~2.377m	0.085m ~1.683m	0.194m ~0.345m	·	
세계측지계 전환 후 (GRS80타원 체 상)	개수(비율)	11/33(33%)	11/33(33%)	11/33(33%)	0/33(0%)	
	평균	0.570m	0.352m	0.500m	·	0.474m
	편차범위 (최소~최대)	0.235m ~1.457m	0.152m ~0.558m	0.107m ~1.044m	·	

② 한국전력의 도로데이터를 이용한 정확도 평가

○ 도로곡선부(꺾어지는 점)

- 도로곡선부의 정확도 검사 결과, 검사를 수행한 162점 중 세계측지계 전환 전에는 104점(64%), 세계측지계 전환 후에는 90점(56%)이 남서방향의 편차를 나타내어 가장 높은 빈도를 보여주고 있으며, 앞에서 수행한 “지하시설물 개선사업의 도로데이터를 이용한 정확도 평가”의 도로곡선부 결과와 비슷한 양상을 나타내고 있음.

- 세계측지계 전환 전 신성과 도로곡선부와 실용성과 도로곡선부의 평균 위치차는 1.505m를 나타냈으며, 좌표변환 및 왜곡모델링을 수행하여 세계측지계로 전환된 실용성과 도로곡선부와 신성과 도로곡선부와의 차는 1.014m를 나타내어 약 0.491m 정도의 위치정확도 향상을 보여주고 있음 (표 4-17).
- 전체 162점 중 변환을 통하여 1.0m 이내의 정확도를 나타내는 지점이 99점(61%)에 해당함. 좌표변환 및 왜곡모델링을 통한 위치정확도는 전체 검사점 중 81%(132/162)가 향상되었음.

<표 4-17> 정확도 검사 결과(도로곡선부)

비교대상	항목	유형(신성과 - 실용성과)				계
		남서방향(+,+) 삼각점 편차와 유사 ¹²⁾	북서방향(+,+)	남동방향(+,-)	북동방향(-,-)	
세계측지계 전환전 (베셀타원체 상)	개수(비율)	104/162(64%)	46/162(29%)	8/162(5%)	3/162(2%)	
	평균	1.587m	1.365m	1.235m	2.024m	1.505m
	편차범위 (최소~최대)	0.186m ~3.273m	0.286m ~2.700m	0.388m ~2.835m	0.507 ~3.256m	
세계측지계 전환 후 (GRS80타원 체 상)	개수(비율)	90/162(56%)	15/162(9%)	42/162(26%)	15/162(9%)	
	평균	0.988m	0.809m	1.144m	1.006m	1.014m
	편차범위 (최소~최대)	0.025m ~3.267m	0.202m ~1.585m	0.167m ~3.942m	0.056m ~3.479m	

○ 도로직선부

- 도로직선부 또한 앞서 수행한 “지하시설물 개선사업의 도로데이터를 이용한 정확도 평가”의 도로직선부와 유사한 결과를 보여주고 있으나, 각각의 유형 빈도의 발생 비율은 다른 형태를 보이고 있음. 세계측지계 전환 전에

12) 서울시 수치지형도 제작시 사용된 삼각점의 실용성과와 신성과를 비교한 결과(Bessel 타원체 기준), 신성과를 기준으로 실용성과가 남쪽으로 평균 0.317m, 서쪽으로 1.527m 편차를 보이고 있음.

는 전체 162점 중 79점(49%)이 남동방향으로 가장 높게 나타났으며, 세계 측지계 전환 후에는 남서와 북서방향의 비율이 각각 37%(60/162)와 38%(61/162)로 나타나고 있음(표 4-18).

- 신성과 도로곡선부와 구성과(실용성과) 도로곡선부의 평균 위치차는 세계 측지계 전환 전에는 0.986m를 나타냈으며, 세계측지계 전환 후에는 0.613m를 나타내어 약 0.373m 정도의 위치정확도 향상을 보여주고 있음(표 4-18).
- 전체 162점 중 변환을 통하여 1.0m 이내의 정확도를 나타내는 지점이 131점(81%)에 해당함. 좌표변환 및 왜곡모델링을 통한 위치정확도는 전체 검사점 중 77%(125/162)가 향상되었음.

<표 4-18> 정확도 검사 결과(도로직선부)

비교대상	항목	유형(신성과 - 실용성과)				계
		남서방향(+,+) -삼각점 편차와 유사	북서방향 (-,+)	남동방향 (+,-)	북동방향 (-,-)	
세계측지계 전환전 (베셀 타원체 상)	개수(비율)	63/162(39%)	20/162(12%)	79/162(49%)	0/162(0%)	
	평균	1.413m	1.023m	0.637m	·	0.986m
	편차범위 (최소~최대)	0.046m ~3.411m	0.058m ~2.261m	0.014m ~3.972m	2.154m ~2.154m	
세계측지계 전환 후 (GRS80타원 체 상)	개수(비율)	60/162(37%)	61/162(38%)	39/162(24%)	2/162(1%)	0.613m
	평균	0.732m	0.505m	0.610m	0.434	
	편차범위 (최소~최대)	0.163m ~3.401m	0.022m ~3.348m	0.016m ~2.817m	0.228m ~3.168m	

(3) 실험연구를 통한 소결론

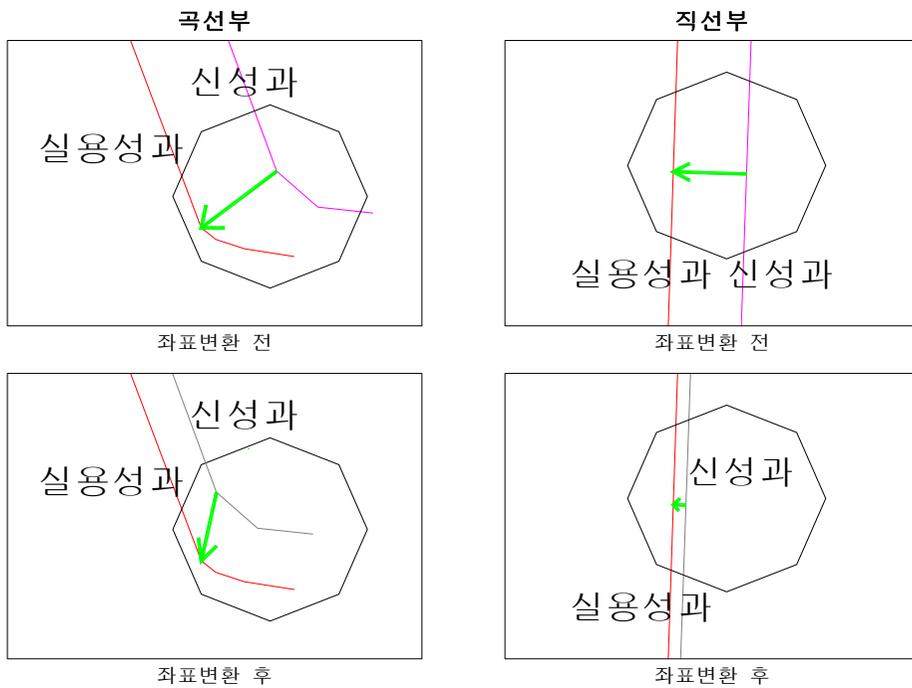
① 전체적인 위치정확도 향상

- 위치정확도 향상은 좌표변환 및 왜곡모델링 수행 후 동일한 위치에 해당하는 실용성과 신성과 도로간 위치차가 감소하는 것을 의미함(그림 4-14).
- 좌표변환 및 왜곡모델링 수행 결과, 위치정확도는 좌표변환 전과 비교하여 향상된 결과를 나타내었음.
 - 지하시설물 개선사업의 신성과 도로를 이용하여 위치정확도를 검증한 경우, 도로곡선부에서는 0.703m(1.656m-0.953m), 도로직선부에서는 0.484m(0.958m-0.474m)로 위치차가 감소하여 위치정확도가 향상되는 결과를 보임.
 - 한국전력의 신성과 도로를 이용하여 위치정확도를 검증한 경우, 도로곡선부에서는 0.491m(1.505m-1.014m), 도로직선부에서는 0.373m(0.986m-0.613 m)로 위치차가 감소하여 위치정확도가 향상되는 결과를 보임.

<표 4-19> 정확도 검사 결과

구분	도로곡선부		도로직선부		비고
	신성과 도로 기준(지하시설물 개선사업)	신성과 도로 기준 (한국전력)	신성과 도로 기준(지하시설 물개선사업)	신성과 도로 기준 (한국전력)	
세계측지계 전환전 (베셀타원체)	1.656m	1.505m	0.958m	0.986m	편차비교 (신성과-실용 성과간 거리 비교)
세계측지계 전환후 (GRS80타원체)	0.953m	1.014m	0.474m	0.613m	
위치정확도 개선	83%(29/35)	81%(132/162)	76%(25/33)	77%(125/162)	

- 좌표변환을 통한 위치정확도 향상



<그림 4-14> 좌표변환 전·후의 정확도 향상

② 추가적 고려사항

- 좌표변환 후 정확도가 저하되는 지점에 대한 추가 원인조사가 필요함.
- 본 실험연구는 수치지형도 도엽내의 도로만을 대상으로 수행하였기 때문에 건물 등의 지형지물에 대한 추가적 검증이 요구됨.

5) 실험연구에 대한 시사점 및 개선방향

(1) 시사점

- 서울시 1/1,000 수치지형도 초기제작 당시 산출된 GPS 성과는 상시관측소 데이터를 이용하여 계산된 것이 아니므로 위치정확도에 있어 개선의 여지가 남아 있음.
- '96-'98년까지 제작된 초기 1/1,000 수치지형도는 지역 및 제작시기에 따라 기준점들이 가진 오차의 정도가 상이함을 파악할 수 있음.
 - 지역별로 측량방식 및 기준점이 갖는 편차가 상이하므로 서울시 전역에 대한 실험연구 수행이 불가능함. 이를 극복하기 위해서는 당시 측량된 평면기준점에 대한 전반적인 GPS 재측량이 요구됨.
- 서울지역에 분포하는 기준점을 이용한 좌표변환 및 왜곡모델링은 서울지역에만 해당되기 때문에 서울외곽지역과의 경계부분 불일치가 발생함. 따라서 이들 문제점을 해결하기 위해서는 수도권 전역에 대한 기준점 사용이 매우 필요함.

(3) 개선 방향

- 서울시 1/1,000 수치지형도 초기제작에 사용된 국가기준점, 항측점, 측량이력 및 현황을 파악하고 당시 GPS 성과를 상시관측소 데이터와 연결하여 재계산할 필요가 있음.
- 서울시 1/1,000 수치지형도는 지역을 나누어 제작된 만큼 지역적인 편차를 가지고 있으므로 서울시 전체에 대한 좌표변환 타당성을 검증하기 위해서는 강북지역 이외에 나머지 지역에 대한 좌표변환 및 왜곡모델링 수행이 요구됨.

3. 서울시 GIS 데이터베이스 변환내용

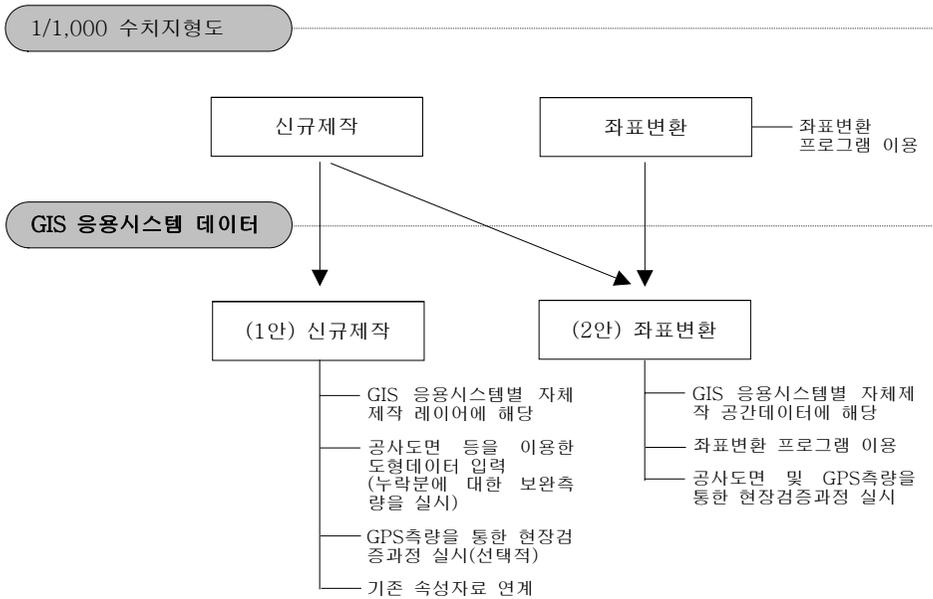
각 응용시스템에서 구축된 GIS 데이터베이스를 세계측지계로 전환하는 방법은 1/1,000 수치지형도가 세계측지계로 전환된 것을 가정하여 크게 2가지를 고려할 수 있다(그림 4-15). 1/1,000 수치지형도는 신규제작 또는 좌표변환 및 왜곡모델링을 통하여 세계측지계로 전환된 것을 가정한다.

첫 번째 방법은 GIS 응용시스템 데이터베이스를 신규제작하는 것으로 세계측지계로 변환된 1/1,000 수치지형도를 정위치 및 구조화 편집하여 데이터베이스로 구축하고, GIS 응용시스템에서 자체적으로 구축된 지형지물은 공사도면 또는 정위치 편집도면을 참조하여 지도화 입력한다. 지도화된 지형지물은 일정부분 현장조사 및 보완 측량을 통하여 검증은 하도록 한다.

두 번째 방법은 세계측지계로 전환된 1/1,000 수치지형도 레이어는 정위치 및 구조화 편집하여 사용하고 자체적으로 구축된 지형지물 또는 외부에서 제공받는 공간데이터는 좌표변환 프로그램(왜곡모델링 포함)을 이용하여 재구축 하는 것으로 신규제작과 마찬가지로 일정부분 현장조사 및 보완 측량을 통하여 검증하도록 한다.

<표 4-20> GIS 응용시스템 데이터베이스 변환방안

구분	장점	단점	비고
(1안) 신규제작	세계측지계로 전환된 수치지형도를 이용하여 위치정확도를 높일 수 있음.	속성데이터 작성을 제외한 모든 데이터베이스 구축 단계를 다시 수행하므로 상대적으로 많은 비용과 시간이 소요됨.	<ul style="list-style-type: none"> - 변화가 없는 시설물에 대해서는 기존의 현지조사 도면을 그대로 이용할 수 있음. - 공사도면 및 정위치편집을 이용하는 경우 변화된 시설물에 대한 이력관리가 필요함.
(2안) 좌표변환 프로그램 이용	서울시 전지역에 대한 일괄 갱신이 가능	<ul style="list-style-type: none"> - 지하시설물 등 높은 위치정확도가 요구되는 경우는 부적합할 수 있음. - 정확도 검증이 필요함. 	<ul style="list-style-type: none"> - 데이터에 대한 이력관리가 매우 중요함. - 좌표변환 프로그램을 이용하여 응용시스템 내의 공간데이터를 동일하게 좌표변환시킴.



<그림 4-15> GIS 응용시스템 데이터베이스 변환방법

1) 변환방법

(1) 1안 : 신규제작

GIS 응용시스템 데이터베이스는 1/1,000 수치지형도로부터 단순 참조 및 수정, 자체구축, 외부 및 타 응용시스템으로부터 제공받아 구성된다. 이중 1/1,000 수치지형도에서 제공되는 데이터의 경우에는 세계측지계로 변환된 수치지형도를 정위치 및 구조화 편집하여 데이터베이스로 구축한다.

각각의 GIS 응용시스템에서 자체적으로 구축된 지형지물은 세계측지계로 전환된 1/1,000 수치지형도를 참고하고 공사대장 및 정위치 편집도면, 원시자료 등을 참조하여 지도화 수행한다. 지도화 수행작업은 정위치 편집 및 기존 속성자료 연계과정까지 수행하고, 수행결과에 대한 현장조사 및 보완측량을 통하여 검증 및 보완을 수행한다. <표 4-21>은 각 응용시스템별 세계측지계로의 데이터 변환방법을 나타낸 것으로 지상시설물과 지하시설물간 약간의 차이를 보여주고 있다.

<표 4-21> GIS 응용시스템별 데이터베이스 변환방법(신규제작)

시스템 구분	1/1,000 수치지형도(기본도)		자체구축	타응용시스템 참조 데이터	비고
	단순 참조	수정			
공간데이터 웨어하우스	지리정보담당관 실로부터 신규 제작된 데이터 수령	해당없음	해당없음	각 응용시스템에 서 변환된 데이터 수령	.
도로관리 시스템	지리정보담당관 실로부터 신규 제작된 데이터 수령	해당없음		해당없음	.
하수도관리 전산시스템	지리정보담당관 실로부터 신규 제작된 데이터 수령	해당없음	-공사도면을 이용 한 도형데이터 입 력 -검증을 위한 GPS 측량을 실시 -기존 속성자료 연 계	각 응용시스템에 서 변환된 데이터 수령	공사도면 누락 분에 대하여는 보완측량을 실 시
상수도시설 관리시스템	지리정보담당관 실로부터 신규 제작된 데이터 수령	-지리정보담 관실로부 터 수령한 데이터를 수 정	-공사도면을 이용 한 도형데이터 입 력 -검증을 위한 GPS 측량을 실시 -기존 속성자료 연 계	해당없음	공사도면 누락 분에 대하여는 보완측량을 실 시
도시계획정보 관리시스템	지리정보담당관 실로부터 신규 제작된 데이터 수령	-지리정보담 관실로부 터 수령한 데이터를 수 정	-관련도면을 이용 한 도형데이터 입 력 -기존 속성자료 연 계	각 응용시스템에 서 변환된 데이터 수령	.
토지관리 정보체계	해당없음	-지리정보담 관실로부 터 수령한 데이터를 수 정	-공사도면 및 관련 도면을 이용한 도 형데이터 입력 -검증을 위한 GPS 측량을 실시 -기존 속성자료 연 계	해당없음	.
새주소전산 통합시스템	지리정보담당관 실로부터 신규 제작된 데이터 수령	-지리정보담 관실로부 터 수령한 데이터를 수 정	-관련도면을 이용 한 도형데이터 입 력 -기존 속성자료 연 계	각 응용시스템에 서 변환된 데이터 수령	도면 누락분에 대하여는 현장 조사 실시
지하시설물 통합정보 시스템	지리정보담당관 실로부터 신규 제작된 데이터 수령	-지리정보담 관실로부 터 수령한 데이터를 수 정	-공사도면 및 관련 도면을 이용한 도 형데이터 입력 -검증을 위한 GPS 측량을 실시 -기존 속성자료 연 계	각 응용시스템에 서 변환된 데이터 수령	도면 누락분에 대하여는 현장 조사 실시

(2) 2안 : 변환 프로그램 이용

좌표변환 프로그램(왜곡모델링 포함)을 이용하여 GIS 응용시스템의 데이터베이스를 세계측지계로 전환하는 방법이다. 세계측지계 전환을 위하여 GIS 응용시스템 내의 모든 공간데이터를 변환하거나 또는 세계측지계로 전환된 1/1,000 수치지형도 데이터를 정위치 및 구조화 편집하여 사용하고 자체적으로 구축된 레이어 또는 외부에서 제공받는 데이터는 좌표변환 프로그램을 이용하여 세계측지계로 재구축한다. 좌표변환 프로그램 이용방법 또한 신규제작과 마찬가지로 일정부분 현장조사 및 보안 측량을 통하여 검증하도록 한다.

<표 4-22> GIS 응용시스템별 데이터베이스 변환방법(좌표변환)

시스템 구분	1/1,000 수치지형도(기본도)		자체구축	타응용시스템 참조 데이터	비고
	단순 참조	수정			
공간데이터 웨어하우스	지리정보담당관실 로부터 변환된 데 이터 수령	해당없음	해당없음	각 응용시스템에 서 변환된 데이터 수령	모든 공간 데이터 일괄 변환 가능
도로관리시스 템	지리정보담당관실 로부터 변환된 데 이터 수령	해당없음	좌표변환 프로그 램을 이용한 변환 을 실시	해당없음	
하수도관리 전산시스템	지리정보담당관실 로부터 변환된 데 이터 수령	해당없음	좌표변환 프로그 램을 이용한 변환 을 실시	각 응용시스템에 서 변환된 데이터 수령	
상수도시설 관리시스템	지리정보담당관실 로부터 변환된 데 이터 수령	좌표변환 프로그 램을 이용한 변환 을 실시	좌표변환 프로그 램을 이용한 변환 을 실시	해당없음	
도시계획정보 관리시스템	지리정보담당관실 로부터 변환된 데 이터 수령	좌표변환 프로그 램을 이용한 변환 을 실시	좌표변환 프로그 램을 이용한 변환 을 실시	각 응용시스템에 서 변환된 데이터 수령	
토지관리 정보체계	지리정보담당관실 로부터 변환된 데 이터 수령	좌표변환 프로그 램을 이용한 변환 을 실시	좌표변환 프로그 램을 이용한 변환 을 실시	해당없음	
새주소전산 통합시스템	지리정보담당관실 로부터 변환된 데 이터 수령	좌표변환 프로그 램을 이용한 변환 을 실시	좌표변환 프로그 램을 이용한 변환 을 실시	각 응용시스템에 서 변환된 데이터 수령	
지하시설물 통합정보시스 템	지리정보담당관실 로부터 변환된 데 이터 수령	좌표변환 프로그 램을 이용한 변환 을 실시	좌표변환 프로그 램을 이용한 변환 을 실시	각 응용시스템에 서 변환된 데이터 수령	

2) 변환 담당부서

1/1,000 수치지형도의 세계측지계 전환은 지리정보 총괄부서인 지리정보담당관실에서 총괄적으로 수행되어야 하며, 서울시 지리정보 유통체계인 공간데이터웨어하우스를 통하여 각 응용시스템에 제공될 수 있다.

GIS 응용시스템 데이터베이스에 대한 세계측지계로의 신규제작은 기본적으로 각 응용시스템 담당 및 운영부서가 되어야 하나, 1/1,000 수치지형도 부문과 도로, 건물, 하천 등 서울시 지리정보 프레임워크에 해당하는 데이터들은 지리정보담당관에서 일괄적으로 변환한 후, 각 응용시스템 데이터베이스로 연계되도록 하여야 한다.

변환 프로그램을 이용한 세계측지계로의 전환 또한 각 응용시스템 담당 및 운영부서가 되어야 하나, 세계측지계로 전환되는 공간데이터의 일관성을 유지하기 위한 통일된 작업지침이 필요하다. 이를 위하여 공간데이터들의 변환을 수행할 수 있도록 변환프로그램과 작업지침서가 필요할 것으로 판단되며, 이의 작업은 지리정보담당관에서 변환프로그램 및 작업지침서를 배포할 필요가 있다. 각 GIS 응용시스템 담당부서에서는 이들 방법을 통하여 공간데이터를 변환하고 현지 조사 및 보완측량을 통하여 데이터의 정확도를 유지하도록 한다.

<표 4-23> GIS 응용시스템별 변환 주체

변환대상	담당조직	비고
1/1,000 수치지형도(기본도)	정보화기획단 지리정보담당관	서울시 프레임워크 및 공통데이터는 지리정보담당관실에서 공간데이터웨어하우스를 통한 일괄적 제공이 필요 좌표변환 프로그램 또한 공간데이터의 일관성을 위하여 지리정보담당관실에서 제공 필요함.
공간데이터웨어하우스	정보화기획단 지리정보담당관	
도로관리시스템	정보화기획단 지리정보담당관	
하수도관리전산시스템	건설기획국 하수계획과	
상수도시설관리시스템	상수도사업본부 수도관리부	
도시계획정보관리시스템	도시계획국 도시계획과	
토지관리정보체계	도시계획국 토지관리과	
새주소전산통합시스템	행정국 행정과 새주소사업팀	
지하시설물통합정보시스템	정보화기획단 지리정보담당관	

3) 소요 예산

GIS 응용시스템 데이터베이스의 세계측지계 전환비용은 신규제작 및 좌표변환 프로그램 이용에 따라 구분하였다(표 4-24). 신규제작인 경우에는 각 응용시스템에서 업무의 특성에 따라 자체적으로 제작된 레이어에 대한 정위치 편집 및 기존 속성 데이터 연계 비용과 세계측지계 전환 후, 위치정확도 검증 비용을 포함한다. 좌표변환 프로그램 이용에서는 좌표변환 후, 위치정확도 검증비용을 포함한다.

<표 4-24> 변환방법에 따른 응용시스템별 소요예산

변환대상	소요예산(천원)		비고
	신규제작	좌표변환	
공간데이터웨어하우스	1,468,919	131,564	메타데이터 변환비용제외
도로관리시스템	659,335	123,997	"
하수도관리전산시스템	1,241,643	119,802	"
상수도시설관리시스템	1,455,828	184,857	"
도시계획정보관리시스템	429,253	72,965	"
토지관리정보체계	372,769	144,187	"
새주소전산통합시스템	1,059,466	80,252	"
지하시설물통합정보시스템	1,455,829	143,701	"
총계	8,143,042	1,001,325	"

제 5 장 서울시 지리정보데이터 대응방안

제1절 서울시 지리정보데이터 변환 추진방향

제2절 분야별 대응 전략 수립

제3절 단계별 추진내용(2004-2007)

제 5 장 서울시 지리정보데이터 대응방안

제1절 서울시 지리정보데이터 변환 추진방향

현재 국토지리정보원에서는 1/1,000 수치지형도 지역별 변환계수 산출, 수치지형도 변환 프로그램 제작, GPS 정밀 1, 2차 기준점 구축 등 세계측지계로의 전환을 위하여 다양한 노력을 하고 있다. 이에 서울시에서는 국가에서 진행되고 있는 추진전략을 최대한 반영할 필요가 있다. 그러나 국가에서 제공 예정인 1/1,000 수치지형도 변환계수가 서울지역 위치정확도를 만족할 수 있는지에 대한 문제점, GPS 정밀 1, 2차 기준점 사용에 대한 사용 시기 문제점, 서울 외곽지역에 대한 불부합 등의 문제점들이 존재한다.

서울시 1/1,000 수치지형도는 도시 시설물관리 및 기타 업무와 관련되어 높은 정확도를 요구하므로 일관성 유지는 물론 일정한 수준의 정확도 확보가 보장되어야 한다. 이외에도 각 업무에서 사용되고 있는 GIS 응용시스템의 공간데이터 변환은 1/1,000 수치지형도 제작과 연계되어 지속적인 문제점을 야기할 것으로 판단되기 때문에 특히 좌표변환 프로그램을 이용하는 경우 기준점과 측량의 통일성 및 일관성 유지는 매우 중요하며, 이를 위해 기준점과 측량에 대한 이력 파악이 필수적이다.

서울시 지리정보데이터 변환을 위해서는 세계측지계를 기준으로 하는 1/1,000 수치지형도의 주요 지형지물들을 중심으로 부분적 신규제작을 우선적으로 수행하며, 서울시 지역 중 제작이 늦어지는 지역에 대해서는 국가에서 제공하는 변환계수 또는 서울시 자체적인 측량을 통하여 기준점을 확보 후, 좌표변환 프로그램 제작이 필요하다.

각 GIS 응용시스템에서는 세계측지계로 전환된 1/1,000 수치지형도를 이용하여 기존 데이터베이스를 대치하여야 하며, 업무 특성상 자체 구축된 데이터는 좌표변환 프로그램을 이용하여 세계측지계로의 전환을 수행한다. 그러나 지하시설물 데이터 등 높은 위치정확도가 요구되는 데이터의 경우 정위치 편집을 통한 신

규제작도 고려되어야 한다. GIS 응용시스템의 데이터베이스를 세계측지계로 전환하는데 있어 GIS 응용시스템 담당자들에 대한 교육 및 홍보가 매우 필요하기 때문에 데이터베이스 변환지침서를 통하여 일관성 있는 사업추진이 수행될 수 있도록 한다.

제2절 분야별 대응 전략 수립

세계측지계 전환시 분야별 대응전략 수립은 지리정보데이터, 응용시스템, 추진조직, 교육 및 홍보를 중심으로 수행전략을 수립하였다.

1. 지리정보데이터 부문

1) 1/1,000 수치지형도

1/1,000 수치지형도는 서울시 GIS 응용시스템 데이터베이스의 근간이 되는 기본도로 위치정확도의 확보는 매우 필수적이다. 그러나 초기 구축된 1/1,000 수치지형도의 위치정확도가 구·신 기준점의 차이와 유지관리 수행시 누적되는 오차로 인하여 지하시설물 관리 등에 문제점을 나타내고 있다. 또한, 앞서 수행한 실험연구결과 좌표변환 및 왜곡모델링을 실시하더라도 필요한 위치정확도를 확보하기에는 어려움을 보여주고 있다.

1/1,000 수치지형도의 세계측지계 전환은 구축비용, 구축기간, 기존 데이터의 활용 등을 고려하여 주요 지형지물만을 대상으로 하는 부분적 신규제작을 수행하며, 이를 위하여 항공사진 측량, GPS 기준점 설정, 지역에 따른 단계별 구축, 세계측지계로 전환된 수치지형도의 유지관리를 고려하여야 한다.

2) GIS 응용시스템 데이터베이스

GIS 응용시스템 데이터베이스의 세계측지계 전환은 지리정보담당관실 및 관련 GIS 응용시스템 관리부서에서 수행함을 원칙으로 한다. 지리정보담당관실에서는 공간데이터웨어하우스에서 관리하고 있는 서울시 프레임워크 데이터 및 GIS 공통 데이터를 우선적으로 세계측지계로 전환을 수행하며, 각 GIS 응용시스템 관리부서 및 지하시설물 관리기관에서는 업무에서 유지관리하는 데이터의 변환을 수행한다.

GIS 응용시스템 데이터베이스 변환을 위한 방법으로 지리정보담당관실에서는 프레임워크데이터 및 GIS 공통데이터를 구조화하여 공간데이터웨어하우스를 통한 타 GIS 응용시스템간의 데이터베이스 연계를 수행하고 각 GIS 응용시스템 관리부서 및 지하시설물 관리기관에서는 서울시에서 배포하는 변환 프로그램 및 변환 매뉴얼을 이용하여 데이터베이스의 변환을 수행한다. 이외에 지리정보담당관실에서는 데이터 변환 및 데이터 유지관리를 위한 지침을 제시하는 것이 필요하다. 세계측지계로 GIS 응용시스템의 데이터베이스를 변환시키는 경우, GPS 측량과 모바일 GIS를 통한 유지관리체계가 필요하며, 이를 통하여 시설물에 대한 위치정확도 향상과 최신성 확보를 수행한다.

2. 시스템 부문

현재 운영되고 있는 GIS 소프트웨어는 세계측지계에 대한 좌표계 정보를 지원하고 있기 때문에 별도의 작업이 필요치는 않으나, 데이터에 대한 좌표계 정보를 변경할 필요가 있다. 이외에도 세계측지계 전환에 따른 데이터베이스 재구축시, 데이터베이스의 구조적인 문제점이 발생할 여지가 있기 때문에 시스템 운영에 대한 검증작업을 수행하도록 한다. 메타데이터는 좌표계 정보가 바뀔에 따라 변경이 필요하기 때문에 각 GIS 응용시스템의 데이터베이스가 세계측지계로 전환시 변경을 하도록 한다.

3. 추진조직

서울시 지리정보데이터의 세계측지계 전환은 GIS 응용시스템을 구축한 모든 부서에 해당하기 때문에 좌표전환시 발생하는 문제점들을 최소화하고 효율성을 높이기 위한 체계적 추진조직이 필요하다. 이를 위하여 서울시 지리정보데이터 총괄 부서, 각 GIS 응용시스템 담당부서, 타 기관의 지하시설물 관리부서, 전문가 등의 유기적인 협조가 필요하다.

추진조직은 총괄부서, 담당부서, 추진협의회로 구성되는 것이 필요하다(표 5-1). 총괄부서는 서울시 정보화 기획단내의 지리정보담당관이 역할을 수행하고, 담당부서는 각 GIS 응용시스템 관리부서가 해당이 된다. 추진협의회는 지리정보담당관, 각 GIS 응용시스템 담당부서, 타 기관의 지하시설물 담당부서, 전문가들로 구성이 되며, 세계측지계 전환에 필요한 실무 조정, 관련 사업의 추진, 기술정보 교류, GIS 데이터베이스의 현실성 및 유지관리 등의 내용을 협의하도록 한다.

<표 5-1> 세계측지계 전환을 위한 추진조직 및 역할

추진조직	구성	역할
총괄부서	정보화기획단 지리정보담당관실	<ul style="list-style-type: none"> - 지리정보데이터에 대한 세계측지계 업무 총괄 - 1/1,000 수치지형도 신규제작(세계측지계 기준) - GIS 응용시스템 데이터베이스 좌표변환 프로그램 및 좌표변환 지침서 제작 - GPS 도심기준점 설치
담당부서	각 GIS 응용시스템 관리부서	<ul style="list-style-type: none"> - 각 GIS 응용시스템 데이터베이스 좌표변환 수행 - 세계측지계 전환에 따른 메타데이터 변경 - 좌표변환된 GIS 데이터베이스 위치정확도 검증 - GPS 등 신기술을 이용한 실시간 GIS 데이터베이스 유지관리 수행
추진협의회	지리정보담당관실, 각 GIS 응용시스템 담당부서, 전문가 등	<ul style="list-style-type: none"> - 세계측지계 전환에 필요한 실무 조정, 관련 사업의 추진, 기술정보 교류 등

4. 교육 및 홍보 부문

GIS 응용시스템 사용자 및 유지관리자를 중심으로 세계측지계 전환에 따른 내용 및 작업환경 변화에 대한 교육 및 홍보가 필요하다. 대상은 데이터베이스를 입력, 수정, 관리를 수행하는 모든 사람이 해당되며, 이외에 시스템 운영자도 정기적으로 교육을 받도록 한다.

교육 및 홍보는 크게 2가지 부문으로 나눌 수 있는데 첫 번째는 일반적인 사항으로 측량법, 좌표체계, 기준점 등의 내용이 포함되며, 두 번째는 기술적인 사항으로 각 GIS 응용시스템 데이터베이스 변환지침, GPS 교육, 메타데이터 변경 등의 내용이 포함된다(표 5-2). GIS 데이터베이스 변환지침에서는 좌표변환 프로그램 사용법, 좌표변환 후 위치정확도 검증 및 유지관리에 대한 내용이 포함되어야 한다.

<표 5-2> 교육 및 홍보 내용

구분	교육 내용	비고
일반사항	- 측량법 개정	GIS 시스템 일반 사용자 및 관리자
	- 좌표체계 내용(기존 및 세계측지계)	
	- 세계측지계 전환 후, 발생하는 변화 및 의의	
	- 기준점 현황 및 내용	
	- 측량 기술 동향	
기술적 사항	- GIS 응용시스템 데이터베이스 변환지침	GIS 시스템 관리자
	- GPS 측량을 통한 시설물 유지관리	
	- GIS 응용시스템내의 변경사항	
	- 기준계 정보에 대한 메타데이터 변경	
	- 세계측지계 전환된 1/1,000 수치지형도 공유	

제3절 단계별 추진내용(2004-2007)

구분		1단계(2004-2005)	2단계(2005-2006)	3단계(2006-2007)
1/1,000 수치지형도		<ul style="list-style-type: none"> ◦ 세계측지계로의 수치지형도 신규제작(주요 지형지물) -지역별 단계별 제작 수행 ◦ 서울지역 기준점 재정비 및 도시기준점 설치 ◦ 제작된 수치지형도 정확도 분석 ◦ 기존 1/1,000 수치지형도 정확도 검증 및 오류분석 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 세계측지계로의 수치지형도 신규제작(주요 지형지물) -지역별 단계별 제작 수행 ◦ 1단계 제작된 수치지형도에 대한 유지관리 수행 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 세계측지계로의 수치지형도 신규제작(주요 지형지물) -서울시 전역 완료 ◦ 1, 2단계 제작된 수치지형도에 대한 유지관리 수행
GIS 응용 시스템 DB	데이터 변환	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 세계측지계 전환을 위한 각 GIS 응용시스템 DB 현황 파악 및 분석 -기존 DB 정확도 및 오류 분석 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 좌표변환 프로그램을 이용한 GIS 응용시스템 DB 변환 -변환된 GIS DB 정확도 및 오류 분석 -GPS 측량을 통한 수정 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 좌표변환 프로그램을 이용한 GIS 응용시스템 DB 변환 -변환된 GIS DB 정확도 및 오류 분석 -GPS 측량을 통한 수정
	데이터 연계	-	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 세계측지계로 전환된 서울시 프레임워크 및 공통 데이터에 대한 GIS 응용시스템 DB 연계 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 세계측지계로 전환된 서울시 프레임워크 및 공통 데이터에 대한 GIS 응용시스템 DB 연계
	유지 관리	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 기존 GIS DB에 대한 유지관리 및 GPS 측량 병행 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 변환된 GIS DB에 대한 유지관리 및 GPS 측량 병행 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 변환된 GIS DB에 대한 유지관리 및 GPS 측량 병행
소프트웨어 및 프로그램 부문	GIS 소프트 웨어	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 세계측지계 전환에 따른 GIS 응용시스템 기준계 파악 수행 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 세계측지계 기준계 적용 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 세계측지계 기준계 적용
	GIS DB 변환 프로그램	-	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 세계측지계 전환을 위한 GIS DB 변환 프로그램 개발 및 보급 	
	메타 데이터	-	-	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 세계측지계 기준계 정보에 대한 내용 유지관리 수행
추진조직			<ul style="list-style-type: none"> ◦ 세계측지계 전환에 따른 GIS Task Force 팀 구성 -지리정보담당관 -GIS 응용시스템 담당자 -지하시설물 관리담당자 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 총괄부서, 담당부서, 협의회 구성 -각 GIS 응용시스템 DB 변환 실무자 구성
교육 및 홍보		-	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 세계측지계 전환에 따른 작업 내용 홍보 -세계측지계 전환을 위한 데이터 변환 매뉴얼 작성 및 배포 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 세계측지계 전환에 따른 홍보 및 교육 수행

1. 1단계: 수치지형도 제작 및 좌표변환(왜곡모델링) 타당성 검토(2004-2005)

1) 추진개요

1/1,000 수치지형도 및 GIS 응용시스템 데이터베이스를 변환하기 위한 단계이다. 1/1,000 수치지형도는 서울시 일부지역에 대하여 주요 지형지물을 대상으로 부분적 신규제작을 수행하며, 제작된 지역에 대한 정확도 검증을 수행한다. 좌표 변환 프로그램을 제작하기 위하여 국가기준점 및 항측기준점에 대한 GPS 측량을 수행한다. 이외에 지리정보데이터에 대한 수시 유지관리체계를 갖기 위한 도시기준점을 설치하도록 한다. GIS 데이터베이스 변환을 위해서는 기존 공간데이터에 대한 정확도 및 오류에 대한 분석을 미리 수행하도록 한다.

2) 추진내용

- 주요 지형지물에 대한 1/1,000 수치지형도 신규제작
 - 서울지역에 분포하고 있는 기준점 재정비 및 도시기준점 설치를 수행함. 도시기준점은 지속적으로 관리될 수 있도록 하며, 항측기준점의 역할을 수행하도록 함.
 - 기준점 및 항측점에 대한 GPS 측량 수행 : 국가기준점 및 항측기준점에 대한 GPS 측량은 변환 모델링과 신규 수치지형도 제작시 반드시 필요한 사항이기 때문에 예산의 중복 투자가 발생하는 것은 아님.
 - 신규제작된 수치지형도의 주요 지형지물별 정확도 검증 수행
 - 기존 제작된 수치지형도의 정확도 검증 및 오류 분석을 통하여 신규제작되는 수치지형도의 오류를 방지하도록 함.

○ GIS 응용시스템 데이터베이스

- 각 GIS 응용시스템 데이터베이스에 대한 세계측지계로의 전환 주체 및 변환된 데이터를 설정함. 프레임워크 및 공통데이터는 지리정보담당관에서 주관하며, 각 GIS 응용시스템 담당부서에서는 업무에서 유지관리를 수행하고 있는 데이터를 세계측지계로 전환하기 위한 전략수립이 필요함.
- 좌표변환 프로그램을 이용하여 GIS 데이터를 변환하기에 앞서 기존 GIS 데이터에 대한 위치정확도 및 오류 분석이 필요함.
 - GIS 데이터는 대부분 1/1,000 수치지형도를 이용하여 구축되었으며, 자체 제작된 데이터 또한 1/1,000 수치지형도를 이용하여 정위치편집을 하였기 때문에 신·구성과 차이에 의한 근본적인 문제점을 가지고 있음. 이외에도 수치지형도 유지관리시 지형지물의 변화에 따라 시설물의 위치가 변화는 경우가 있음.
- 각 GIS 응용시스템의 경우, 현재 지형지물을 유지관리 방법 이외에도 GPS 측량을 통한 절대 측량값의 취득을 수행하여 세계측지계 적용시 사용하도록 함.

○ GIS 응용시스템 및 소프트웨어

- GIS 데이터의 세계측지계 전환시 응용시스템 및 프로그램 상에서 세계측지계 지원여부 파악

2. 2단계: 수치지형도 지속제작 및 GIS DB 변환 수행(2005-2006)

1) 추진개요

1단계 사업에서 수행한 수치지형도 주요 지물지형별 신규제작을 연속적으로 진행하고, 좌표변환 프로그램을 제작하여 GIS 응용시스템 데이터베이스를 세계측지계로 전환한다. 좌표변환 프로그램에 대한 정확도 검증이 필요하며, 수치지형도

및 GIS 응용시스템 데이터베이스에 대한 연계 방안을 모색한다. 이외에 세계측지계 전환을 위한 추진조직, 교육 및 홍보를 실시하도록 한다.

2) 추진내용

- 주요 지형지물에 대한 1/1,000 수치지형도 신규제작
 - 수치지형도 신규제작을 지속적으로 수행하고 1단계에서 제작된 수치지형도는 최신의 상태로 유지관리를 수행함.

- GIS 응용시스템 변환
 - 좌표변환 프로그램을 이용하여 각 업무에서 자체 제작한 GIS 데이터를 변환함. 변환된 데이터는 정확도 검증 및 오류 분석을 수행하고 성과가 정확하지 않은 지역에 대해서는 GPS 등 재측량을 통하여 수정하도록 함.
 - 1단계에서 제작된 수치지형도는 GIS 응용시스템으로 연계되어야 함. 이를 위해서 지리정보담당관실에서는 공간데이터웨어하우스를 최대한 활용하도록 하며, 서울시 프레임워크 데이터 및 공통데이터에 대하여 GIS 응용시스템 담당부서에 제공을 수행함.

- 소프트웨어 및 프로그램 부문
 - 좌표변환 프로그램 제작
 - 초기 제작된 1/1,000 수치지형도는 신·구성과의 차이를 나타내고 있으며, 단순한 좌표변환을 수행하기에는 어려움을 나타내고 있음. 따라서 지역별 왜곡량을 보정하기 위한 왜곡모델링 수행이 필수적임. 이를 위해서는 수치지형도 초기 제작 당시 사용된 국가기준점과 항측기준점에 대한 전면적인 GPS 재측량을 통하여 수치지형도와 GIS 응용시스템 데이터의 정확도 검증 및 좌표변환 프로그램에 대한 타당성 검토가 필요함.
 - GIS 응용시스템 데이터베이스에 대한 기준계 정보 변경

○ 조직

- 세계측지계 전환에 관한 업무 및 데이터 연계를 위한 GIS Task Force 팀을 구성함. Task Force 팀은 지리정보담당관실에서 총괄하고 각 GIS 업무 시스템 담당자 및 지하시설물 데이터 관리자를 중심으로 구성되며, 세계측지계 전환에 따른 수치지형도 정확도 향상 및 각 GIS 응용시스템 데이터 변환을 수행함.

○ 교육 및 홍보

- 개정측량법, 좌표체계, 세계측지계 전환 및 의의, 변경 내용 등
- 좌표변환 프로그램 매뉴얼 작성

3. 3단계: 세계측지계 제작완료 및 데이터 수시 유지관리 체계 수립(2006-2007)

1) 추진개요

3단계 사업에서는 서울지역 전역에 대한 1/1,000 수치지형도를 제작하고 2007년도부터는 세계측지계의 사용이 수행될 수 있도록 한다. 이외에 1/1,000 수치지형도의 수시갱신 체계를 구축하여 데이터의 현시성을 유지하도록 한다. GIS 응용시스템에서는 세계측지계 전환시 발생하는 문제점을 파악하고 개선할 수 있도록 하며, GIS 응용시스템의 데이터 중 업무에서 자체제작 또는 유지관리를 수행하고 있는 지형지물에 대한 세계측지계로의 전환을 수행하고 각 GIS 데이터베이스의 연계성을 확보하도록 한다.

2) 추진내용

- 서울지역 전역에 대한 수치지형도 제작 완료
 - 1/1,000 수치지형도에 대한 수시갱신 체계 및 유지관리 체계 구축

- GIS 응용시스템 DB
 - 각 GIS 응용시스템에서는 1/1,000 수치지형도의 프레임워크 데이터 및 공통데이터를 구조화하여 데이터베이스로 구축하며, 각 업무부서에서 자체제작 또는 유지관리를 수행하고 있는 데이터에 대한 세계측지계 전환 및 위치정확도 검증 수행
 - 데이터변환 프로그램 및 매뉴얼을 이용하여 데이터 변환 작업의 일관성 유지
 - 도시기준점을 이용한 시설물 관리의 원활한 수행

- 교육 및 홍보
 - 데이터변환 프로그램 사용 및 매뉴얼 이해를 위한 정기 교육 실시

- 추진조직
 - 세계측지계 전환을 위한 추진협의회를 구성하여 수치지형도 정확도 향상, GIS 데이터에 대한 유지관리 체계, 프레임워크 및 공통데이터에 대한 구조화편집 등에 대한 내용 협의

제 6 장 결론 및 향후 추진사업

제1절 결론

제2절 향후 추진사업 내용

제 6 장 결론 및 향후 추진사업

제1절 결론

측량법 개정에 따라 세계측지계의 의무 사용이 2007년으로 가시화되면서 국가 및 지자체 등에서 사용되고 있는 지리정보데이터에 대한 세계측지계로의 전환이 요구되고 있다. 서울시의 경우, 1/1,000 수치지형도를 비롯한 GIS 응용시스템 데이터베이스와 위성 및 항공사진, 수치주제도 등 다양한 형태의 지리정보데이터가 존재하며 업무상 상관관계를 가지고 사용 및 운용되고 있다.

국토지리정보원과 서울을 비롯한 일부 지자체들이 세계측지계 전환에 따른 업무 수행과 계획을 수립하고 있으나 아직은 모든 지리정보데이터를 포괄할 정도의 수준을 갖추지 못하고 있다. 이에 따라 서울시에서는 지리정보데이터를 포괄하고 이를 유기적으로 전환할 수 있는 방안의 모색이 필요하다.

본 연구는 세계측지계전환에 따른 서울시 지리정보 대응방안 수립을 위한 기초 연구로서 기본도인 1/1,000 수치지형도를 비롯한 각종 지리정보데이터의 현황을 조사 및 분석하고 분야별로 추진전략을 제시하였다. 도출된 주요 연구결과는 다음과 같다.

1. 서울시 지리정보데이터 변환 추진방향

본 연구에서는 서울시 지리정보데이터의 세계측지계 전환을 위하여 다음과 같은 추진방향을 제시한다.

- 서울시 지리정보데이터의 변환을 위해서 1/1,000 수치지형도의 신규제작이 요구되나 서울시 전역에 대한 일괄적인 신규제작은 어렵기 때문에 도로 및 건물과 같은 주요지형지물의 신규제작과 기타 지형지물에 대한 블록별 이동 또는 변환계수 활용을 적극 고려함.

- 수치지형도 및 좌표변환 프로그램의 제작을 위하여 서울시 자체적인 측량을 통한 기준점 확보가 요구됨.
- 각 GIS 응용시스템 데이터베이스는 세계측지계로 전환된 1/1,000 수치지형도를 이용하여 대체되어야 하며, 시스템별 자체 구축 데이터는 위치정확도를 고려하여 좌표변환 및 신규제작의 방법을 적절히 적용함.
- GIS 응용시스템 담당자들에 대한 교육 및 홍보는 물론 데이터베이스 변환 지침서 제작을 통해 일관성 있는 사업추진을 도모함.

2. 좌표변환을 통한 세계측지계 전환 타당성 검토

좌표변환 및 왜곡모델링을 통한 지리정보데이터의 세계측지계 전환은 기존 구축된 데이터를 최대한 활용할 수 있으며, 적은 비용으로 구축할 수 있는 장점을 가지고 있다. 그러나 1/1,000 수치지형도와 지하시설물 데이터베이스 구축 등 높은 위치정확도를 요구하는 경우에는 신중한 검토가 필요하다. 좌표변환 및 왜곡모델링을 원활하게 수행하기 위해서는 GPS 측량된 국가기준점과 항측점의 확보를 통한 좌표변환 프로그램 제작과 더불어 GIS 응용시스템 담당자들에 대한 교육 및 홍보가 매우 필요하기 때문에 데이터베이스 변환지침서를 통하여 일관성 있는 사업추진이 수행될 수 있도록 한다.

- 서울시 1/1,000 수치지형도는 연도별, 지역별로 측량방식 및 기준점이 갖는 편차가 상이하므로 서울시 전역에 대한 좌표변환 수행이 불가능함. 이를 극복하기 위해서는 당시 측량된 평면기준점에 대한 전반적인 GPS 재측량과 GPS 상시관측소 데이터와 연결하여 재계산할 필요가 있음.
- 서울지역에 분포하는 기준점을 이용한 좌표변환 및 왜곡모델링은 서울지역에만 해당되기 때문에 서울외곽지역과의 경계부분 불일치가 발생함. 따라서 이들 문제점을 해결하기 위해서는 서울외곽지역에 대한 기준점 사용 검토가 필요함.

3. 분야별 대응 전략

1) 지리정보데이터 부문

○ 1/1,000 수치지형도

- 1/1,000 수치지형도의 세계측지계전환은 신규제작을 원칙으로 하나 기존에 구축된 수치지형도의 활용과 제작비용을 감소시키기 위하여 도로 및 건물 등 주요 지형지물만을 위주로 신규제작함.
- 수치지형도의 부분적 신규제작을 위하여 지형지물별 위치정확도 확보, 항공사진 측량, GPS 기준점 설정, 지역에 따른 단계별 구축지침, 세계측지계로 전환된 수치지형도의 유지관리를 수행함.

○ GIS 응용시스템 DB

- 지리정보담당관실에서는 공간데이터웨어하우스에서 관리하고 있는 서울시 프레임워크 데이터 및 GIS 공통데이터에 대한 DB를 우선적으로 세계측지계로 전환을 수행하며, 각 GIS 응용시스템 관리부서 및 지하시설물 관리기관에서는 업무에서 유지관리하는 데이터의 변환을 수행함.
- 지리정보담당관에서는 프레임워크데이터 및 GIS 공통데이터를 구조화하여 공간데이터웨어하우스를 통하여 타 GIS 응용시스템의 데이터베이스에 연계를 수행하고 각 GIS 응용시스템 관리부서 및 지하시설물 관리기관에서는 서울시에서 배포하는 변환 프로그램 및 변환 매뉴얼을 이용하여 데이터베이스의 변환을 수행함.

2) 시스템 부문

- 현재 운영되고 있는 GIS 소프트웨어는 세계측지계에 대한 좌표계 정보를 지원하고 있기 때문에 별도의 작업이 필요치는 않으나, 데이터에 대한 좌

표계 정보를 변경해야 함.

- 메타데이터는 좌표계 정보가 바뀔에 따라 변경이 필요하기 때문에 각 GIS 응용시스템의 데이터베이스가 세계측지계로 전환시 변경을 수행함.

3) 추진조직

- 좌표전환시 발생하는 문제점들을 최소화하고 효율성을 높이기 위하여 서울시 지리정보데이터 총괄 부서, 각 GIS 응용시스템 담당부서, 타 기관의 지하시설물 관리부서, 전문가 등의 유기적인 협조가 필요함.
- 총괄부서는 서울시 정보화 기획단내의 지리정보담당관이 역할을 수행하고, 담당부서는 각 GIS 응용시스템 관리부서가 해당이 됨. 추진협의회는 지리정보담당관, 각 GIS 응용시스템 담당부서, 타 기관의 지하시설물 담당부서, 전문가들로 구성이 되어 세계측지계 전환에 필요한 실무 조정, 관련 사업의 추진, 기술정보 교류, GIS 데이터베이스의 현실성 및 유지관리 등의 내용을 협의하도록 함.

4) 교육 및 홍보 부문

- GIS 응용시스템 사용자 및 유지관리자를 중심으로 세계측지계 전환에 따른 내용 및 작업환경 변화에 대한 교육 및 홍보가 필요함.
- 교육 및 홍보는 일반적인 사항과 기술적인 사항으로 구분할 수 있으며 전자의 경우 측량법, 좌표체계, 기준점 등의 내용이 포함되며, 후자는 각 GIS 응용시스템 데이터베이스 변환지침, GPS 교육, 메타데이터 변경 등의 내용을 포함함.

4. 단계별 추진내용

1) 1단계: 수치지형도 제작 및 좌표변환(왜곡모델링) 타당성 검토 (2004-2005)

- 기존 제작된 수치지형도를 오류를 분석하여 신규제작되는 수치지형도의 오류 방식을 수행하고, 서울지역에 분포하고 있는 기준점 재정비 및 도시기준점 설치를 수행하여 1/1,000 수치지형도 신규제작에 활용하도록 함.
- 지리정보담당관의 주관하에 프레임워크 및 공통데이터의 좌표변환을 수행하고 각 GIS 응용시스템 담당부서에서는 업무에서 유지관리를 수행하는 데이터를 세계측지계로 전환하기 위한 전략을 수립함.
- GIS 응용시스템 및 소프트웨어의 경우, GIS 데이터의 세계측지계 전환시 응용시스템 및 프로그램 상에서 세계측지계 지원여부를 파악

2) 2단계: 수치지형도 지속제작 및 GIS DB 변환 수행(2005-2006)

- 수치지형도의 부분적 신규제작을 지속적으로 수행하고 1단계에서 제작된 수치지형도는 최신의 상태로 유지관리를 수행함.
- 좌표변환 프로그램을 이용하여 각 업무에서 자체 제작한 GIS 데이터를 변환하고 정확도 검증을 수행함. 이외에 GIS 응용시스템 데이터베이스에 대한 기준계 정보를 변경함.
- 세계측지계 전환에 관한 업무 및 데이터 연계를 위한 GIS Task Force 팀을 구성하여 세계측지계 전환에 따른 수치지형도 정확도 향상 및 각 GIS 응용시스템 데이터변환을 수행함.
- 좌표변환 프로그램 매뉴얼을 작성하고 세계측지계전환에 관한 일반적인 사항과 기술적인 사항에 대한 교육 및 홍보를 실시함.

3) 3단계: 세계측지계 제작완료 및 데이터 수시 유지관리체계 수립 (2006-2007)

- 1/1,000 수치지형도에 대한 수시갱신 체계 및 유지관리 체계 구축
- 각 GIS 응용시스템에서는 수치지형도의 프레임워크 데이터 및 공통데이터를 구조화하여 데이터베이스를 구축하고, 변환매뉴얼을 참조하여 각 업무에서 유지관리하는 데이터에 대한 세계측지계 전환을 수행
- 데이터변환 프로그램 사용 및 매뉴얼 이해를 위한 정기 교육 실시
- 추진협의회를 구성하여 수치지형도 정확도 향상, GIS 데이터에 대한 유지관리 체계, 프레임워크 및 공통데이터의 구조화편집 등에 대한 내용 협의

제2절 향후 추진사업 내용

1. GIS 응용시스템 데이터베이스 변환 매뉴얼 작성

서울시 GIS 응용시스템들에 구축되어 있는 지리정보데이터의 좌표변환이 불가피하기 때문에 이를 지원할 수 있는 좌표변환 프로그램 및 매뉴얼 작성이 필요하다. GIS 응용시스템의 데이터베이스를 구성하는 레이어 출처는 1/1,000 수치지형도(기본도), 타 응용시스템(업무), 외부자료, 자체구축 등에 의하여 복잡하게 나타나고 있으며, 데이터의 중복구축 및 불일치의 문제가 발생하고 있다. 이는 서울시에 구축되어 있는 GIS 응용시스템들이 독립적으로 사용되는 것이 아니라 상호 공유 및 연계성에 기인하고 있다. 따라서 서울시 지리정보데이터의 효율적 세계측지좌표 전환을 수행하고 데이터베이스의 일치성을 유지하기 위하여 지리정보데이터 좌표변환 프로그램과 변환 매뉴얼의 작성이 필요하다.

○ 주요 사업 내용

- 서울시 GIS 응용시스템 데이터베이스에 대한 초기구축 및 유지관리 현황
- 지리정보데이터에 대한 효율적 좌표변환 프로그램 제작
 - 1/1,000 수치지형도 기반 구축 데이터 변환
 - 업무의 특성상 자체 구축된 데이터 변환
- 서울시 및 외부 시스템과의 연계에 따른 데이터 구축방법
 - 공간데이터웨어하우스를 통한 세계측지계 전환 데이터 제공
- 각 GIS 응용시스템별 데이터베이스 변환방법
- GIS 응용시스템 담당자를 위한 교육 및 홍보자료

2. 실시간 지리정보데이터 유지관리 방안

서울시는 다양한 GIS 응용시스템들을 구축하여 업무에 활용하고 있으며, 이들 GIS 시스템에 당면한 가장 큰 문제점은 데이터의 유지관리이다. 세계측지계로 좌표체계가 전환되는 경우, GIS 응용시스템 유지관리체계는 달리 적용될 것으로 판단된다. 이는 기존시스템들이 상대측량을 통하여 유지관리 되는 것과는 달리 GPS 또는 모바일 GIS 등 절대측량이 가능하기 때문에 데이터의 위치정확도 및 유지관리의 신속성을 높일 수 있기 때문이다. 따라서 유지관리시 지리정보데이터의 위치정확도 및 신속성 확보를 위하여 GPS 측량과 모바일 GIS를 이용한 실시간 자료획득에 대한 방안이 필요하다.

○ 주요 사업내용

- 서울시 시설물 유지관리시 GPS 측량 및 모바일 GIS 활용
 - GPS 가상기준점 및 상시기준점 활용방안

- 시설물 유지관리를 위한 모바일 GIS 시스템 구축
- 서울시 GPS 측량을 통한 데이터베이스 구축 방안
- 지리정보데이터 구축 일관성을 위한 작업지침 작성

3. GPS 측량을 위한 도시기준점 구축사업

지하시설물, 도로 및 도로시설물 등에 대한 측량은 국가기준점을 기준으로 측량이 이루어진다. 그러나 국가에서 제공하는 기준점들 중 많은 부분이 산악에 위치하고 있어 실제 도심지역에서 정확한 공간적 위치를 결정하기 위한 국가기준점의 사용은 매우 제한적이다. 지리정보데이터에 대한 세계측지계로의 전환은 GPS 및 모바일 GIS 등의 활용에 있어 매우 효율적이라고 판단되나, 도시 지역과 같은 복잡한 지역에서는 GPS 위성의 구조적 요인과 위성의 배치상태에 따라 어느 정도 제한이 나타나게 된다. 따라서 도시지역에서 절대측량 및 상대측량을 원활하게 수행하고 공간자료의 위치정확도와 데이터의 균질성을 높일 수 있는 도시기준점 설치는 매우 중요하다.

○ 주요 사업내용

- 서울시 전역에 대한 도시기준점 구축 방안
- 절대측량을 통한 도시기준점 좌표값 설정
- 도시기준점 운영 및 유지관리
- 도시기준점을 이용한 각 응용시스템 데이터베이스의 위치정확도 향상 방안 수립

4. 세계측지계 전환시 수치지형도 위치정확도에 대한 연구

세계측지계 사용의 의무화에 따라 서울시에서는 2004년도부터 세계측지계로의 수치지형도 변환이 필요하다. 수치지형도의 세계측지계 전환은 전면적인 재제작이 아닌 주요 지형지물을 중심으로 제작하고 나머지 레이어는 단순 이동 또는 좌표변환계수를 사용하여 세계측지계로 전환할 예정이다. 따라서 기존에 구축된 서울시 수치지형도 구축 및 유지관리 문제점을 그대로 재현될 가능성이 높기 때문에 세계측지계로 전환된 수치지형도의 위치정확도 검증은 매우 필요하다.

○ 주요 사업내용

- 세계측지계로 구축된 수치지형도의 위치정확도 검증
 - 도엽당 주요 지형지물의 GPS 측량
- 위치정확도에 대한 통계적 검증
- 수치지형도 정확도 향상을 위한 방안 제시

참 고 문 헌

참 고 문 헌

- 건설교통부, 2001, 세계좌표계 도입에 따른 기준점 구축 및 관리방안
- 건설교통부 국립지리원·서울시, 1997, 1/1,000 수치지도제작(서울지구) 용역결과 보고서
- 건설교통부 국립지리원, 1998, 1/1,000 수치지도제작(서울지구) 용역결과보고서
- 건설교통부 국립지리원, 2002.2, 1/1,000 수치지도수정(서울지구) 용역결과보고서
- 건설교통부 국립지리원, 2002.11, 1/1,000 수치지도수정(서울지구) 용역결과보고서
- 건설교통부 국립지리원, 2003, 1/1,000 수치지도수정(서울지구) 용역결과보고서
- 건설교통부 국립지리원, 2003, 수치지도 좌표계 전환에 관한 연구Ⅱ
- 대한측량협회, 2004, 신·GPS측량의 기초
- 범아엔지니어링, 2003, 수치지형도의 좌표계 변환
- 서울시, 2000, 도로관리시스템 구축 사업 종합보고서
- 서울시, 2000, 서울시 도시계획정보관리시스템 구축 기본계획
- 서울시, 2001, 공간데이터웨어하우스 구축 기본설계
- 서울시, 2001, 상수도시설관리시스템 종합과업보고서
- 서울시, 2001, 서울시 도시계획정보관리시스템 기초데이터 구축 연구
- 서울시, 2001, 서울시 하수관거조사 및 정비 기본설계 종합보고서
- 서울시, 2002, 서울시 새주소전산통합시스템 구축 완료 보고서
- 서울시, 2003, 공간데이터웨어하우스 구축 시범사업 데이터베이스 구축 보고서
- 서울시, 2003, GIS 통합전략계획 수립 보고서
- 서울시, 2004, 서울시 GIS 기본도(1/1,000 수치지도) 추가제작사업 용역결과보고서
- 서울시, 2004, 서울 GPS 지적측량기준점 최종성과 분석
- 서울시 건설기획국 하수계획과, 2003, 2003년 하수도관리 전산시스템 유지관리 용역
- 서울시 상수도사업본부, 2002, 상수도 GIS백서
- 이강원·함창학, 2003, 지리정보시스템(GIS) 용어사전
- 한진정보통신 컨소시엄, 2001, 2001년 하수도관리 전산시스템 구축사업 사업수행 계획서

부 록

부록 1. 강북지역 평면기준점 현황

부록 2. 소요예산(세부)

부록 3. 주요 GIS 응용시스템 DB 변환 가이드라인

부록 1. 강북지역 평면기준점 현황

기준점명	베셀타원체			GRS80타원체		
	평면직각좌표		표고(m)	평면직각좌표		타원체고(m)
	X(N)	Y(E)		X(N)	Y(E)	
성동11	452100.000	208386.940	348.6100			
성동26	448999.410	213840.900	103.6800			
성동313	459649.663	204035.279	115.3000	459955.092	204105.721	124.9768
성동315	452892.283	201477.519	93.2300			
성동427	455170.627	195797.911	156.2700	455475.732	195868.611	165.7209
성동438	460644.584	213908.034	49.7000			
성동445	456391.077	207469.299	136.9700	456696.551	207539.748	146.7901
성동449	463508.156	204223.330	29.8300	463813.596	204293.747	39.5178
성동454	455067.556	200228.347	177.3800	455372.582	200299.007	186.761
성동462	450179.405	202502.054	119.1800			
성동473	452958.164	210840.815	114.1200			
성동478	444590.947	213854.441	141.4100			
성동491	447019.046	201324.768	10.7800			
성동493	453320.559	209353.168	279.4300	453626.044	209423.641	289.3536
T1	466055.960	204508.190	30.6047	466361.403	204578.582	40.2195
T2	465983.630	203151.330	79.8984	466289.042	203221.74	89.4799
T3	465238.840	203124.640	91.7712	465544.238	203195.056	101.352
T4	465079.870	202311.090	132.8201	465385.247	202381.514	142.3844
T5	463988.310	202304.700	79.9114	464293.666	202375.126	89.4658
T6	463253.500	202376.120	88.7212	463558.862	202446.572	98.2716
T7	461855.000	202404.280	42.5234	462160.324	202474.752	52.0828
T8	462000.990	201171.720	54.4724	462306.279	201242.209	64.0248
T9	462867.190	201128.120	129.9542	463172.493	201198.599	139.5015
T10	464194.770	201173.160	259.6479	464500.097	201243.615	269.1863
T11	464154.210	199984.720	235.5557	464459.493	200055.214	245.0922
T12	463710.880	200457.790	189.0353	464016.169	200528.273	198.5821
T12-1	463018.620	199827.430	342.8212	463323.873	199897.937	352.3543
T13	461901.040	200250.940	116.7035	462206.294	200321.451	126.2337
T14	461726.830	199724.920	188.0323	462032.066	199795.433	197.5529
T15	460483.420	200029.770	136.9223	460788.636	200100.304	146.453
T16	460614.840	200702.450	56.4457	460920.084	200772.971	65.9929
T17	460409.340	202231.720	45.2445	460714.645	202302.209	54.8122
T18	459063.600	202305.820	43.3601	459368.878	202376.321	52.9356
T19	459006.570	201407.030	58.3142	459311.808	201477.556	67.873
T20	459418.270	200533.300	95.571	459723.496	200603.843	105.0824
T21	459384.800	200087.940	142.018	459689.788	200158.387	151.8938
T22	459964.690	199865.430	141.3834	460269.889	199935.978	150.918
T23	458967.430	200563.880	95.3301	459272.639	200634.429	104.8593
T24	458559.150	200062.620	207.8280	458864.34	200133.193	217.3331
T25	458023.530	199937.290	221.6990	458328.682	200007.851	231.3189
T26	457552.030	199801.450	145.3890	457857.158	199872.022	155.0014
T27	456838.560	199739.790	135.7543	457143.702	199810.396	145.2577
T28	456944.620	198699.570	249.2279	457249.707	198770.181	258.8372
T29	456192.200	199224.920	131.0310	456497.279	199295.526	140.6351
T30	455294.700	199002.790	174.2780	455599.789	199073.431	183.7842
T31	454435.010	198956.440	159.2030	454740.101	199027.082	168.6998
T32	453688.220	198806.480	60.7480	453993.319	198877.133	70.2412
T33	452792.680	198755.510	42.7143	453097.789	198826.17	52.2066
T34	452143.210	198812.090	26.0380	452448.326	198882.745	35.5324
T35	452091.170	199744.910	22.1670	452396.302	199815.546	31.6791

기준점명	베셀타원체			GRS80타원체		
	평면직각좌표		표고(m)	평면직각좌표		타원체고(m)
	X(N)	Y(E)		X(N)	Y(E)	
T36	452135.500	200489.640	40.1480	452440.631	200560.261	49.6776
T37	452056.860	201129.400	34.7820	452362.002	201200.017	44.3239
T38	460136.330	201271.110	57.3134	460441.591	201341.622	66.852
T39	461227.360	201263.580	51.0934	461532.64	201334.076	60.6437
T40	461016.720	202315.370	82.2034	461322.036	202385.85	91.7751
T41	459472.540	202214.040	41.1792	459777.827	202284.538	50.7433
T42	457932.150	202213.950	35.6743	458237.409	202284.485	45.2219
T43	457026.520	201976.680	59.5224	457331.746	202047.236	69.0672
T44	456118.990	202017.900	59.5579	456424.203	202088.465	69.1043
T45	455275.370	202104.440	61.5400	455580.57	202175.008	71.089
T46	454487.230	202136.860	79.1180	454792.424	202207.442	88.6678
T47	453591.230	202167.790	32.2901	453896.398	202238.372	41.8424
T48	452613.190	201999.220	17.9935	452918.341	202069.809	27.5445
T49	452147.910	202147.620	37.4401	452453.091	202218.211	46.99
T50	451019.120	202113.110	78.6590	451324.33	202183.702	88.2869
T51	449969.490	202188.230	33.3070	450274.737	202258.824	42.9341
T52	449061.660	201945.020	41.5820	449366.929	202015.62	51.206
T53	447810.020	202038.640	28.5100	448115.348	202109.245	38.1345
T54	448000.280	202819.600	7.8240	448305.595	202890.193	17.4393
T55	447798.080	203308.770	4.3860	448103.422	203379.367	14.0316
T56	448604.040	203427.030	17.7150	448909.369	203497.613	27.3682
T57	448126.600	204452.580	8.5057	448431.961	204523.167	18.18
T59	447005.590	204696.950	24.6180	447310.977	204767.54	34.2899
T60	446641.810	205386.280	31.9810	446947.214	205456.862	41.6606
T61	447765.020	205395.330	12.7930	448070.41	205465.898	22.4725
T62	447714.780	206537.870	27.7660	448020.199	206608.441	37.4751
T63	447315.990	206462.490	13.2257	447621.412	206533.059	22.9315
T64	447198.590	207527.620	8.2170	447504.027	207598.182	17.917
T65	447819.670	207491.990	30.3423	448125.113	207562.556	40.072
T66	447778.490	208190.640	21.6510	448083.948	208261.197	31.3937
T67	446716.950	208154.500	25.5168	447022.412	208225.076	35.2593
T68	446874.440	209287.260	9.5450	447179.928	209357.82	19.3111
T69	447861.770	209204.760	30.7623	448167.245	209275.306	40.5263
T70	447860.420	209850.430	16.5630	448165.885	209921.013	26.2731
T71	448026.420	210346.080	17.0534	448331.919	210416.629	26.8448
T72	448791.710	210077.960	7.2701	449097.193	210148.497	17.0529
T73	449127.830	209454.010	15.3380	449433.301	209524.544	25.1104
T74	449436.710	209600.280	24.1960	449742.186	209670.809	33.9723
T75	449391.220	208969.920	30.5500	449696.683	209040.448	40.3117
T76	449443.280	207886.890	37.0034	449748.714	207957.413	46.734
T77	449530.890	207161.530	23.7190	449836.307	207232.07	33.4403
T78	449516.350	206316.890	14.9935	449821.741	206387.435	24.6904
T79	449560.730	205740.890	13.2800	449866.101	205811.441	22.968
T80	449629.200	205100.850	12.7380	449934.552	205171.406	22.4193
T81	449766.330	204774.880	19.3180	450071.673	204845.444	28.9823
T82	449900.130	203854.970	18.0900	450205.439	203925.546	27.7492
T82A	449893.530	203847.660	18.1610	450198.831	203918.235	27.7953
T83	449870.350	203038.240	24.6810	450175.626	203108.835	34.3121
T84	454881.840	203087.130	35.7180	455187.086	203157.682	45.2843
T85	454971.220	203615.050	46.8650	455276.494	203685.599	56.4395
T85A	455051.940	204355.490	81.8205			
T86	455093.300	205064.060	22.9870	455398.633	205134.56	32.6637

기준점명	베셀타원체			GRS80타원체		
	평면직각좌표		표고(m)	평면직각좌표		타원체고(m)
	X(N)	Y(E)		X(N)	Y(E)	
T87	455062.300	205670.460	14.7670	455367.641	205740.941	24.4767
T88	453498.810	205844.180	35.1388	453804.161	205914.698	44.8265
T89	453354.520	206445.390	19.4320	453659.9	206515.895	29.123
T90	454460.200	206410.550	20.3895	454765.573	206481.04	30.0944
T91	455002.240	206514.660	20.5200	455307.625	206585.142	30.2166
T92	454893.470	207330.640	24.9521	455198.887	207401.12	34.6688
T93	454863.960	208106.120	37.0988	455169.403	208176.59	46.8275
T94	454733.240	209008.230	33.7170	455038.7	209078.695	43.4838
T95	453825.600	208879.110	72.5690	454131.054	208949.584	82.3301
T96	453008.570	208961.360	216.2130	453314.037	209031.847	225.9735
T97	452067.330	208922.080	212.4644	452372.8	208992.575	222.2229
T98	451154.250	208821.160	225.3850	451459.714	208891.67	235.1346
T99	450697.890	208760.470	172.2479	451003.351	208830.984	181.9999
T100	450849.850	209523.070	65.9854	451155.328	209593.585	75.7592
T101	450317.360	209606.690	76.5234	450622.833	209677.202	86.2994
T102	450278.980	209855.720	34.8490	450584.453	209926.237	44.6329
T103	450812.520	210045.190	25.3950	451118.005	210115.692	35.1594
T104	453930.780	209565.730	231.2910	454236.254	209636.203	241.068
T105	454790.580	209736.980	153.1857	455096.059	209807.442	162.9477
T106	454750.050	210582.080	190.1210	455055.546	210652.537	199.9083
T107	455274.580	210700.630	107.1970	455580.068	210771.085	116.992
T108	456145.010	210831.250	105.5400	456450.515	210901.681	115.3394
T109	457266.740	210489.570	115.0491	457572.235	210559.997	124.8453
T109A	457304.830	210489.160	109.6872	457610.326	210559.586	119.4836
T110	457193.820	209814.030	65.8580	457499.309	209884.464	75.6511
T111	458194.860	209735.260	45.0388	458500.343	209805.688	54.8257
T112	459422.550	209984.410	41.7612	459728.049	210054.821	51.5223
T113	459256.680	209271.380	36.4832	459562.165	209341.799	46.2258
T114	459316.920	208079.970	73.1557	459622.387	208150.396	82.8671
T115	460393.910	207839.700	112.4479	460699.381	207910.117	122.1545
T116	461411.680	207756.800	263.2904	461717.153	207827.209	272.994
T117	462320.360	207559.360	218.0446	462625.836	207629.761	227.7507
T118	462164.570	206940.760	65.5579	462470.036	207011.165	75.2368
T119	462244.750	206002.400	36.8934	462550.2	206072.815	46.5445
T120	462275.320	205393.800	40.6768	462580.755	205464.222	50.3134
T121	462288.620	204368.040	38.1757	462594.024	204438.468	47.7888
T122	462196.390	203599.040	35.2868	462501.767	203669.492	44.8873
T123	461966.250	202937.590	75.3224	462271.606	203008.051	84.9055
T124	461116.680	202791.330	73.8323	461422.021	202861.796	83.4146
T125	460193.860	202876.500	34.2642	460499.189	202946.981	43.8475
T126	459733.783	203011.762	45.2042	459733.783	203011.762	45.2042
T127	463403.827	207611.63	109.1401	463403.827	207611.63	109.1401
T128	464384.011	207843.939	91.9771	464384.011	207843.939	91.9771
T129	464255.891	206959.771	126.6952	464255.891	206959.771	126.6952
T130	464368.668	205679.588	121.0296	464368.668	205679.588	121.0296
T131	465561.179	205382.973	107.9432	465561.179	205382.973	107.9432
T132	465520.576	204457.554	37.7579	465520.576	204457.554	37.7579
T133	457258.702	198763.548	265.0284	457258.702	198763.548	265.0284
T134	457254.314	198254.068	264.6591	457254.314	198254.068	264.6591
T135	457237.186	197449.091	239.2538	457237.186	197449.091	239.2538
T136	457009.710	196485.280	143.2320	457314.762	196555.921	152.7913
T137	457173.420	195853.020	161.2650	457478.456	195923.668	170.81

기준점명	베셀타원체			GRS80타원체		
	평면직각좌표		표고(m)	평면직각좌표		타원체고(m)
	X(N)	Y(E)		X(N)	Y(E)	
T138	456317.080	195807.380	140.7601	456622.116	195878.045	150.3068
T139	456370.000	198880.220	202.3460	456675.078	198950.828	211.9564
T140	456072.360	198633.730	277.4030	456377.438	198704.346	286.9978
T141	455914.630	197618.860	158.2068	456219.687	197689.494	167.7856
T142	455810.880	196899.340	83.2490	456115.932	196969.984	92.8149
T143	455712.770	196230.120	136.2100	456017.827	196300.78	145.7651
T144	455728.530	195904.300	152.6470	456033.578	195974.974	162.1972
T145	455758.260	199047.100	222.3260			
T146	460446.860	199576.350	231.3035	460752.07	199646.888	240.8084
T147	459489.070	199678.500	230.5468	459794.256	199749.052	240.0738
T148	460615.910	208890.400	59.7312			
T149	460564.740	210187.630	37.0000			

부록 2. 소요예산(세부)

1) 1/1,000 수치지형도 부문

(1) 전면적 신규제작

공정	수량	단위	총계	노무비		재료비		경비	
			금액	단가	금액	단가	금액	단가	금액
1.기준점측량			722,992,311		720,471,735				2,520,576
1-1.평면기준점측량	408	점	272,302,056	667,407	272,302,056				
1-2.표고기준점측량	1,201.47	km	260,294,871	216,647	260,294,871				
1-3.사진기준점측량	1,641	모델	190,395,384	114,488	187,874,808			1,536	2,520,576
2.수치도화			2,450,821,626		2,308,577,436		6,735,366		135,508,824
2-1.수치도화	2,277	도엽	2,404,523,385	997,957	2,272,348,089			58,048	132,175,296
2-2.원도출력	2,277	도엽	46,298,241	15,911	36,229,347	2,958	6,735,366	1,464	3,333,528
3.현지(지리)조사			1,222,733,061		1,222,733,061				
3-1.현지조사	2,277	도엽	1,222,733,061	536,993	1,222,733,061				
4.수치지도제작			1,367,709,651		1,348,742,241		4,508,460		14,458,950
4-1.정위치편집 및 수치지형도(Ver 2.0)	2,277	도엽	1,353,314,457	588,356	1,339,686,612			5,985	13,627,845
4-2.최종도면출력	2,277	도엽	14,395,194	3,977	9,055,629	1,980	4,508,460	365	831,105
소계			5,764,256,649		5,600,524,473		11,243,826		152,488,350
5.제경비 (노무비×11 0%)			6,160,576,920						
6.기술료{(노무비+제 경비)×약20%}			2,352,220,278						
7.성과심사	1	식	102,367,392						
공급가액합계			14,379,421,239						
8.부가가치세(공급가 액×10%)			1,437,942,123						
합계		원	15,817,363,362						
도엽당 비용		원	6,946,580						

(2) 변환계수를 이용한 좌표변환

공정	수량	단위	총계	노무비		재료비		경비		비고
			금액	단가	금액	단가	금액	단가	금액	
1.GPS 측량	408	점	272,302,056	667,407	272,302,056					
2.좌표변환 및 왜곡 모델링	1	식	300,000,000							
3.좌표변환 프로 그램 개발			100,000,000							
4.정확도 검사 (GPS측량: 도엽 당 1점)	2277	점	1,519,685,739	667,407	1,519,685,739					
소계			2,191,987,795		1,791,987,795					
5.제경비(노무비 ×110%)			1,971,186,574							
6.기술료((노무비 + 제경비)×약 20%)			752,634,873							
7.성과심사	1	식	102,367,392							
공급가액합계			5,018,176,634							
8.부가가치세(공 급가액 ×10%)			501,817,663							
합계			5,519,994,297							
도엽당 비용			2,424,240							

(3) 주요지형지물 중심의 부분적 신규제작

공정	수량	단위	총계	노무비		재료비		경비	
			금액	단가	금액	단가	금액	단가	금액
1.기준점측량			722,992,311		720,471,735				2,520,576
1-1.평면기준점측량	408	점	272,302,056	667,407	272,302,056				
1-2.표고기준점측량	1,201.47	km	260,294,871	216,647	260,294,871				
1-3.사진기준점측량	1,641	모델	190,395,384	114,488	187,874,808			1,536	2,520,576
2.수치도화			726,599,808		679,090,203		6,735,366		40,774,239
2-1.수치도화	2,277	도엽	680,301,567	282,328	642,860,856			16,443	37,440,711
2-2.원도출력	2,277	도엽	46,298,241	15,911	36,229,347	2,958	6,735,366	1,464	3,333,528
3.현지(지리)조사			344,965,500		344,965,500				
3-1.현지조사	2,277	도엽	344,965,500	151,500	344,965,500				
4.수치지도제작			396,241,263		387,078,615		4,508,460		4,654,188
4-1.정위치편집 및 수치지형도(Ver 2.0)	2,277	도엽	381,846,069	166,018	378,022,986			1,679	3,823,083
4-2.최종도면출력	2,277	도엽	14,395,194	3,977	9,055,629	1,980	4,508,460	365	831,105
소계			2,190,798,882		2,131,606,053		11,243,826		47,949,003
5.제경비 (노무비×110%)			2,344,766,658						
6.기술료((노무비+제경비)×약20%)			895,274,542						
7.성과심사	1	식	102,367,392						
공급가액합계			5,533,207,474						
8.부가가치세(공급가액×10%)			553,320,747						
합계		원	6,086,528,221						
도엽당 비용		원	2,673,047						

2) GIS 응용시스템 부문

(1) 공간데이터웨어하우스 (통합시스템의 예)

구조화 편집	설계	구분	계수	비고		
		면적	310	km ²		
		시간당작업량	0.016	km ²		
		지형계수	0.3	시가지		
		레이어 작업비율	72.4%	도로·철도 시설물 + 건물		
		지형구분	100%	시가지 100%		
		*작업량	5844.79	면적/(시간당작업량*8시간)*(레이어작업비율*지형구분/지형계수)		
	인건비	구분	고급기술자	정보처리기사	중급기능사 (지도제작)	
		참여율	10%	60%	30%	
		작업관리	584.48	3506.88		
		수동입력			1753.44	
		계	63,231,879	324,813,776	141,867,121	
소계(구조화편집)			529,912,776			
구분	금액		비고			
노무비	529,912,776		구조화편집			
기계비						
소계	529,912,776		노무비+기계비			
제경비	582,904,054		노무비×110%			
기술료	222,563,366		(노무비+제경비)×20%			
공급가액	1,335,380,196		노무비+제경비+기술료			
부가가치세	133,538,020		공급가액×10%			
합계	1,468,918,215		공급가액+부가가치세			

(2) 도로관리시스템 (지상시설물 관련 시스템의 예)

구조화 편집	설계	구분	계수	비고		
		면적	310	km ²		
		시간당작업량	0.016	km ²		
		지형계수	0.3	시가지		
		레이어 작업비율	23.7%	시가지 중 시설물에 해당		
		지형구분	100%	시가지 100%		
	*작업량	1913.28	면적/(시간당작업량*8시간)*(레이어작업비율*지형구분/지형계수)			
	인건비	구분	고급기술자	정보처리기사	중급기능사 (지도제작)	
		참여율	10%	60%	30%	
		작업관리	191.33	1147.97		
수동입력				573.98		
계		20,698,833	106,327,162	46,439,928		
소계(구조화편집)			173,465,923			
GPS 측량	설계	구분	계수	비고		
		측량점수	125	구별 5점		
		기준점수	14	2급 기준점 측량 기준		
		지형유형	1.00	평지		
	작업량계수	0.90	(0.8+2.8/작업량, 단 작업량 28점 이상인 경우 0.9 적용)			
	인건비	인원구분	투입인원	작업일수	인건비	
		고급기술자	19	1.22	132,140	
		중급기술자	25	1.61	147,198	
		초급기술자	26	1.67	122,105	
		초급기능사	28	1.80	93,757	
인부		8	0.51	19,916		
1점당 비용			515,115			
소계			64,389,415			
기계장비비	구분	작업일	금액	비고		
	컴퓨터구입비		10,000,000	디지털, S/W포함		
	감가상각비	1545.34	10,005,815	장비구입가×(100-10)%÷5년÷278일		
	유지보수비	1545.34	4,233,815	장비구입가×0.1÷365일		
소계			14,239,630			
구분	금액		비고			
노무비	237,855,338		정위치편집+구조화편집+GPS측량			
기계비	14,239,630					
소계	252,094,968		노무비+기계비			
제경비	261,640,872		노무비×110%			
기술료	99,899,242		(노무비+제경비)×20%			
공급가액	599,395,451		노무비+제경비+기술료			
부가가치세	59,939,545		공급가액×10%			
총액	659,334,996		공급가액+부가가치세			

(3) 하수관리전산시스템 (지하시설물 관련 시스템의 예)

정위치 편집	설계	구분	계수	비고		
		면적	310	km ²		
		시간당작업량	0.0065	km ²		
		지형계수	0.64	시가지		
		레이어 작업비율	23.7%	시가지 중 시설물에 해당		
		지형구분	100%	시가지 100%		
		*작업량	2207.63	면적/(시간당작업량*8시간)*(레이어작업비율*지형구분/지형계수)		
	인건비	구분	고급기술자	정보처리기사	중급기능사 (지도제작)	
		참여율	10%	10%	100%	
		작업관리	220.76	220.76		
		수동입력			2207.63	
		계	23,883,269	20,447,531	178,615,107	
		소계(정위치 편집)		222,945,907		
	구조화 편집	설계	구분	계수	비고	
면적			310	km ²		
시간당작업량			0.016	km ²		
지형계수			0.3	시가지		
레이어 작업비율			23.7%	시가지 중 시설물에 해당		
지형구분			100%	시가지 100%		
*작업량			1913.28	면적/(시간당작업량*8시간)*(레이어작업비율*지형구분/지형계수)		
인건비		구분	고급기술자	정보처리기사	중급기능사 (지도제작)	
		참여율	10%	60%	30%	
		작업관리	191.33	1147.97		
		수동입력			573.98	
		계	20,698,833	106,327,162	46,439,928	
		소계(구조화편집)		173,465,923		

GPS 측량	설계	구분	계수	비고		
		측량점수	100	구별 4점		
		기준점수	14	2급 기준점 측량 기준		
		지형유형	1.00	평지		
		작업량계수	0.90	(0.8+2.8/작업량, 단 작업량 28 점 이상인 경우 0.9 적용)		
	인건비	인원구분	투입인원	작업일수	인건비	
		고급기술자	19	1.22	132,140	
		중급기술자	25	1.61	147,198	
		초급기술자	26	1.67	122,105	
		초급기능사	28	1.80	93,757	
인부		8	0.51	19,916		
1점당 비용			515,115			
소계			51,511,532			
기계장비비	구분	작업일	금액	비고		
	컴퓨터구입비		10,000,000	디지털타이저, S/W포함		
	감가상각비	2207.63	14,294,022	장비구입가×(100-10)%÷5년÷278일		
	유지보수비	2207.63	6,048,307	장비구입가×0.1÷365일		
	소계			20,342,329		
구분	금액		비고			
노무비	447,923,362		정위치편집+구조화편집+GPS측량			
기계비	20,342,329					
소계	468,265,691		노무비+기계비			
제경비	492,715,698		노무비×110%			
기술료	188,127,812		(노무비+제경비)×20%			
공급가액	1,128,766,872		노무비+제경비+기술료			
부가가치세	112,876,687		공급가액×10%			
총액	1,241,643,559		공급가액+부가가치세			

부록 3. 주요 GIS 응용시스템 데이터베이스 변환 가이드라인

1) 공간데이터웨어하우스

단계	세부사항	비고
1) 1/1,000 수치지형도 레이어 인수	① 수치지형도 관리시스템에 있는 1/1,000 수치지형도 레이어 중 공통데이터를 추출 ② ArcSDE로 import*	*세계측지계를 기준으로 신규제작된 수치지형도는 Ver 2.0으로서 ngi포맷이며, 이를 ArcSDE의 저장포맷인 Geodatabase (MDB)로의 변환 가능 여부를 파악해야 함.
2) 응용시스템 레이어 인수	① 수치지형도의 레이어를 제외한 각 응용시스템별로 공통데이터를 추출* - 도로관리시스템, 상수도관리시스템, 도시계획정보관리시스템, 하수도관리시스템, 지하시설물통합시스템, 새주소관리시스템, 국립지리원, 토지정보관리체계, 항공사진, DEM ② ArcSDE로 import	*응용시스템별로 세계측지계로의 전환과정이 우선되어야 함.
3) 메타데이터 수정	① 메타데이터관리시스템을 통하여 메타데이터의 다음 항목을 수정* - 기준계정보(Bessel1841→GRS80) - 범위정보(TM좌표값 변경)	*현재 데이터마다 메타데이터가 있으며 데이터별로 수정하게 되어 있음. 자동화 방안의 고려가 요구됨.

2) 하수도관리전산시스템

단계	세부사항	비고
1) 1/1,000 수치지형도 레이어 인수	① 공간데이터웨어하우스에 있는 해당 데이터를 추출(ArcSDE에서 export)* - export를 통해 하수도관리전산시스템의 공간데이터 포맷인 Shape 파일로 변환	* 공간데이터웨어하우스의 데이터 변환이 선행되어야 함.
2) 타 응용시스템 레이어 인수	① 하수도관리전산시스템에서 참조하는 타 응용시스템의 레이어를 인수* - 도로관리시스템, 지하시설물통합정보시스템, 도시계획정보관리시스템, 토지관리정보체계, 새주소전산통합시스템	* 각 응용시스템에서 해당되는 데이터에 대한 변환이 선행되어야 함.
3) 응용시스템 레이어 변환	① 1/1,000 수치지형도 좌표변환계수를 이용한 좌표변환 수행* - 산출된 좌표변환계수가 적용된 Shape 파일 변환용 프로그램 사용 ② 변환된 데이터에 대하여 GPS측량 등을 통한 정확도 검증 수행** ③ (선택적) 정확도 기준에 적합하지 않을 경우, 해당 시설물에 대하여 데이터를 재구축 - 측량(세계측지계 기준) 및 현지조사 →정위치편집→속성DB작성→구조화편집	* 1/1,000 수치지형도 제작과정에서 좌표변환을 위한 변환계수산출이 우선되며, 이를 적용한 좌표변환 프로그램 제작이 선행되어야 함. ** 지하시설물은 다른 시설물에 비해 상대적으로 높은 정확도를 요구하므로 좁은 지역에 대한 정확도 검증은 현실적이지 않을 수 있음.
4) 메타데이터 수정	① 메타데이터관리시스템을 통하여 메타데이터의 다음 항목을 수정* - 기준계정보(Bessel1841→GRS80) - 범위정보(TM좌표값 변경)	* 담당자는 메타데이터관리시스템의 접근권한이 요구되며, 현재 담당자에 의한 메타데이터 관리가 이루어지지 않음.

3) 지하시설물통합정보시스템

단계	세부사항	비고
1) 1/1,000 수치지형도 레이어 인수	① 공간데이터웨어하우스에 있는 해당 데이터를 추출(ArcSDE에서 export)* - export를 통해 지하시설물통합정보시스템의 공간데이터 포맷인 Shape 파일로 변환	* 공간데이터웨어하우스의 데이터 변환이 선행되어야 함.
2) 타 응용시스템 레이어 인수	① 지하시설물통합정보시스템에서 참조하는 타 응용시스템의 레이어를 인수* - 도로관리시스템, 하수도관리전산시스템, 상수도시설관리시스템, 토지관리정보체계 ② 외부자료로부터 레이어를 인수 - (선택적) 외부자료의 형태에 따라 수치화 또는 좌표변환을 수행**	* 각 응용시스템에서 해당되는 데이터에 대한 변환이 선행되어야 함. ** 수치화 되어있는 외부자료가 세계측지계를 기준으로 작성되었을 경우, 해당 데이터의 변환과정 검토가 요구됨.
3) 응용시스템 레이어 변환	① 1/1,000 수치지형도 좌표변환계수를 이용한 좌표변환 수행* - 산출된 좌표변환계수가 적용된 Shape 파일 변환용 프로그램 사용 ② 변환된 데이터에 대하여 GPS측량 등을 통한 정확도 검증 수행** ③ (선택적) 정확도 기준에 적합하지 않을 경우, 해당 시설물에 대하여 데이터를 재구축 - 측량(세계측지계 기준) 및 현지조사 →정위치편집→속성DB작성→구조화편집	* 1/1,000 수치지형도 제작과정에서 좌표변환을 위한 변환계수산출이 우선되며, 이를 적용한 좌표변환 프로그램 제작이 선행되어야 함. ** 지하시설물은 다른 시설물에 비해 상대적으로 높은 정확도를 요구하므로 좁은 지역에 대한 정확도 검증은 현실적이지 않을 수 있음.
4) 메타데이터 수정	① 메타데이터관리시스템을 통하여 메타데이터의 다음 항목을 수정* - 기준계정보(Bessel1841→GRS80) - 범위정보(TM좌표값 변경)	* 담당자는 메타데이터관리시스템의 접근권한이 요구되며, 현재 담당자에 의한 메타데이터 관리가 이루어지지 않음.

4) 도로관리시스템

단계	세부사항	비고
1) 1/1,000 수치지형도 레이어 인수	① 공간데이터웨어하우스에 있는 해당 데이터를 추출(ArcSDE에서 export)* - export를 통해 도로관리시스템의 공간데이터 포맷인 Shape 파일로 변환	* 공간데이터웨어하우스의 데이터 변환이 선행되어야 함.
2) 응용시스템 레이어 변환	① 1/1,000 수치지형도 좌표변환계수를 이용한 좌표변환 수행* - 산출된 좌표변환계수가 적용된 Shape 파일 변환용 프로그램 사용 ② 변환된 데이터에 대하여 GPS측량 등을 통한 정확도 검증 수행** ③ (선택적) 정확도 기준에 적합하지 않거나 누락되었을 경우, 해당 시설물에 대하여 데이터를 재구축 - 측량(세계측지계 기준) 및 현지조사 →정위치편집→속성DB작성→구조화편집	* 1/1,000 수치지형도 제작과정에서 좌표변환을 위한 변환계수산출이 우선되며, 이를 적용한 좌표변환 프로그램 제작이 선행되어야 함. ** 1/1,000 수치지형도는 도로를 중심으로 주요지형지물을 신규제작하는 것이므로 정확도가 대체적으로 규정 범위이내를 만족시킬 것으로 예상
3) 메타데이터 수정	① 메타데이터관리시스템을 통하여 메타데이터의 다음 항목을 수정* - 기준계정보(Bessel1841→GRS80) - 범위정보(TM좌표값 변경)	* 담당자는 메타데이터관리시스템의 접근권한이 요구되며, 현재 담당자에 의한 메타데이터 관리가 이루어지지 않음.

Abstract

According to revising the law of survey, all geographic information data have to be converted to world geodetic reference system by the end of 2006. As there are many geographic information data in Seoul, the systematic scheme of conversion to world geodetic reference system is needed. This study aims to establish strategies and specific procedures for converting geographic information data to world geodetic reference system in Seoul.

Firstly, we investigated the status of geographic information data in Seoul. Geographic information data are mostly consisted of 1/1,000 topographic digital maps and various data in GIS application systems. Surveying data, initial mapping processes and maintenance are investigated in relation to 1/1,000 topographic digital maps. Also, the status of raw data, current database, building and maintenance processes and relationship between GIS systems are investigated.

Secondly, we analyzed the methods and contents for converting data to world geodetic reference system. In this study, three methods for conversion of 1/1,000 topographic digital maps and two for data in GIS application systems are suggested. In particular, for analyzing conversion methods and overcoming problems, an experiment study of coordinate transformation and distortion modeling is performed in northern area of Seoul.

The conversion cost for 1/1,000 topographic digital maps and data in GIS application systems is estimated in each method. Considering a period, cost and existing data, the conversion method in which are newly partial mapping around roads and coordinate transformation are suggested.

Lastly, we established major directions in four parts, which are geographic data, systems, organization, and education & publicity.

In addition, Conversion plans (2004-2007) in each step are discussed. In 1st step(2004-2005), accuracy verification of 1/1,000 digital topographic map and verification for conversion methods are performed. In 2nd step(2005-2006), the conversion of 1/1,000 digital topographical map and GIS database are performed. In final step, conversion and continuous data update are performed.

Table of Contents

An Implementation Plan to Convert GIS Data under ITRF System

Chapter 1. Introduction

Section 1. Backgrounds and purposes

Section 2. Scope and contents

Chapter 2. Geodetic reference system and conversion

Section 1. Geodetic reference system

Section 2. Conversion to world geodetic reference system

Section 3. Strategies for conversion of national geographic information data

Chapter 3. Status of geographic information data in Seoul

Section 1. Mapping and maintenance of 1/1,000 digital topographic map

Section 2. Status of geographic information systems and data

Chapter 4. Analysis of geographic information data conversion in Seoul

Section 1. Case studies

Section 2. Analysis of geographic information data conversion

Chapter 5. Conversion scheme of geographic information data in Seoul

Section 1. Directions for geographic information data conversion

Section 2. Establishment of the strategies in each part

Section 3. Conversion plans in each step

Chapter 6. Conclusions and future works

Section 1. Conclusions

Section 2. Future works

References

Appendices

시정연 2004-R-42

세계측지계 전환에 따른 서울시 지리정보 대응방안 연구

발행인 백용호
발행일 2004년 12월 일
발행처 서울시정개발연구원
 137-071 서울시 서초구 서초동 391번지
 전화: (02)2149-1302 팩스: (02)2149-1319

값 9,000원

ISBN 89-8052-360-2-93320

본 출판물의 판권은 서울시정개발연구원에 속합니다.