

GPS 상시관측소를 이용한 수치지도 갱신 Digital Map Update using the GPS Continuous Stations

이계동¹⁾, Lee, Kye Dong · 강승협²⁾, Kang, Seung Hyub
박경열³⁾, Park, Kyung Yul · 이재기⁴⁾, Lee, Jae Kee

¹⁾ 정회원 · 충북대학교 대학원 토목공학과 · 박사과정 · 043-273-0485 (E-mail:kedol14@hotmail.com)

²⁾ 정회원 · 충북대학교 대학원 토목공학과 · 석사과정 · 043-273-0485 (E-mail:yup-001@hanmail.net)

³⁾ 정회원 · (주)공간기술정보 대표이사 · 공학박사 · 02-565-7100 (E-mail:kypark@git.co.kr)

⁴⁾ 정회원 · 충북대학교 토목공학과 · 교수 · 043-273-0485 (E-mail:leejk@cbucc.chungbuk.ac.kr)

1. 서 론

현대 사회의 급속한 산업화로 도시는 점점 더 복잡해지고, 또한, 그 범위도 도시 외곽지역으로 빠르게 확장되고 있다. 이에 정부는 지난 1995년 국가지리정보체계(NGIS) 구축 기본 계획을 수립하여 본격적인 GIS 구축작업에 돌입하였고 2000년부터 건설교통부가 주축이 되어 제 1단계 NGIS사업이 추진되고 있다.

GPS는 이러한 사업에서 빠르고, 높은 정확도의 데이터 취득 수단으로 활발하게 사용되고 있으며, NGIS사업의 기초자료인 수치지도의 제작에 있어서 소요 정확도를 확보할 수 있고 현대 사회의 빠른 변화로 인한 신속한 갱신이 가능하다. 현재의 수치지도는 항공사진측량을 이용하여 신규제작이나 갱신이 이루어지고 있으나, 수시로 변하는 지형·지물에 대해서는 즉각적인 수정이나 갱신을 할 수 없다는 문제점을 나타내고 있다. 이로 인해 수치지도 갱신 방법으로 GPS를 이용한 수치지도 갱신에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있다.

따라서, 본 연구는 많은 연구가 이루어지고 있는 GPS측량방법 중 Kinematic측량을 실시하여 TS측량으로 검정을 실시한 후 Kinematic측량을 통해 얻어진 데이터와 GPS상시관측소를 연계하여 1:1000 및 1:5000 수치지도와 비교·분석하였으며, 상시관측소를 활용함에 따라 요구하는 정확도를 만족하는 지와 GPS상시관측소를 이용한 수치지도 갱신의 타당성 분석을 하고자 한다.

2. GPS 상시관측소

GPS상시관측소를 통한 관측은 도입이 된지 얼마 되지 않았고, 수집된 자료의 부족으로 정확도의 검증작업이 어렵게 이루어지고 있으며 현재에도 위치 정확도의 검증 작업을 실행하고 있다. 또한, GPS를 이용한 측량작업은 정밀한 3차원 좌표의 결정이 가능하고, 관측의 자동화에 따른 관측자의 오류 방지 및 인위적 오차를 최소화하는 장점이 있어 이에 대한 효율을 극대화하기 위해 상시관측소에 의한 국가 GPS기준망운영에 대한 장기적인 연구를 지속적으로 하고 있다.

국내의 경우 국가 기준 좌표계로서의 활용, 자동항법시스템의 활용, 지도제작, 지각변동 등의 목적으로 1995년 3월 수원 GPS 상시관측소 운영을 시작으로 1997년 GPS 무인 원격관측소를 4곳에 설치하였고 1998년 GPS 무인원격관측소 중앙국을 설치하였으며 현재까지 국립지리원은 14개소의 GPS 상시관측소를 설치하고 있다. 국립지리원 이외에도 각 기관별 도입 목적에 의해 행정자치부 31개소, 자원연구소 2개소, 한국전력 4개소, 천문대 7개소, 해양수산부 9개소 등 국내에 설치된 GPS 상시관측소는 총 60여 개소에 달한다.

GPS 상시관측소는 24시간 GPS위성을 관측하는 무인원격 관측시스템으로 안테나 필라 내에 2주파 수신 가능한 GPS 수신기, 멀티패스를 최소화하기 위한 초크링 안테나와 필라의 기울어짐을 감지하기 위한 경사계, 중앙국과의 통신을 위한 모뎀 또는 ISDN터미널 어댑터와 비상전원 장치인 5시간용 배터리로 구성되어 있으며, 크게 GPS 수신부, GPS 안테나부 그리고 자료 처리영역으로 나눌 수 있다.

GPS상시관측용 수신기는 Trimble 4000SSi Geodetic surveyor 모델로서 고정밀 측지 측량데이터를 제공하며 자동으로 L1, L2채널 상의 GPS위성들을 추적하고 데이터를 획득한다. 또한, 정밀한 위치와 속도, 신간 해법들을 제공하기 위해 대역통과 기법과 스무딩 기법, 저잡음 C/A부호 계측기법들이 결합되었다. GPS 안테나는 위상 중심 안정도를 제공하는 Trimble 사의 Choke-ring antenna로 높이 측정방법은 Bottom of antenna mount를 사용하고 정밀 측량 결과를 제공한다. 자료처리용 컴퓨터에서는 GPS 수신기로부터 실시간으로 계측된 자료를 모델을 통하여 수신 받고 이를 저장한다. 또한 관측자료는 매일 RINEX 파일로 변환하여 사용할 수 있도록 하고 인터넷상에서 파일 공유를 위한 웹 서버의 기능을 담당하고 있으며 정밀 후처리 프로그램을 통하여 GPS 자료처리를 담당하고 있다. 현재 국립지리원과 타 기관에서 설치한 GPS상시관측소의 배치 현황은 그림 2.1과 같다.

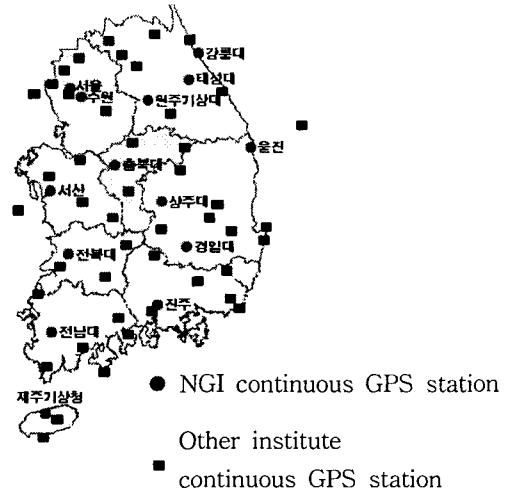


그림 2.1 GPS상시관측소의 설치 현황

3. 실험 및 결과 분석

3.1 데이터 취득 및 처리

본 연구에서는 Kinematic측량시 고정국으로서 GPS상시관측소를 사용하여 GPS상시관측소에 의한 수치지도 수정·갱신의 활용가능성을 알아보고자 충북 청주시 개신동에 위치한 충북대학교 교내의 도로와 건물을 대상으로 실험하였으며, 먼저 삼각점과 수준점을 이용하여 Kinematic측량에서 고정국으로 사용될 Base의 좌표값을 취득한 후 Kinematic측량을 실시하여 후처리하였다. 또한, 청주와 대전상시관측소의 데이터와 연계하여 후처리를 실시한 후 여기서 얻은 데이터를 수치지도에 중첩하여 기존의 1:1000 수치지도 및 1:5000수치지도와 비교함으로써 상시관측소를 이용한 수치지도의 갱신 가능성을 살펴보았다. 실험에서부터 수치지도 갱신에 이르기까지의 전체적인 작업의 흐름은 그림 3.1과 같다.

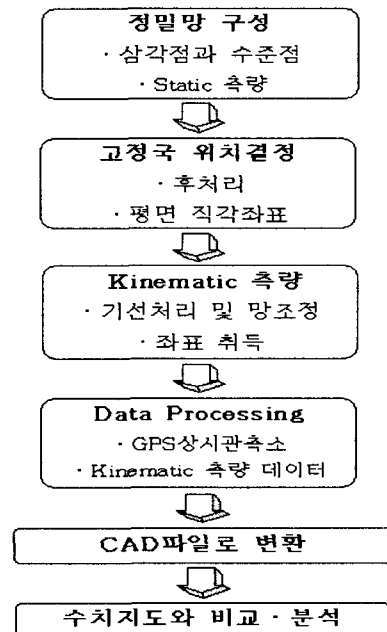


그림 3.1 수치지도 갱신작업 흐름도

3.2 상시관측소 고정에 의한 좌표값 비교

Kinematic측량에 의해 취득한 좌표값이 요구하는 정확도를 만족하는지를 알아보기 위해 Test field를 만들어 GPS정밀망에 의해 결정된 두 점을 고정국으로 하여 Kinematic측량으로 얻은 좌표값과 같은 측점을 TS측량으로 검정하였다. 그 결과 표 3.1에서와 같이 수평에 대한 절대평균값이 수평, 수직 각각 0.01985m와 0.02247m로 나타났으며, 몇몇 과대오차를 제거한다면 Kinematic측량의 허용 정확도인 2cm+1ppm을 만족함으로써 양호한 측량이 되었음을 알 수 있다. 또한, 고정국으로 사용된 측정 대신에 실험 대상지로부터 30km이내에 위치한 청주와 대전 상시관측소를 고정국으로 사용한 경우에 취득한 좌표값과 TS측량으로부터 취득한 좌표값을 비교하여 상시관측소를 사용하였을 경우와 고정국으로 사용하지 않았을 경우에 대해 각 측정점들의 좌표값이 어떤 변화를 보이는 지를 알아보았다. 그 결과, 표 3.2와 것과 같이 수평, 수직에 대한 절대 평균값이 0.02197m, 0.02145m로 나타났다. 그러므로, 수치지도 갱신에 있어서 30km이내의 상시관측소를 기준국으로 사용하여 측량할 수 있음을 간접적으로 확인할 수 있었다.

표 3.1 TS측량과 Kinematic 측량값의 비교(unit : m)

번호	Total station에 의한 좌표값			Kinematic 측량에 의한 좌표값			잔 차		
	X	Y	Z	X	Y	Z	ΔX	ΔY	ΔZ
NO 1	241153.052	347351.892	58.968	241153.032	347351.863	58.921	-0.020	-0.029	-0.047
NO 2	241149.261	347341.842	58.985	241149.244	347341.855	58.948	-0.017	0.013	-0.037
NO 3	241147.278	347330.178	58.989	241147.220	347330.190	58.952	-0.058	0.012	-0.037
NO 4	241147.266	347324.084	59.046	241147.263	347324.087	59.007	-0.003	0.003	-0.039
NO 5	241147.891	347317.573	59.010	241147.859	347317.554	58.967	-0.032	-0.019	-0.043
...
...
...
NO 41	241209.798	347381.915	58.954	241209.781	347381.942	58.966	-0.017	0.026	0.013
NO 42	241200.558	347382.327	58.924	241200.532	347382.308	58.898	-0.026	-0.019	-0.025
NO 43	241186.566	347380.033	58.958	241186.602	347380.055	58.985	0.036	0.022	0.027
NO 44	241175.760	347375.420	58.947	241175.762	347375.412	58.922	0.002	-0.008	-0.025
NO 45	241166.934	347369.335	58.960	241166.907	347369.358	58.997	-0.027	0.023	0.036
NO 46	241159.682	347361.987	58.962	241159.698	347361.966	58.947	0.015	-0.020	-0.015
절대평균							0.01985	0.02247	0.03374
표준편차							0.02355	0.02524	0.01658

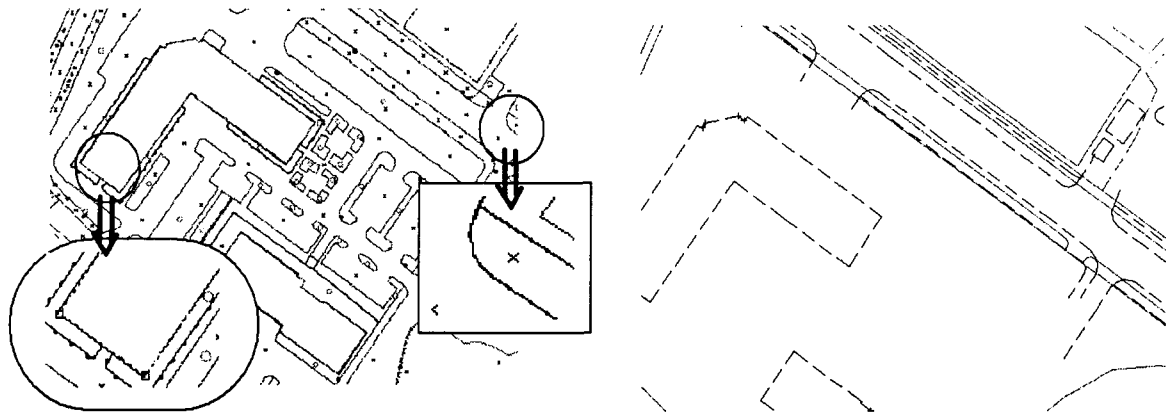
표 3.2 TS측량과 상시관측소 활용시의 측량값과의 비교(unit : m)

번호	TS측량에 의한 좌표값			상시관측소와 연계시의 좌표값			잔 차		
	X	Y	Z	X	Y	Z	ΔX	ΔY	ΔZ
NO 1	241153.052	347351.892	58.968	241153.063	347351.882	58.858	0.011	-0.010	-0.110
NO2	241149.261	347341.842	58.985	241149.274	347341.874	58.886	0.013	0.032	-0.099
NO 3	241147.278	347330.178	58.989	241147.250	347330.210	58.894	-0.028	0.032	-0.095
NO 4	241147.266	347324.084	59.046	241147.293	347324.114	58.951	0.027	0.030	-0.095
NO 5	241147.891	347317.573	59.010	241147.886	347317.580	58.911	-0.005	0.007	-0.099
...
...
...
NO 41	241209.798	347381.915	58.954	241209.827	347381.909	58.878	0.029	-0.006	-0.075
NO 42	241200.558	347382.327	58.924	241200.543	347382.318	58.840	-0.015	-0.009	-0.084
NO 43	241186.566	347380.033	58.958	241186.611	347380.053	58.901	0.046	0.020	-0.056
NO 44	241175.760	347375.420	58.947	241175.721	347375.449	58.900	-0.039	0.029	-0.047
NO 45	241166.934	347369.335	58.960	241166.959	347369.317	58.944	0.025	-0.018	-0.016
NO 46	241159.682	347361.987	58.962	241159.689	347362.011	58.877	0.006	0.024	-0.085
절대평균							0.02197	0.02145	0.07837
표준편차							0.02524	0.02393	0.02491

3.3 수치지도와의 중첩분석

청주와 대전 상시관측소를 고정점으로 대상지역의 건물과 도로를 Kinematic 측량에 의해 취득한 각 측점들의 좌표값을 수치지도에서 불러들여 기존에 갱신이 되어 있는 속성들과 비교하여 보면, 그림 3.2의 (a)와 같이 1:1000의 수치지도의 확대그림에서 실선이 기존의 수치지도이며, 점선으로 표시된 부분이 상시관측소를 활용하여 측량을 수행한 결과를 보여주는 것으로, 실험을 통해 취득된 좌표와 수치지도를 비교한 결과 수평 오차는 20cm~30cm 정도로 나타났고, 수직오차값이 20cm~40cm로 나타났다. 그러나, 국내에서 수치지도 관련 위치정확도 기준으로 1:1000 수치지도의 기대정확도가 수평위치는 $\pm 1.0m$ 이고, 수직위치는 $\pm 0.97m$ 이므로, 오차값이 기대정확도의 이내에 들었으므로 1:1000의 수치지도 수정 및 갱신에 효과적으로 사용할 수 있을 것으로 사료된다.

또한, 그림 3.2의 (b)는 1:5000 수치지도상에 상시관측소를 고정점으로 하여 얻은 측량성적을 보여주고 있으며, 기존의 수치지도는 실선, 불러들인 좌표값은 점선으로 표시되어 있다. 1:5000의 수치지도에서는 수평오차가 50cm~1m까지 발생하였고 수직오차는 30cm~40cm로 나타났다. 1:5000의 수평·수직 기대정확도는 각각 $\pm 5.02m$ 와 $\pm 3.97m$ 이므로, 1:5000의 수치지도 갱신에도 효과적으로 사용할 수 있을 것으로 사료된다.



(a) (b)
 그림 3.2 1:1000 수치지도(a)와 1:5000 수치지도(b)에서의 중첩

4. 결론

본 연구에서는 Kinematic 측량으로 취득된 데이터와 GPS 상시관측소 수신데이터를 연계하여 수치지도 갱신에 대한 분석을 실시한 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1. Kinematic 측량을 실시했을 경우의 측정값과 실험 대상지로부터 30km 이내에 위치한 수원과 대전 상시관측소를 고정점으로 했을 경우의 좌표값의 차가 수평에서 1cm내로 발생하였고 수직에서는 4cm정도로 정확하게 나타났으므로 고정국의 설치로 기준점 측량에 소요되는 시간을 단축할 수 있었으며, 기준국에 GPS장비를 설치하지 않음으로써 가용 수신기가 늘어나 측량에 소요되는 시간을 단축할 수 있었다.
2. GPS상시관측소를 고정점으로 놓았을 때 취득한 좌표값을 각각 1:1000수치지도와 1:5000수치지도에 중첩시킨 결과 1:1000 수치지도와 1:5000 수치지도의 수평·수직 기대 정확도 값을 만족하였으므로, GPS상시관측소를 활용하여 수치지도의 갱신이 가능할 것으로 판단된다.
3. 높은 건물 또는 수목이 밀집되어 있는 지역에서는 위성 불량 구간이 많으므로, 신도시 개발지역이나 토지정리 지역, 신도로의 건설로 인해 수치지도의 빠른 갱신이 요구되는 지역에도 효과적인 것으로 사료된다.

참고문헌

1. B. Hofmann-Wellenhof, H. Lichtenegger, and J. Collins, "Global Positioning System : Theory and Practice", Third edition, 1994.
2. "GPS 상시관측소의 활용 및 자료제공방안에 관한 최종보고서", 국립지리원, 2001.
3. 강준목, 김홍진, 이형석, "Kinematic GPS에 의한 3차원 위치결정의 정확도 분석", 한국측량학회지, 1993.
4. Alfred Leick, "GPS Satellite Surveying", Second edition, 1995.
5. "수치지도 위치 정확도에 관한 연구", 국립지리원, 1998.