

RTK-GPS와 RTK-GPS/GLONASS에 의한 일필지 측량의 정확도 분석

홍성언*

The Accuracy Analysis of Parcel Surveying by RTK-GPS and RTK-GPS/GLONASS

Sung-Eon Hong*

요 약

GLONASS(Global Navigation Satellite System)는 고도 19,100km 상공의 위성 정보를 이용하며 GPS와 유사한 방법으로 사용자에게 위치정보를 제공한다. 그래서 최근에는 GPS만을 단독으로 이용하기 보다는 GPS와 GLONASS를 결합하여 안정적인 수신과 위치결정의 정확도를 향상시키기 위한 연구들이 이루어지고 있다.

본 연구에서는 RTK-GPS를 이용한 일필지 좌표결정과 RTK-GPS/GLONASS 결합에 의한 일필지 좌표결정 성과를 기존 성과와 상호 비교·분석하여 봄으로써 RTK-GPS/GLONASS 측량의 지적세부측량에 적용가능성을 고찰하여보고자 하였다.

주요어 : GPS, GLONASS, RTK-GPS, 일필지, 지적세부측량

ABSTRACT : GLONASS(Global Navigation Satellite System) using the satellite information on 19,100km altitude supplies the location information similar method with GPS. Therefore, many researches study in combination GPS and GLONASS.

This research compares with deciding coordination of one unit parcel using RTK-GPS and RTK-GPS/GLONASS. Then we examine the possibility of RTK-GPS/GLONASS for determining parcel coordinate.

Keywords : GPS, GLONASS, RTK-GPS, parcel, cadastral parcel surveying

* 청주대학교 복지토지정보학부 지적학과 전임강사(hongsu2005@cju.ac.kr)

1. 서 론

현재 지적측량 분야에서는 다양한 최신 측량기법이 도입되어 전통적인 측판측량보다 더 정확하고 효율적인 지적측량이 이루어지고 있다. 이 중 대표적인 측량 방법이 GPS 측량 방법이다. GPS 측량 방법은 많은 연구를 통하여 정확도와 효율성이 검증되어 현재는 지적삼각기준점 측량분야에서 이용되고 있다.

최근에는 보다 발전적으로 세부측량에 GPS 측량을 이용하고자 RTK-GPS에 관한 연구들이 진행되고 있다. RTK-GPS 측량을 지적세부측량에 적용하기 위해서는 RTK-GPS 측량을 이용한 지적세부측량에 효율성과 정확성이 검증되어야 하는 과제를 안고 있다.

GLONASS(Global Navigation Satellite System)는 고도 19,100km 상공의 위성 정보를 이용하며 GPS와 유사한 방법으로 사용자에게 위치정보를 제공한다(ARINC, 2001; EC and ESA, 2002). 그래서 최근에는 GPS만을 단독으로 이용하기 보다는 GPS와 GLONASS를 결합하여 안정적인 수신과 위치결정의 정확도를 향상시키기 위한 연구들이 이루어지고 있다.

현재 주로 연구되고 있는 내용들은 GPS와 GLONASS 조합에 따른 측위 정확도 분석(박운용·김희규, 2001; 강준목·박정현, 2001), 기존 GPS 측량 성과와 GPS와 GLONASS의 조합을 통한 측량 성과의 비교 연구(박운용·이인수, 2002) 등을 들 수 있다. 보다 발전적으로 RTK-GPS와 RTK-GPS/GLONASS 결합을 통하여 다

양한 응용 분야에 활용이 시도되고 있다. 대표적인 응용분야로 해안선의 측량(장호식·서동주, 2003), 차량의 이동체적의 정확도 평가(박운용·이인수, 2002), 도로의 평면선형 정확도 분석(노태호·장호식, 2002) 등을 들 수 있다.

지적분야의 경우는 일필지 좌표결정에 RTK-GPS를 적용하여 정확도와 효율성을 입증하기 위한 연구가 주류를 이루고 있으며(대한지적공사·행정자치부, 2000; 홍성언, 2002; 김재학·최윤수·이임평, 2004), RTK-GPS와 GLONASS 조합에 의한 일필지 좌표결정 부분에는 연구가 미흡하다. 현재는 지적도근 측량을 시행한 후 RTK-GPS 측량과 RTK-GPS와 GLONASS 조합에 의한 성과를 상호 비교하는 정도의 연구가 진행되고 있다(박운용·김진수, 2003).

본 연구에서는 RTK-GPS를 이용한 일필지 좌표결정과 RTK-GPS/GLONASS 결합에 의한 일필지 좌표결정 성과를 기존 성과와 상호 비교·분석하여 봄으로써 RTK-GPS/GLONASS 측량의 지적세부측량에 적용가능성을 고찰하여보고자 한다.

2. GPS와 GLONASS

2.1 GPS와 GLONASS

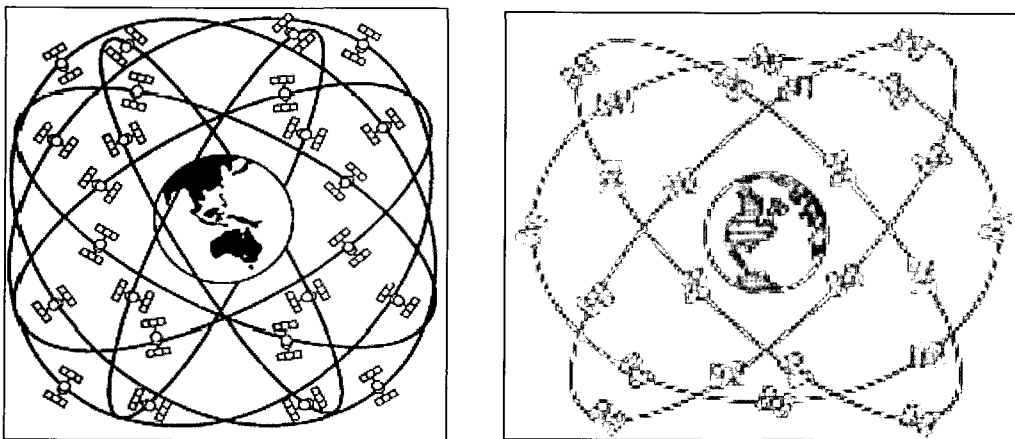
GPS 시스템은 고도 약 20,200km 상공의 6개 회전궤도상에 각각 60도 마다 4개의 인공위성이 배치되어 있으며, 궤도경사(i)는 55도이며, 회전주기는 12시간이다. 이러한 위성의 배치는 지구상 임의의 지점

에서 사용자들에게 5~8개의 인공위성을 이용할 수 있게 해준다. GLONASS 시스템은 고도 19,100km 상공에 3개의 궤도면에 각각 8개의 인공위성들이 배치되어 있으며, 궤도경사(i)는 64.8도 이며, 인공위성의 회전주기는 11시간 15분 44초이다. 각각의 궤도면들은 120도 간격으로 위치하며, 이 궤도들에 대한 평면입사교차점의 절대황경은 모스크바표준시를 기준으로 1983년 1월 1일 자정 (213grad 15min 00sec+120grad(i-1))으로 설정되어 있다(박운용·김희규, 2001). [그림 1]은 GPS와 GLONASS의 위성궤도를 나타낸 것이다.

GLONASS 위성은 다소 상이한 주파수로 L1과 L2 신호를 전송하며, 수신기는 상이한 주파수를 그것들의 추적채널에 할당함으로써 가시위성의 전체 입력신호에서 특정 위성의 신호를 분리할 수 있다. 이 기술을 주파수분할 다중방식(FDMA : Frequency Division Multiple Access)라고 한다. 신호변조를 위해 위성들을 구별할 필요가 없으므로 모든 GLONASS 위성들의

변조는 동일 코드를 사용한다. 주파수분할 다중방식은 GPS 위성에 의해 전송되는 신호에 사용되는 기술과는 다르다. 각 GPS 위성들은 그것의 반송파 위상을 상이한 코드로 변조시킨다. 코드분할방식은 위성이 시간과 주파수를 공유하는 기법이고, 각 위성에 개별코드를 할당함으로써 신호는 채널을 부여받는다. 신호들은 상관기능(auto-correlation function)을 사용해서 원하는 채널로부터 수신한 신호만 받아들이는 상관자(correlation)를 사용해서 그 수신기에서 분리된다. 그러므로 GPS에서 주파수가 상이할 필요가 없고 모든 GPS 위성은 L1과 L2에 대해 동일한 주파수를 사용한다(강준목, 2001).

측지계의 경우, GLONASS 위성 안테나 중심의 전송 위치는 PZ-90(Parameter of the Earth)을 기준으로 방송궤도력(Broadcast Ephemerides)에 제시되어 있다. GLONASS 위성안테나의 중심과 위성 매체의 중심과는 1.62m 편심되어 있다. 방송궤도력이 안테나 중심에 전송되어지



[그림 1] GPS(좌)와 GLONASS(우)의 위성궤도

<표 1> GPS와 GLONASS의 특징 비교

구 분	GPS	GLONASS
위성수	21+3 (spare)	21+3 (spare)
궤도 고도	20,200km	19,100km
궤도 주기	11시간 59분	11시간 15분 44초
궤도수	6, 위상 60°	3, 위상 120°
궤도별 위성수	4, 불등간격	8, 등간격
반송주파수(MHz)	L1 : 1,575.42, L2 : 1,227.60	(1,602+k×9/16) (1,246 + k×7/16) k=0, 1, ..., 24
데이터 레이트	50bps	50bps
메시지 길이	12.5m	2.5m
출력	14.25dBw	12dBw
PN코드	위성마다 다름 C/A code : 1.023 Mbps P code : 10.23 Mbps	위성에 공통 C/A code : 0.511 Mbps P code : 5.11 Mbps
정도	10~25m(without S/A) 100~156m(without S/A) 0.1μs	100m, 1μs(No S/A) 15cm/s
측지계	WGS-84	PZ-90(SPS-90)
궤도 데이터	매시 수정(케플러 궤도요소)	30분마다 위치, 속도, 가속도 수정
기준협정시	UTC(USNO)	UTC(SU)
위성신호분할	코드분할 다원접속	주파수분할 다원접속
운영	Joint Program Office U.S D.O.D	Space Force C.I.S

자료 : 박운용 · 김희규 · 광두호 · 백기석, 2001, GPS와 GLONASS 결합에 의한 기선 정확도 분석, 2001학술발표회 논문집(창립50주년), 대한토목학회, pp.2351-2354

능가를 조사하기 위해 GLONASS 위성위치의 두 대 위치좌표들을 1999년에 42일 동안 계산되었다. PZ-90은 지구 중심 지구고정(ECEF : Earth-Centered, Earth-fixed) 좌표계이고, 원점은 지구 질량중심이고, Z-축은 1900~1905에 IAU와 IAG가 정의한 평균 북극 방향에 평행한 축이며, X-axis은 1900~1905에 지구 적도 방향에

평행한 축, X와 Z축으로 정의된 면은 평균 그리니치 자오선에 평행하다. 그리고 Y-axis은 우수 직교좌표시스템과 일치한다(박운용, 김진수, 2003).

2.2 RTK-GPS 측위

기지국을 중심으로 변조장치(Modem)를

이용하여 이동국에 오차량을 전송함으로써 이동국의 위치정확도를 향상시키는 것이 RTK-GPS 측의 방식이다. 실시간 동적 측위는 오차량을 전송하는 신호 종류에 따라 코드만을 사용하는 RTCM(Radio Technical Commission for Maritime Service), NMEA(National Marine Electronics Association) 과 반송파 방식의 CPD(Carrier Phase Differential) 로 나눌 수 있다.

RTK-GPS 측위의 구성은 기지국과 이동국으로 구성되어 있으며, 기지국은 위성 신호를 수신하는 위성 안테나와 기지 좌표성과와의 차이를 발견하고 그 차이값을 변조하는 변조장치, 이를 통하여 이동국으로 전송하기 위해 신호를 증폭시키기 위한 증폭기로 구성되어 있다. 이동국은 기지국에서 발송되는 전파를 수신할 수 있는 안테나와 위성신호를 수신할 수 있는 안테나, 그리고 관측점에 대한 자료입력을 위한 자료제어기로 구성되어있다(노태호 · 장호식, 2002; Hubiao Lan, 1996).

에 측량이 수행되어 지상의 필지경계점을 표시하는 말뚝의 보존상태가 양호하기 때문에 RTK-GPS, RTK-GPS/GLONASS 관측과 기존성과와의 정확한 비교가 가능할 것으로 판단하여 선정하였다. 또한 대상지역은 GPS측량에 의하여 기준점측량이 이루어졌으며, TS 관측을 이용하여 도근망과 일필지 경계점의 측량이 이루어진 지역으로 정확한 성과를 가지고 있는 지역이다.

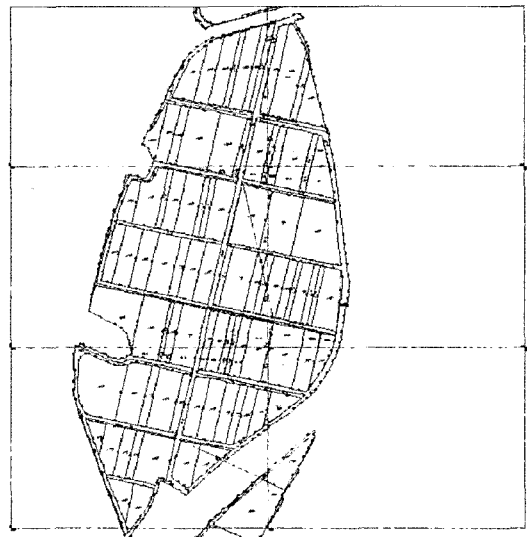
3.2 실험방법 및 관측장비

실험방법은 RTK-GPS와 RTK-GPS/GLONASS 성과의 정확한 비교를 위해 동일 시간대에 동일 대상지역을 관측하였다. 즉, 동일 기지국을 두고 GPS위성 정보만을 수신하는 수신기와 GPS/GLONASS 위성정보를 동시에 수신할 수 있는 수신기를 각각 이용하여 동시 관측을 시행하였다. 두 방법간의 성과의 비교는 기존 성과를 기준으로 하였다.

3. 실험 및 분석

3.1 실험지역

RTK-GPS와 RTK-GPS/GLONASS 결합에 의한 일필지 좌표결정의 정확도를 분석하기 위해 연구에서는 실험지역으로 충북 괴산군 장연면 광진리 일대를 선정하였다. 관측 면적은 약 56,000m² 이고, 관측 필지 수는 21필지였다. 실험 대상지역의 경우, 최근에 새로이 경지정리 사업이 시행된 지역으로서 TS(Total Station) 관측에 의한 수치측량이 완료된 상태이고, 최근



[그림 2] 실험지역의 수치지적도

<표 2> 대상지역의 기지국 제원

(단위 : m)

구 분	X	Y	Z	비 고
기지국 1159	375472.17	283160.94	58.6	
이동국 1160	375709.73	283116.77	62.2	초기화용
이동국 1158	375241.43	283210.17	61.8	초기화용
이동국 1156	375050.57	283056.91	59.4	초기화용

기지국의 선정은 대상 지역의 경우 주변 상시관측소와 거리가 멀리 떨어져 있어 대상지역 주변의 도근점을 이용하였다. <표 2>는 실험지역의 기지국 제원을 나타낸 것이다.

이동국은 총 3대의 장비를 이용하여 필지경계점을 관측하였다. 3대중 한 대는 GPS 정보 수신만 가능한 수신기와 2대는 GPS/GLONASS 정보의 수신이 가능한 수신기를 이용하였다. 점당 수신 시간은 3~

10초로 하였고, 관측 필계점은 RTK-GPS 측량으로 69점, RTK-GPS/GLONASS 측량으로 100점을 관측하였다. 관측에 이용된 장비는 TOPCON사의 GPS장비를 이용하였고, 장비의 제원은 <표 3>과 같다.

3.3 결과분석

<표 4>는 RTK-GPS 관측 성과와 기존성과와의 차이를 비교한 것이다. 기존 관측

<표 3> GPS 장비의 주요 제원

장 비	기 술	채 널	시그널	측정모드	메모리
TOPCON HIPER-GGD	40채널GPS+수신기 MINTER interface 안테나 모뎀내장	40L1 채널 20L1+L2채널 GPS/GLONASS(옵션)	L1/L2 C/A P CODE & Carrier	Kinematic & RTK	96MB (기본8MB)
장 비	Software	RTK 정확도			
		2주파측정		1주파측정	
		수평	수직	수평	수직
TOPCON HIPER-GGD	GNSS-Pro	±(10mm+ 1ppm·)	±(15mm+ 1ppm·)	±(15mm+ 1.5ppm·)	±(20mm+ 1.5ppm·)
장 비	기 술	채 널	송신출력	주파수	Link Rate
TOPCON PDL 모뎀	외장형 UHF 라디오 모뎀	10 채널	2W	450~470MHz	19,200bps

성과와의 RTK-GPS 관측 좌표와의 비교·분석은 기존 TS 관측으로 확정이 되어있는 좌표값과 RTK-GPS 관측에 의하여 산출된 좌표값을 비교하였다. 분석은 TS 관측좌표와 RTK-GPS 관측좌표의 종·횡선 오차를 산출하고, 산출된 ΔX , ΔY 로 연결 오차를 산출하여 분석하였다. 표 4와 같이 관측지역의 종·횡선오차 RMSE는 $X=0.02m$, $Y=0.03m$ 로 나타나 성과가 매우 양호한 것으로 분석되었다. 종·횡선오차를 이용하여 산출한 연결오차의 RMSE는 $0.04m$ 로 분석되었다. 현행 지적법시행규칙 제54조에서는 경계점 좌표등록부 시행 지역의 연결오차 허용범위를 $0.10m$ 이내로 규정하고 있다. 분석된 바와 같이 실험지역의 경우 모든 측점이 지적법에서 규정하고 있는 허용오차 이내의 성과를 보이고 있어 RTK-GPS 측량의 성과가 매우 좋은 것으로 나타났다.

<표 5>는 기존성과와 RTK-GPS/GLONASS 성과를 비교분석한 것이다. 분석결과, 관측지역의 종·횡선오차 RMSE는 $X=0.02m$, $Y=0.03m$ 로 나타나 성과가 매우 양호한 것으로 분석되었다. 종·횡선오차를 이용하여 산출한 연결오차의 RMSE는 $0.05m$ 로 분석되었다.

이를 RTK-GPS 성과와 비교해 보면, 위에서 분석된 바와 같이 RTK-GPS 관측 성과보다는 성과가 약간은 좋지 못하다.

그러나 181번과 184번 측정점의 경우 전반적인 오차보다 상대적으로 큰 과대오차가 산출되었다. 그래서 이 측정점에 대하여 기존 측량 방법인 TS로 검측을 시행하여 보았다. 검측 결과, 이 측정점의 경우, 필지 경계점 말목의 위치가 약간의 이동이 있었고, 또한 구거선과 도로선이 만나는 점으로 도로선의 직선처리로 인한 교차처리에 의해 내업과정에서 좌표의 수정이 있는 것으로 나타났다.

그래서 이 두 측정점을 제외하고 분석하여 보았다. 결과 RMSE가 $X=0.02m$, $Y=0.03m$, 연결오차= $0.03m$ 로 산출되었다. 결과적으로 RTK-GPS관측 성과 보다는 약간 RTK-GPS/GLONASS관측 성과가 좋은 것으로 분석된다. 또한 RTK-GPS/GLONASS관측 성과 역시 한 두 측정점을 제외하고는 현행 지적법에서 규정하고 있는 허용오차 이내의 성과를 보이는 것으로 나타났다.

위의 성과 비교 내용에서와 같이 사실상 RTK-GPS와 RTK-GPS/GLONASS의 성과는 거의 유사하였다. 그리고 관측당시 PDOP는 3이하로 모두 양호하였고, 가시위성수는 RTK-GPS가 9개, RTK-GPS/GLONASS가 14개였다. 궁극적으로 PDOP는 3이하로 모두 양호하였고, 가시위성의 수가 9개와 14개로 차이가 나나 RTK-GPS만으로도 충분한 수의 위성이 관측되었기 때문에 정확도 차이가 많이 없는 것으로 분석된다.

<표 4> RTK-GPS 관측성과와 기존 성과와의 비교

구 분	GPS 산출 좌표		기존 성과(TS)		X좌표 차	Y좌표 차	연결오차
	X좌표	Y좌표	X좌표	Y좌표			
1	375472.13	283152.63	375472.13	283152.64	0.00	-0.01	0.01
2	375479.00	283120.82	375479.01	283120.82	-0.01	0.00	0.01
3	375482.76	283103.04	375482.77	283103.05	-0.01	-0.01	0.01
4	375489.18	283074.87	375489.18	283074.87	0.00	0.00	0.00
5	375493.70	283054.06	375493.72	283054.04	-0.02	0.02	0.03
6	375396.68	283030.44	375396.67	283030.44	0.01	0.00	0.01
7	375396.06	283032.67	375396.08	283032.64	-0.02	0.02	0.03
8	375390.32	283031.17	375390.35	283031.14	-0.03	0.02	0.04
9	375293.34	283009.25	375293.36	283009.20	-0.02	0.05	0.05
10	375285.39	283044.25	375285.39	283044.20	0.00	0.04	0.04
11	375285.49	283007.76	375285.52	283007.75	-0.03	0.01	0.03
12	375186.52	282985.78	375186.51	282985.73	0.01	0.05	0.05
13	375178.00	283025.00	375178.04	283024.99	-0.04	0.01	0.04
14	375177.47	283026.85	375177.46	283026.81	0.01	0.04	0.04
15	375173.87	283045.97	375173.84	283045.93	0.02	0.04	0.04
16	375165.61	283082.96	375165.57	283082.95	0.04	0.01	0.04
17	375263.43	283104.96	375263.43	283104.97	0.00	-0.01	0.01
18	375271.74	283068.40	375271.76	283068.39	-0.02	0.01	0.02
19	375275.89	283049.44	375275.91	283049.42	-0.02	0.02	0.03
...
42	375497.62	283032.98	375497.67	283033.01	-0.05	-0.03	0.06
43	375502.73	283056.68	375502.74	283056.69	-0.01	-0.02	0.02
44	375599.68	283078.43	375599.72	283078.43	-0.04	0.00	0.04
45	375587.78	283127.17	375587.79	283127.18	-0.01	-0.01	0.01
46	375598.58	283129.84	375598.56	283129.86	0.02	-0.02	0.03
47	375599.34	283127.07	375599.36	283127.10	-0.02	-0.03	0.04
48	375608.84	283085.03	375608.88	283085.05	-0.04	-0.02	0.04
49	375701.46	283105.90	375701.49	283105.94	-0.03	-0.04	0.05
50	375709.42	283119.78	375709.44	283119.82	-0.02	-0.04	0.04
51	375713.83	283132.30	375713.84	283132.35	-0.01	-0.05	0.05
52	375720.81	283154.63	375720.79	283154.67	0.02	-0.04	0.04
53	375721.54	283157.27	375721.56	283157.30	-0.02	-0.03	0.04
54	375725.09	283166.58	375725.10	283166.66	-0.01	-0.08	0.08
55	375727.91	283175.70	375727.91	283175.74	0.00	-0.04	0.04
56	375732.70	283191.82	375732.69	283191.85	0.01	-0.03	0.03
57	375735.76	283203.33	375735.74	283203.37	0.02	-0.04	0.04
58	375737.61	283212.58	375737.61	283212.63	0.01	-0.05	0.05
59	375587.71	283177.75	375587.71	283177.78	0.00	-0.03	0.03
60	375592.07	283159.34	375592.07	283159.35	0.00	-0.01	0.01
61	375596.61	283139.20	375596.59	283139.21	0.02	-0.01	0.02
62	375588.74	283125.43	375588.75	283125.42	-0.01	0.01	0.01
63	375578.08	283168.69	375578.08	283168.71	0.00	-0.02	0.02
64	375576.24	283175.81	375576.23	283175.83	0.01	-0.03	0.03
65	375561.32	283172.86	375561.32	283172.89	0.00	-0.03	0.03
66	375483.19	283152.90	375483.20	283152.93	-0.01	-0.03	0.03
67	375481.35	283149.80	375481.33	283149.80	0.02	0.00	0.02
68	375482.20	283145.14	375482.22	283145.12	-0.02	0.02	0.03
69	375491.93	283105.59	375491.94	283105.61	-0.01	-0.02	0.02
RMSE					0.02	0.03	0.04

RTK-GPS와 RTK-GPS/GLONASS에 의한 일필지 측량의 정확도 분석

<표 5> RTK-GPS/GLONASS 관측성과와 기존 성과와의 비교

구 분	GPS/GNSS 산출 좌표		기존 성과(TS)		X좌표 차	Y좌표 차	연결오차
	X좌표	Y좌표	X좌표	Y좌표			
100	375470.40	283159.38	375470.40	283159.36	0.00	0.02	0.02
101	375346.23	283232.64	375346.22	283232.64	0.01	0.00	0.01
102	375566.29	283218.32	375566.26	283218.32	0.03	0.00	0.03
103	375568.07	283210.47	375568.09	283210.51	-0.02	-0.04	0.04
104	375574.40	283182.43	375574.41	283182.44	-0.01	-0.01	0.01
105	375351.09	283235.04	375351.04	283235.02	0.05	0.02	0.05
106	375351.28	283233.47	375351.28	283233.45	0.00	0.02	0.02
107	375361.50	283186.05	375361.56	283186.08	-0.06	-0.03	0.07
108	375362.54	283183.56	375362.57	283183.45	-0.03	0.11	0.11
109	375356.77	283184.54	375356.78	283184.50	-0.01	0.04	0.04
110	375365.53	283146.20	375365.52	283146.17	0.01	0.03	0.03
111	375367.49	283136.78	375367.50	283136.74	-0.01	0.04	0.04
112	375372.55	283137.92	375372.54	283137.89	0.01	0.03	0.03
113	375459.93	283205.92	375459.94	283205.93	-0.01	-0.01	0.01
114	375269.34	283114.60	375269.35	283114.61	-0.01	-0.01	0.01
115	375259.39	283123.22	375259.39	283123.21	0.00	0.01	0.01
116	375267.51	283123.98	375267.52	283123.95	-0.01	0.03	0.03
117	375254.66	283142.92	375254.65	283142.95	0.01	-0.03	0.03
118	375251.43	283159.03	375251.45	283159.05	-0.02	-0.02	0.03
119	375250.75	283160.55	375250.76	283160.55	-0.01	0.00	0.01
120	375259.38	283160.50	375259.37	283160.47	0.01	0.03	0.03
121	375259.28	283162.93	375259.26	283162.93	0.02	0.00	0.02
122	375255.84	283177.29	375255.84	283177.24	0.00	0.05	0.05
123	375458.98	283207.65	375458.99	283207.63	-0.01	0.02	0.02
124	375247.49	283176.51	375247.51	283176.51	-0.02	0.00	0.02
...
180	375054.32	283069.88	375054.30	283069.85	0.02	0.03	0.04
181	375055.31	283067.65	375055.40	283067.52	-0.09	0.13	0.16
182	375059.01	283067.12	375059.01	283067.09	0.00	0.03	0.03
183	375481.21	283162.84	375481.19	283162.81	0.02	0.03	0.04
184	375478.98	283163.61	375478.68	283163.53	0.30	0.08	0.31
185	375477.57	283166.04	375477.56	283166.04	0.01	0.00	0.01
186	375471.93	283189.15	375471.93	283189.14	0.00	0.01	0.01
189	375470.42	283197.03	375470.41	283197.04	0.01	-0.01	0.01
190	375467.38	283209.50	375467.36	283209.49	0.02	0.01	0.02
191	375342.96	283246.70	375342.94	283246.69	0.02	0.01	0.02
192	375456.37	283258.22	375456.36	283258.23	0.01	-0.01	0.01
193	375445.87	283302.96	375445.86	283302.96	0.01	0.00	0.01
194	375469.18	283300.59	375469.19	283300.60	-0.01	-0.01	0.01
195	375485.80	283298.14	375485.82	283298.17	-0.02	-0.03	0.04
196	375509.80	283294.18	375509.82	283294.21	-0.02	-0.04	0.04
197	375551.30	283284.42	375551.31	283284.44	-0.01	-0.02	0.02
198	375552.42	283280.16	375552.37	283280.13	0.05	0.03	0.06
199	375554.78	283270.93	375554.77	283270.94	0.01	-0.01	0.01
200	375563.89	283231.38	375563.87	283231.38	0.02	0.00	0.02
201	375563.91	283229.24	375563.90	283229.28	0.01	-0.04	0.04
RMSE					0.04	0.03	0.05

4. 결 론

본 연구에서는 기존 GPS 위성 정보만을 이용한 일필지 관측 성과와 GPS/GLONASS를 결합 이용할 경우 일필지 관측 성과의 정확도를 비교하여 보고자 하였다. 연구결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

실험 대상지역에 대한 RTK-GPS 관측결과를 기존성과 비교한 결과 종·횡선오차의 RMSE는 $X=0.02m$, $Y=0.03m$, 연결오차의 RMSE는 $0.04m$ 로 나타났다. RTK-GPS/GLONASS 관측결과와 기존성과를 비교한 결과 RMSE는 과대오차를 제거하고 분석할 경우, $X=0.02m$, $Y=0.03m$, 연결오차 $=0.03m$ 로 분석되어 RTK-GPS와 RTK-GPS/GLONASS 관측성과 모두 양호한 결과를 얻을 수 있었다.

결과적으로 RTK-GPS와 RTK-GPS/GLONASS의 관측 성과의 정확도는 거의 유사하게 나타났다. 즉, 경지정리지구와 같은 확정측량 지구에서는 거의 유사한 정확도로 관측이 됨을 알 수 있었다.

연구에서는 경지정리지구와 같은 개활지에서의 실험으로 RTK-GPS와 RTK-GPS/GLONASS 모두 가시위성 수 확보가 용이한 지역이다. RTK-GPS만으로도 충분한 수(9개)의 위성이 관측되었기 때문에 정확도 차이가 많이 없는 것으로 분석된다.

그러나 도심지와 같이 가시위성수의 확보가 어려운 지역에서 RTK-GPS/GLONASS 관측이 이루어질 경우 높은 정확도의 위치 결정이 가능할 것으로 사료된다.

참고문헌

- 강준묵, 2001, DGPS/DGLONASS에 의한 3차원 위치결정, 한국측량학회지 제19권 제4호, pp.317-325.
- 강준묵·박정현·최종현·박준규, 2001, DGPS/GGLONASS에 의한 3차원 측위 정확도 분석, 대한토목학회, 2001학술발표회 논문집(창립50주년), pp.62-65.
- 김응현, 2003, 위성 항법 시스템 개발 동향, 항공우주산업기술 제1권 제1호, 한국항공우주연구원, pp.66-70.
- 김재학·최운수·이임평, 2004, RTK-GPS와 항공정사사진에 의한 도해지적측량개선 방법 연구, 한국지적학회지, 제20권 제2호, pp.133-145.
- 노태호·장호식·이종출, 2002, RTK GPS/GLONASS 조합에 의한 도로의 평면선형 정확도 분석, 한국지형공간정보학회논문집, 제10권 제2호, pp.29-37.
- 대한지적공사·행정자치부, 2000, 지적재조사 기반기술 확보를 위한 GPS 측량기법의 실용화 연구.
- 박운용·김희규·곽두호·백기석, 2001, GPS와 GLONASS 결합에 의한 기선 정확도 분석, 2001학술발표회 논문집(창립50주년), 대한토목학회, pp.2351-2354
- 박운용·이인수·이기부, 2002, RTK GPS/GLONASS 결합에 의한 차량의 이동궤적의 정확도 평가, 대한토목학회논문집, 제22권 제2-D호, pp.271-279.
- 박운용·김진수·김용보·백기석, 2003, RTK-GPS와 RTK-GPS/GLONASS에 의한 도근점 측위의 정확도 분석, 한국지형공간정보학회 논문집, 제11권 제1호, pp.61-69.
- 장호식·서동주·이종출, 2003, RTK GPS/GLONASS 조합기법에 의한 해안선 결정, 대한토목학회논문집, 제23권 제3D호, pp.385-391.
- 홍성언, 2002, RTK-GPS 측량을 이용한 일필지 좌표 결정의 정확도 분석에 관한 연구, 한

- 국지형공간정보학회논문집, 제10권 제1호, pp.37-49.
- ARINC, 2001, Pre-proposed interface revision notice(PPIRN) to ICD-GPS-200C for L2 civil(L2C)Signal, PPIRN-200C-007.
- EC and ESA, 2002, Galileo Mission High Level Definition, Sept.
- Huibiao Lan, 1996, Development of a Real-Time Kinematic GPS System : Design, Performance and Result, Depart. of Geomatics Engineering, the University of Calgary, Canada, 1996, pp.14-17.
- Leick, A., 1995, GPS Satellite Surveying, John wiley & Sons.