

위성항법 측위에서 GLONASS가 미치는 영향에 대한 연구 A Study on Efficiency of the Combination of GPS and GLONASS

조규전* · 공종덕** · 최일훈***

Cho, Kyu Jon · Gong, Jong Duk · Choi, Il Hoon

요 旨

GPS만에 의한 위성측위는 city cannon 지형적 조건과 장애물에 의한 관측이 불가능한 경우가 발생한다. 한편 GLONASS 위성은 현재 가동 위성 수가 부족하여 자체적으로 정확한 측위능력이 없으나 GPS와 통합할 경우 GPS의 단점을 보완할 수 있다. 본 연구에서는 위성수신기를 이용하여 4가지(수신 가능한 위성 수, 원시 데이터의 정밀성, 기지점에 대한 편차, RTK 측량의 편차) 분석 방법을 통해 GPS 단일측위와, GPS와 GLONASS의 통합측위에 대하여 분석하였다. 위성측위 실험의 결과 위성측위에 반드시 필요한 최소위성 4개만이 수신된 시간은 1개월에 단일측위 11시간이고 통합측위 4시간이 되었다. 위성의 원시 데이터의 정밀성에서는 단일측위보다 통합측위의 표준편차가 0.08~1.8m 정도 좋은 값의 분포가 나타났다. GPS에 의한 좌표성과에서 3~11mm의 보다 높은 정확도를 나타냈다. RTK에서는 편차차가 N좌표에서는 GPS 단일측위가 E좌표에서는 GPS와 GLONASS 통합측위가 나은 값의 분포를 나타냈다. 하지만 모든 조건에서 통합측위가 우세한 것은 아니며, 그 역할에는 한계가 있다.

ABSTRACT

To survey satellites using only GPS can sometimes cause an impossible situation due to the many different geographical conditions as city cannon and obstacles. Although the GLONASS satellite system does not have the ability to survey itself accurately since it currently lacks of the number of usable satellites, it is able to bridge the gap when combined with GPS. This research used the GPS receiver to perform four analyzing methods to bring out the independent surveying method of GPS and combined surveying method of GPS and GLONASS(4 methods - number of satellites able to receive, precision of raw data, standard deviation from known point and RTK surveying). The result of test surveying satellites showed that 11 hours were possible to measure a minimum of 4 satellites when using an independent surveying method and 4 hours in unified surveying method in a month. Also, the precision of raw data using GPS and GLONASS surveying is 0.08~1.8m better than the GPS surveying in standard deviation. The deviation of known points by GPS and GLONASS also showed better accuracy by 3~11mm. The RTK showed the range of differences in deviation of survey by leaning towards the GPS independent survey in Northing coordinate and leaned towards the Easting coordinate when GPS and GLONASS were combined. Nonetheless, it can't be said that the unified method is better, because it has limits to its capability.

1. 서 론

오늘날 위성측량의 대명사처럼 불리어지는 범 지구측위 시스템(GPS : Global Positioning System)는 정확도면에서나 위성의 수에서나 많은 장점을 가지고 있으나 SA (Selective Availability) 또는 AS(Anti-Spoofing)와 같은 인위적인 정확도 저하나 사용상의 제약이 있었다.

그러나 2000년 5월 2일 13시(한국시간)를 기해서 SA가 해지됨으로써 더 높은 정확도를 가지게 되어 상대적으로 GPS의 활용도는 높아지게 되었다.

이러한 능력을 바탕으로 GPS는 더욱 발전되어지고, 다양한 분야로 응용되어 지고 있다. 하지만 현재의 GPS만을 가지고 세계의 모든 지역에서 원하는 정확도를 충족시키기에는 아직 부족한 점이 있다. 또한 미국에서 운영되는 시스템이기 때문에 국가 간의 문제가 발생할 때나, 자국의 이익에 부합되지 않을 때는 얼마든지 위성의 사용이 제한될 수도 있다.

*경기대학교 공과대학 토목공학과 교수

**삼아항업(주) 기술고문

***경기대학교 공과대학 토목공학과 석사

이와 같이 미국의 GPS가 급속도로 발전하고 그 활용성이 매우 높아지고 있음에도 불구하고 또 다른 범 지구측위 시스템인 러시아의 GLONASS(Global Navigation Satellite System)에 대한 관심이 점점 커져가고 있는 것도 사실이다. 본 연구에서는 GLONASS 시스템의 유용성을 분석하고 GPS에 의한 단일측위의 경우와 GLONASS와 GPS를 동시에 사용하는 통합측위의 경우를 서로 비교 분석함으로써 이들의 정확도와 효율성에 미치는 영향에 대하여 연구하고자 하였다. 이러한 연구는 GPS 위성의 수가 불안정하거나, 보다 높은 정도를 요하는 측량과 같은 다양한 분야에서 응용을 할 수 있을 것으로 기대된다. 특히 더 많은 위성의 시스템이 발전될 미래에는 GLONASS의 사용성은 더욱 유용할 것이다.

두 위성 시스템의 현재의 제원에 대한 비교는 표 1과 같다.

본 연구에서는 GLONASS의 GPS 보조위성으로서 능력을 알아보기 위하여 4가지 방법으로 실험을 실시하였다. 첫째로 각각의 위성이 평균적으로 몇 개가 수신되는지에 대하여 조사하였다. 둘째로 매초 수신된 원시 데이터의 정밀도를 분석하였고, 셋째로 기지점에 대한 측위의 정확도를 가지고 위성시스템에 대한 상대적 비교를 실시하였고, 끝으로 RTK 측위에서 GPS에 대한 GLONASS의 영향을 분석하였다.

모든 실험에서 사용된 위성수신 장비와 s/w는 GPS 장비제조회사인 일본의 Topcon사 제품으로 하였다. 즉, 수신기는 GPS와 GLONASS 통합수신을 할 수 있는 JPS EUROCARD 타입의 MT311832809, 안테나는 JPSLEGA -NTE, 그리고

표 1. 현재 두 위성 시스템의 제원(2001년 12월)

내 용	GLONASS	GPS	
위성의 수	6	28	
궤도면 수	3	6	
궤도 경사각	64.8°	55°	
위성 고도	19,130km	20,180km	
궤도 주기	11h15m40s	11h58m00s	
측지 좌표계	PZ-90	WGS-84	
측지 기준시간	UTC(Russia)	UTC(UNNO)	
위성 신호	FDMA	CDMA	
방송파 주파수	L1	1602-1609MHz	1575MHz
	L2	1246-1251MHz	1227MHz
PN 코드	C/A	511kbps	1023kbps
	P	5.11Mbps	10.23Mbps
Crosscorr. Interference	-48dB	-21.6dB	

측정 후 데이터의 분석은 PINACLE을 이용하였다.

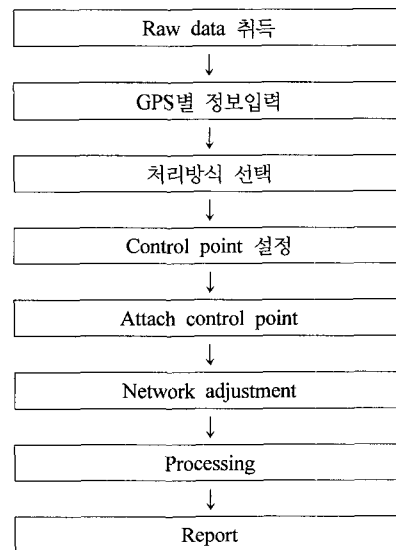
PINACLE은 GPS의 기선 처리 프로그램으로서 자체 log 파일과 Rinex 포맷의 파일 및 Ashtech B-, E-, O- 파일들과 SNAP의 점과 벡터, NGS와 IGS 궤도파일의 처리가 가능하다. WGS84를 비롯한 30종류의 타원체 모델을 제공하며, 기준점은 한국을 비롯한 각국에서 사용되는 200여종의 자료를 제공한다. UTM등의 그리드 시스템 또한 24여종을 제공하며 지오이드 모델은 입력이 가능하며 모든 좌표 시스템들은 사용자에게 맞게 새롭게 구성이 가능하며 파일로서 관리할 수 있다. 또한 모든 설정을 선택하여 지역시스템에 내용을 추가 입력하여 사용이 가능하다. 기준점은 사용자정의에 의한 파일 포맷으로 관리가 가능하며, 기존의 GPS 상시관측소의 자료를 사용하기도 용이하다.

망조정 처리에 있어서는 여러 종류의 망조정은 물론 각종 매개변수들의 설정이 용이하다. 최종 보고서는 여러 종류의 좌표시스템 및 위성정보, 관측시간, 기선간의 거리 및 방위각 등의 다양한 정보를 나타내고 도식적인 표현 및 각종 통계자료를 확인할 수 있다. 이외에도 좌표 시스템들 간의 변환식은 물론 GPS 측량을 하는 곳의 배치상황 및 기존의 지도에 관측점을 확인할 수 있는 기능 등이 포함되어 있다.

GPS 수신기의 제어는 Topcon에서 제공하는 PC-CDU라는 소프트웨어로서 수신기의 자료를 취득, 절사각 설정, 관측시간 단위 설정, RTK 설정 등의 제어를 수행한다.

다음의 표 2는 PINACLE을 이용한 GPS 좌표취득 처리 흐름도이다.

표 2. GPS측량 후 좌표취득 흐름도



2. GLONASS의 유용성 분석

2.1 GPS와 GLONASS의 최소위성 개수 비교

GPS와 GLONASS 위성이 실제 측량작업시간(오전10:00~오후6:00)에 어느 정도 개수의 관측위성이 수신되는지에 대하여 분석하여 보았다.

조사기간은 2001년 9월 한 달 간 시간대별로 최소 위성의 개수를 가지고 분석하였다. 조사된 위치는 중부기준점(38°00' 00", 127°00' 00")을 선택하였으며, 절사각은 15°를 사용하였으며, 시간대별 최소 위성의 개수를 분석하였다.

GPS의 관측위성의 수는 최소 4개에서 최대 8개가 수신 이 되었다. 분포도는 그림 1(a)과 같다. 그림의 내용을 보면 10시와 11시 사이에서 최소 4개의 관측위성이 수신되어짐

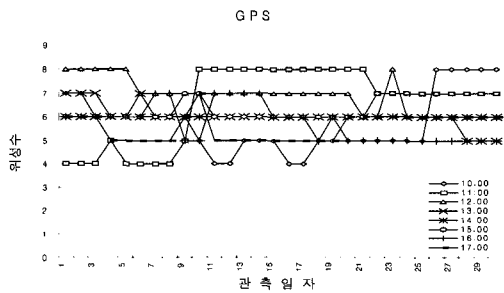


그림 1(a). GPS의 시간대별 최소 위성 수

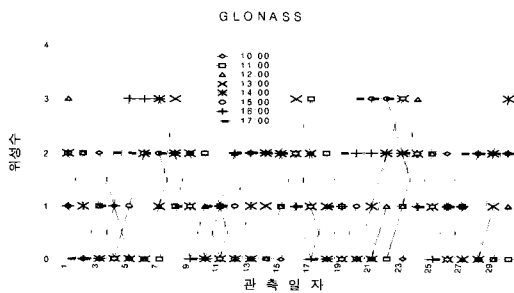


그림 1(b). GLONASS의 시간대별 최소 위성 수

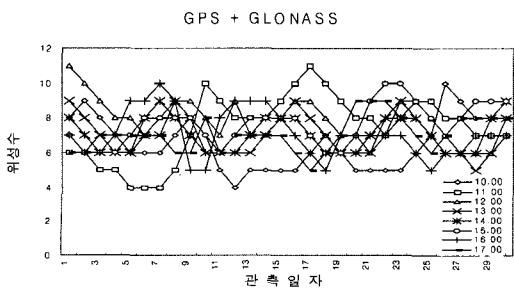


그림 1(c). GPS+GLONASS의 시간대별 최소 위성 수

표 3. 시간대별 GPS와 GLONASS의 최저 위성 개수의 평균 비교(단위:개)

구 분	10:00 ~	11:00 ~	12:00 ~	13:00 ~	14:00 ~	15:00 ~	16:00 ~	17:00 ~
GPS	5.7	6.6	6.9	6.0	6.0	6.4	5.7	5.6
GLONASS	0.8	0.9	1.0	1.0	1.1	1.3	1.4	1.5
Total	6.5	7.5	7.9	7.0	7.1	7.1	7.1	7.1

을 알 수 있다. 특히 11시의 경우는 관측위성의 변화가 매우 심하게 나타났다. RTK GPS를 위한 위성의 개수는 5개 이므로 GPS만을 가지고 완벽한 RTK는 어렵다.

GLONASS 관측위성은 아주 변화가 심하게 분포를 하고 있다. 위성의 수가 제한적이기 때문에 그러한 현상이 발생 되었다. 하루 동안에 위성이 하나도 수신되지 않은 날은 없었고, 조사 기간동안 일정한 수신이 되지도 않았다. 일반적으로 1개에서 2개의 최소위성이 수신이 되었으며 수신이 되지 않는 시간대도 많이 나타났다. GLONASS 시간대별 최소 위성의 개수는 그림 1(b)에 나타나 있다.

GPS와 GLONASS의 통합측위로 위성 개수를 분석하여 보면 단일 측위 시 최소 위성의 수가 4개인 시간영역이 11개에서 4개의 영역으로 줄어들었고, GPS 단일측위보다 평균 최소 위성의 수가 6~9개로 더욱 안정적인 관측위성을 수신할 수 있다. GPS + GLONASS 통합측위의 시간대별 최소 위성의 개수는 그림 1(c)에 나타나 있다.

표 3은 시간대별 평균 최소 위성의 수를 나타낸 것이다. 9월 한 달 간 평균적으로 GLONASS 위성과 통합측위가 GPS 단일측위시보다 1~1.5개의 위성이 추가되어 짐을 알 수 있다.

2.2 고정점에서 원시 데이터의 정밀성 분석

데이터의 정밀성을 분석하기 위하여 고정된 한점에서 GPS 단일측위 시와 통합측위 시의 원시데이터 분석실험은 10월 13일과 14일 14:05~18:05(4시간)에 걸쳐서 시행되었다. 10월 13일에는 GPS와 GLONASS의 통합측위를, 10월 14일에는 GPS 단일측위를 실시하였다. 위성 수신기는 위에서 밝힌 바 있는 Topcon사의 장비를 가지고 실험을 실시하였다.

데이터의 정밀성문제는 위성의 배치 상황(DOP)에 따른 정도 저하율과 다른 오차들로 인하여 변화하지만 본 실험에서는 양일의 위성의 상태나 기상조건 등 모든 오차가 동일하며, 정밀성에 영향을 미치는 요인은 우연오차와 위성의 수의 가감만이 있다고 가정하고 실험을 실시하였다.

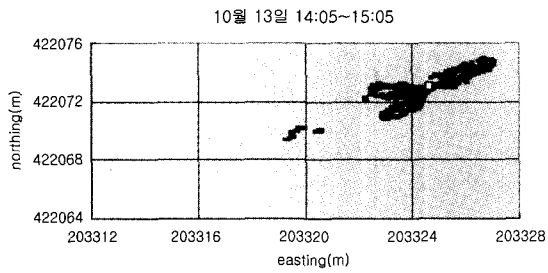
분포도의 데이터는 고정점 측위 시 절사각 15°에서 매

5초당 값을 저장하여 1시간에 720개의 데이터를 수신하였으며, 측정시의 DOP는 1.5~2.3으로 4이하의 값으로 안정적이므로 개개의 값에 대한 중량은 고려하지 않았다.

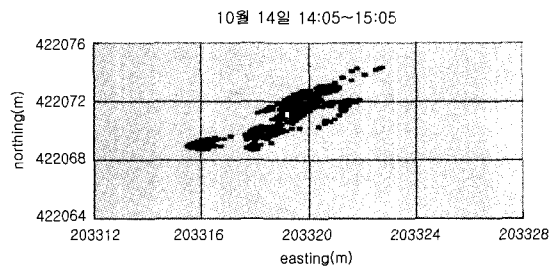
도식적인 분포상황은 그림 2에서 GPS+GLONASS 통합측위의 시간대별로 나타내었고 그림 3에서는 GPS 단일측

위의 시간대별로 나타내었다.

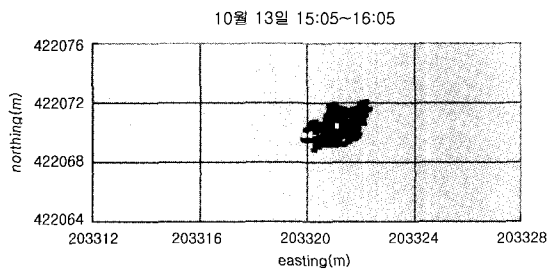
시간대별 위성 수에 대한 평균은 도상에 흰점으로 표시하였다. 특징적인 내용을 살펴보면 표준편차의 분포상황은 15:05~16:05 영역에서 통합측위와 단일측위의 northing, easting의 표준편차가 각각 $\pm 0.740m$, $\pm 0.547m$, $\pm 1.139m$,



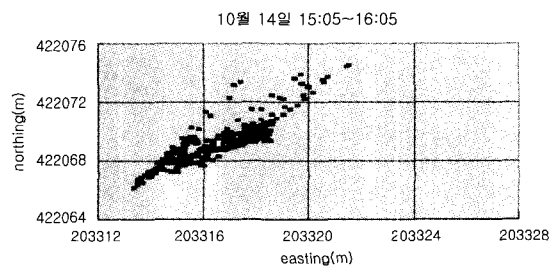
(a) 10월 13일 14:05~15:05 분포



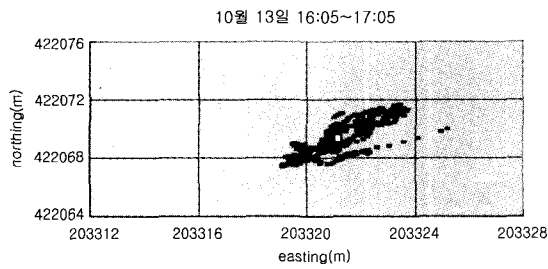
(a) 10월 14일 14:05~15:05 분포



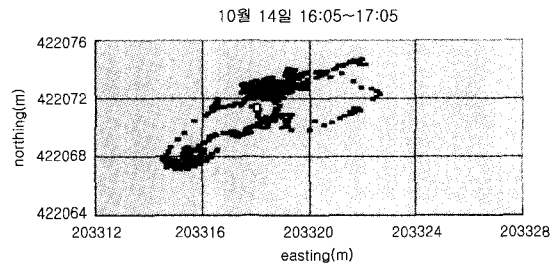
(b) 10월 13일 15:05~16:05 분포



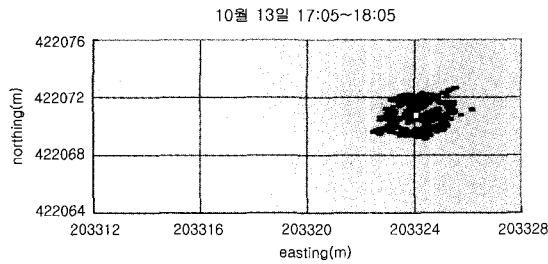
(b) 10월 14일 15:05~16:05 분포



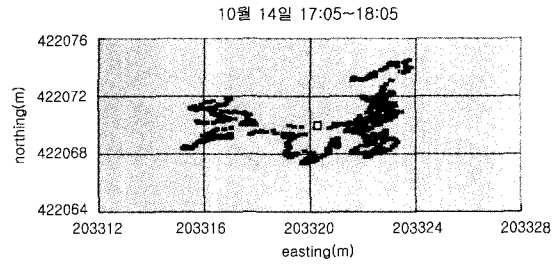
(c) 10월 13일 16:05~17:05 분포



(c) 10월 14일 16:05~17:05 분포



(d) 10월 13일 17:05~18:05 분포



(d) 10월 14일 17:05~18:05 분포

그림 2. GPS+GLONASS 통합측위

그림 3. GPS 단일측위

표 4. 시간대별 데이터분포에 대한 표준편차

시간대	위성종류	평균 위성 수	표준편차	
			northing(m)	easting(m)
14:05~15:05	GG	10.2	±1.147	±1.562
	OG	8.9	±1.229	±1.425
15:05~16:05	GG	10.4	±0.740	±0.547
	OG	7.9	±1.139	±1.470
16:05~17:05	GG	10.0	±1.086	±1.153
	OG	7.2	±2.077	±1.799
17:05~18:05	GG	10.5	±0.837	±0.720
	OG	7.5	±1.475	±2.614

±1.470m으로 가장 좋은 값을 나타냈고, 15:05~16:05의 easting에서는 단일측위 값(±1.425m)이 통합측위 값(±1.562m)보다 ±0.136m 더욱 정밀한 값을 보였을 뿐, 전반적으로는 GPS와 GLONASS의 통합측위가 ±0.082~±1.893m보다 나은 정밀도를 보이면서 분포하고 있다.

표 4는 시간대별 데이터분포에 대한 표준편차를 관측위성수와 함께 정리하였다.

3. 기준점 설정과 기지점 측위 분석

3.1 교내 기준점 설정

안정적인 실험을 위하여 교내에 기준점을 확보하였다. 기준점 설치를 위하여 국립지리원 고시 4등 국가 삼각점인 남양422점을 기준으로 수원465점과 안양431점을 통하여 교내 창업보육센터 옥상에 1개(VT000)의 점을 측정(2001. 07. 18)하여 기준점을 내렸다.

데이터의 수신방식은 매 15초마다 한번씩 저장하였고, 절사각은 15°이며 GPS만을 사용하여 측정하였다.

표 5. 기준점 설정시의 좌표 값

위 치	수신기 No.	northing(m)	easting(m)	height(m)
안양431 (AY431)	2299	426722.681	196713.968	204.150
남양422 (NY422)	2481	412310.083	193806.569	112.719
수원465 (SW465)	2470	421388.298	205312.239	118.708
벤쳐000 (VT000)	2503	422063.456	203346.972	112.719
경기000 (KU000)	2470	421830.100	202914.919	152.692

기준점 소실에 대비하여 예비 기준점 측정하였다. 다른 모든 점들은 그대로 두고 수원 465점을 이동하여 경기대학교내 다른 한 점(KU000)에 설치하여 17:00부터 18:00까지 1시간 측정을 실시하였다. 수신된 데이터는 Topcon사의 PINACLE을 사용하여 처리한 후에 TM좌표의 한국의 중부원점을 기준으로 사용한 좌표를 표현한 결과는 표 5에 나타내었다.

3.2 기지점 측량

기지점 측량에 대한 실험은 7월 18일 취득된 VT000이 정확한 값이라는 가정 하에 기존의 국립지리원 고시로서 알고 있는 수원465점에 대한 DGPS 측위를 실시하였다. GPS 단일시스템과 GPS와 GLONASS 통합시스템에 대한 측위를 실시하였고 절사각 15°, 15초 간격으로 설정하였다. VT000을 기준으로 잡고 SW465에 대한 데이터를 취득하여 표 6과 같이 나타내었다.

표 6. 기지점(SW465)에 대한 OG와 GG의 비교

위치	northing(m)	easting(m)	height(m)	latitude	longitude
SW 465	421388.289	205312.367	118.460	37°17' 29.86880"N	127°03' 46.11140"E
OG	421388.294	205312.356	118.490	37°17' 29.86892"N	127°03' 46.11148"E
GG	421388.291	205312.361	118.479	37°17' 29.86884"N	127°03' 46.11134"E

GPS 단일측위(OG: Only GPS)시에 차이는 N좌표에서 +5mm, E좌표에서 -11mm H좌표에서는 +30mm로 나타났고, GLONASS와 GPS의 통합측위(GG: GLONASS+GPS)에서는 차이가 N좌표에서 +2mm, E좌표에서 -6mm, H좌표에서는 +19mm로 나타났다.

아주 근소한 차이지만 GPS 단일측위보다는 GPS + GLONASS 통합측위가 상대적으로 정확하게 나타났다. 물론 위도와 경도 또한 마찬가지이다. 이날은 GPS위성이 상대적으로 많이 관측(최대 14개)이 되었고, GLONASS는 일반적인 위성의 수(3~4개)가 관측되었다.

4. RTK 측위에서의 GLONASS의 유용성 분석

4.1 RTK의 기준점 설정

RTK를 실시하기 위하여 2001년 11월 18일 경기대학교내 주차장에 기준점 3점(KU001, KU002, KU003)과 확인점 3점

표 7. RTK 측정을 위한 기준점과 확인점 좌표

위치	northing (m)	easting (m)	height (m)	위도 (latitude)	경도 (longitude)
VT 000	422063.456	203346.972	112.720	37°18' 02.00247 "N	127°02' 18.76157 "E
KU 001	421845.911	203244.238	91.166	37°17' 54.94728 "N	127°02' 14.58672 "E
KU 002	421891.169	203249.701	90.818	37°17' 56.41524 "N	127°02' 14.80925 "E
KU 003	421951.788	203192.220	93.517	37°17' 58.38226 "N	127°02' 12.47624 "E
KU 011	421873.123	203135.483	91.954	37°17' 55.83129 "N	127°02' 10.17133 "E
KU 012	421854.516	203202.378	91.278	37°17' 55.22692 "N	127°02' 12.88722 "E
KU 013	421865.320	203274.373	90.667	37°17' 55.57649 "N	127°02' 18.76157 "E

(KU011, KU012, KU013)을 VT000을 이용하여 측정을 실시하였다. 기준점과 확인점의 측정시간은 1시간과 30분씩으로 측정하였고, 경사각은 15°, 매 15초 간격으로 측정하였다. 위성 수신 장비는 3대를 사용하여 VT000과 KU001, KU002에서 1차 측정을 하였고, VT000과 KU001은 고정하고 KU002의 장비를 KU003, KU011, KU012, KU013으로 이동해 가면서 측정을 실시하였다. 측정된 결과는 표 7과 같다.

4.2 장애물이 없는 지역에서 측위 및 분석

2001년 11월 21일 RTK 측량 시에 기존의 Topcon장비와 모뎀을 측정에 이용하였으며, 오전 11시부터 12시까지 장애물이 없는 지역에 대한 GPS 단일측위에 대한 측량을 실시하였고, 오후 1시30분부터 2시 30분까지 GLONASS를 포함한 측량을 실시하였다. 기준국(KU001, KU002, KU003)에 대한 기지 데이터를 입력하여 보정을 실시하였다. 이날의 GPS 위성의 수는 평균 7개가 수신되었고, GLONASS는 3~4개 수신되었다.

먼저 기지점 중의 하나인 KU003에 대한 좌표 비교는 표 8과 같다. 기지점들은 기본적으로 기준점으로서 활용을 했으며, 확인점 3점에 대한 KU011과 KU012, KU013에 대한 결과 값을 비교해 보면 표 9와 같다.

기준점으로 사용한 기지점 중 KU003에 대한 좌표를 취득하여 비교하였으며, 확인점들과 함께 비교한 값들을 표 10에 정리하였다.

위성측위에 의한 좌표 값의 편차를 살펴보면 GPS 단일측위시의 N좌표에서 편차는 1mm~12mm로 편차간의 분포

표 8. RTK 측정의 기준점 좌표 비교

위치	위성의 종류	northing(m)	easting(m)	height(m)
KU 003	위성측위	421951.788	203192.220	93.517
	OG	421951.784	203192.222	93.531
	GG	421951.789	203192.234	93.506

표 9. RTK 측정의 확인점 좌표 비교

위치	위성의 종류	northing(m)	easting(m)	height(m)
KU 011	위성 측위	421873.123	203135.483	91.954
	OG	421873.135	203135.502	91.865
	GG	421873.127	203135.500	92.033
KU 012	위성 측위	421854.516	203202.378	91.278
	OG	421854.515	203202.386	91.210
	GG	421854.536	203202.393	91.331
KU 013	위성 측위	421865.320	203274.373	90.667
	OG	421865.328	203274.380	90.654
	GG	421865.321	203274.365	90.643

표 10. 장애물 없는 지역의 위성측위 편차 비교

좌표명	위성종류	위성 측위 좌표에 편차		
		N	E	H
KU003	OG	-4mm	+2mm	+14mm
	GG	+1mm	+14mm	-11mm
KU011	OG	+12mm	+19mm	-49mm
	GG	+4mm	+17mm	+39mm
KU012	OG	-1mm	+8mm	-38mm
	GG	+20mm	+15mm	+23mm
KU013	OG	+8mm	+7mm	-13mm
	GG	+1mm	-8mm	-24mm

는 11mm로 나타났으며, E좌표에서의 편차는 2mm~19mm로 17mm이고, H좌표에서 편차는 13mm~49mm로 36mm로 나타났다. 그리고 GPS와 GLONASS의 통합측위 시에는 N좌표에서 1mm~20mm로 19mm이고, E좌표에서 8mm~17mm로 편차간의 분포는 9mm로 나타났으며, H좌표에서는 11mm~39mm로 28mm의 편차의 분포를 보였다.

전반적인 값의 비교는 GPS+GLONASS 통합측위의 결과가 N과 H좌표 값에서는 우위를 보이고 E좌표 값에서는 GPS 단일측위 값이 좋았고 값의 편차는 1mm~15mm의 차이가 있다. 분포의 상황에서는 E좌표에서는 GPS 단일측위가 4개 지역에서 3개의 값이 좋은 값을 나타냈고, E좌표와 H좌표에서는 GPS + GLONASS 측위가 4개 지역에서 3개

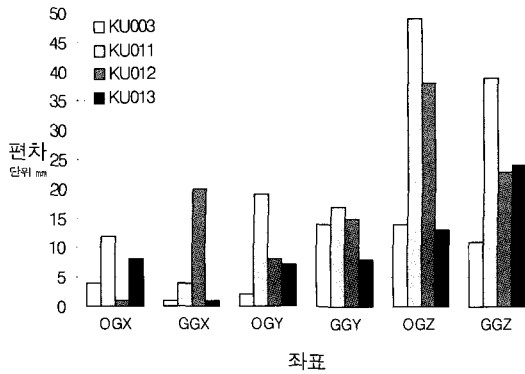


그림 4. 위성측위에 의한 편차 분포

의 낮은 값의 분포를 나타냈다. 그림 4에서 위성 측위에 의한 편차분포 역시 GPS 단일측위와 GPS와 GLONASS의 통합측위의 편차성향이 비슷하게 나타나며 상대적인 비교를 통하여 분석하는 것이 더욱 바람직하다는 것을 알 수 있다.

4.3 장애물 지역에서 측위 및 분석

장애물이 있는 지역에서 RTK 측위는 먼저 토탈스테이션에 대한 기지점의 측위 좌표와 함께 RTK의 결과에 대한 좌표를 비교 분석하였다. 장애물이 있는 지역이란 경기대학교내 산악지역을 뜻하며, 장애물은 나무의 가지와 잎을 뜻한다. 나무 가지와 잎을 통해서 위성 수신에 장애를 받을 때, RTK 측량 시 고정점을 대상으로 3점에 대하여 GPS 단일측위와 GPS와 GLONASS에 대한 통합측위를 비교 하였다.

장애물이 있는 지역에서 RTK 측량은 각 점마다 위성의 상태가 다르므로 숲 속으로 들어가면서 GPS와 GLONASS의 위성의 상황을 고려하여 3점을 획득하였다. 먼저 첫 번째 점은 GPS 위성 6개와 GLONASS의 위성1개가 수신되는 곳(KU021)에 대한 측정을 실시하였고, 그 결과는 표 11에 나타나 있다.

KU022는 GLONASS의 영향이 비교적 적은 지역을 설정하여 측정하였으며 GPS 위성은 6개, GLONASS 위성은 2개가 수신되는 지역에 대한 측정값의 결과는 표 12와 같다. KU023은 GPS의 영향이 비교적 적은 지역을 설정하여 장애물이 있는 지역 역시 절대적인 비교분석 보다는 개인오차와 기계오차의 존재를 인정하고 상대적인 비교분석을 하였다. 토탈스테이션 좌표에 의한 GPS 단일측위와 GPS와 GLONASS의 통합측위에 대한 편차의 분석을 표 13과 같이 비교하였다. 토탈스테이션에 의한 좌표 취득은 기준점 KU001을 기준으로 측정이 이루어 졌다.

표 11. KU021에서의 RTK 측정

위치 (G/GL)	위성의 종류	northing(m)	easting(m)	height(m)
KU 021 (6/1)	Total Station	421872.204	203098.570	95.737
	OG	421872.173	203098.593	95.808
	GG	421872.174	203098.608	95.785

표 12. KU022에서의 RTK 측정

위치 (G/GL)	위성의 종류	northing(m)	easting(m)	height(m)
KU 022 (6/2)	Total Station	421867.074	203108.120	94.614
	OG	421866.981	203108.177	94.568
	GG	421866.998	203108.165	94.588

표 13. 장애물 지역에 대한 좌표 편차

좌표명	위성 종류	Total Station 좌표에 편차		
		N좌표	E좌표	H좌표
KU 021	OG	-31mm	23mm	71mm
	GG	-30mm	38mm	48mm
KU 022	OG	-93mm	57mm	-26mm
	GG	-76mm	45mm	-46mm

토탈스테이션에 대하여 GPS 단일측위와 GPS + GLONASS 통합측위에 대한 상대적인 분석은 GPS 위성이 6개 GLONASS 위성이 1개가 수신인 KU021에서의 N, E, H좌표의 편차 차이는 1mm, 15mm, 23mm이고, GPS 6개 GLONASS 2개의 위성이 수신된 KU022에서는 17mm, 12mm, 20mm로 나타났다.

편차분포는 그림 5에 나타나 있다. 편차분포 경향을 보더라도 KU021이나 KU022는 비슷한 분포로서 값들의 편

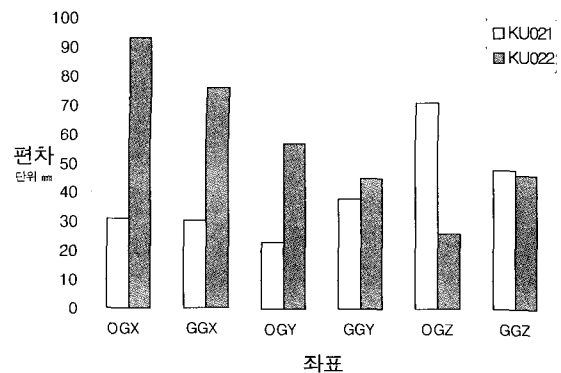


그림 5. 장애물 지역의 편차 분포

차 차이가 크게 나지 않다. 이외의 점들에서는 GPS가 5개 이상 취득되지 않는 점들이 많이 나타났으며, 취득된다 하여도 DOP값이 5를 넘는 경우가 많았다. 이러한 경우 GLONASS와 함께 취득을 한다면 보다 안정적인 값으로 좌표를 취득할 수 있을 것이다.

위의 결과는 RTK에 대한 측정이 모호정수가 고정된 곳을 대상으로 측정하였고, 숲 깊이가 들어가서 모호정수가 고정되지 않은 곳까지 가서 측정을 시도하였다. GPS와 GLONASS의 통합 측정 시에도 모호정수가 고정되지 않았지만 float 상태에서 N, E 평균 10cm 정확도를 보였다. 추가적으로 모호정수가 고정되는데 걸린 시간 역시 GPS 단일측위 시에는 3~5초 정도 시간이 걸렸고, GLONASS와의 통합측위 시에는 2~3초의 시간이 소요됐다.

일반적인 조건에서 GPS 단일측위 시 보다 GPS와 GLONASS의 통합측위시의 결과 값이 소량이나마 좋은 분포와 값을 보였다. 하지만 모든 결과가 그러한 것은 아니고, 일부의 점에서는 단일측위의 값이 더욱 정밀하게 측정이 되었다. 또한 GLONASS의 위성이 지속적으로 측정이 가능한 것도 아니고 하루에 평균 4~5시간만이 수신이 가능하므로 상당히 제한적이다.

5. 결 론

본 연구에서는 GLONASS 위성이 GPS 위성측위에 어떠한 영향을 주는가를 알기 위하여 4가지 유형(유용성, 원시데이터, 기지점, RTK)에 따라 실험측위를 실시하였으며 그 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 2001년 9월 한 달 간 10:00~18:00을 한 시간 간격으로 구분하였을 때(총 248시간), 위성측위에 필요한 최소위성 4개만이 관측되는 시간은 GPS 단일측위 시 11시간이었고, GPS와 GLONASS의 통합측위 시 4시간으로 줄어들었다. 보다 완벽한 RTK 측량을 위해서는 5개 이상의 위성이 필요하다.

2. 원시데이터의 표준편차는 GPS 단일측위의 경우보다 통합측위의 경우에서 N좌표에서는 0.08~1m, E좌표에서는 0.14~1.8m의 정밀도 상승을 보였고, 95% 신뢰도의 구간에서도 단일측위의 경우보다 통합측위의 경우가 N좌표에서 1.4~3m, E좌표에서 3.4~4m의 정밀도가 상승하였다.

3. 기지점 DGPS 측위에서 GLONASS의 영향을 살펴보면 통합측위의 경우 N, E, H좌표의 편차가 2mm, 6mm, 19mm이고, 단일측위의 경우는 N, E, H좌표의 편차가

5mm, 11mm, 30mm로 나타났으며, 통합측위가 더욱 정밀함을 보여주었다.

4. RTK 측정 시 장애물이 없는 지역에서 편차 차이는 E좌표에서는 단일측위가 4개중 3개의 지역에서, N좌표와 H좌표에서는 통합측위가 3개의 지역에서 더욱 정밀하게 나타났다. 장애물이 있는 지역 중 KU021(GPS:6개, GLONASS:1개)의 편차 차이는 N좌표와 H좌표에서는 통합측위가 1mm, 23mm, E좌표에서 단일측위가 15mm 정밀하게 측정되었으며, KU022(GPS:6개, GLONASS:2개)에서는 통합측위가 N좌표에서 17mm, E좌표에서 12mm 정밀한 값을 보여주었고 H좌표에서는 단일측위가 20mm 더욱 정확하게 나타났다.

위의 결과를 바탕으로 GLONASS는 특수한 목적을 갖은 측량이나, 장애물이 있는 RTK 측량 등으로 제한적이거나 보조위성으로서 역할이 가능하리라 기대가 된다. 또한 향후에 발사계획 예정인 위성(Galileo)과의 통합에 대한 영향을 예측, 분석하는데 활용할 수 있으리라 기대된다.

참고문헌

1. 조규전, 표준 측량학, 보성문화사, 1997, pp. 59-90, pp. 435-455.
2. 박운용, 김희규, 광두호, 백기석, "GPS와 GLONASS 결합에 의한 기선 정확도 분석", 2001년 대한토목학회지.
3. 이영진, 차득기, 김홍진, 윤홍식, 김경수, "GPS 측량실무", 대한 측량협회, 1999, pp. 51-65.
4. Alfred Leick, "GLONASS Satellite Surveying", journal of surveying engineering, 1998. 5, pp. 91-99.
5. B.Hofmann-Wellenhof, H Lichenegger, and J. Collins, "Global Positioning System, Theory and Practice", Fourth, revised edition, novographic ing, pp. 346-351.
6. Gunter Seeber, "Satellite Geodesy-Foundation method, and Application", Nalter de Gruyta, Berlin, Newyork, 1993, pp. 209-247.
7. GLONASS CONSTELLATION STATUS, <http://www.rssi.ru/SFCSIC/english.html>
8. GLONASS Interface Control Document(4-th revision, 1998) ICD-98 in, Coordination Scientific Information Center Russia, pp. 15-17.
9. GLONASS / GPS Comparison http://www.oso.chalmers.se~geo/gg_comp.html
10. Javad Positioning System, PINACLE User's Manual, Last revised May 27, 1999, pp. 34-47
11. Javad Positioning System, PC-CDU User's Manual version 1.0, February 28, 1999, pp. 6-9

(2002년 1월 24일 원고접수)