

# DGPS/DGLONASS 조합에 의한 HDOP 변화에 따른 수평위치정확도 분석

## An Analysis of Horizontal Position Accuracy According to Variation of HDOP By the DGPS/DGLONASS Combination

이종출\* · 김희규\*\* · 노태호\*\*\* · 서동주\*\*\*\*

Lee, Jong Chool · Kim, Heu Kyu · Roh, Tae Ho · Seo, Dong Ju

### 1. 서론

오늘날 GPS(Global Positioning System)는 많은 분야에 걸쳐 활용되고 있으며, 그 분야의 범위는 실로 방대하다. 더욱이 1980년대 말 구소련의 GLONASS(GLObal NAVigation Satellite System) 위성이 민간인에게 정보화 자료를 해제하므로 GLONASS에 대한 연구와 GPS/GLONASS 조합에 의한 연구가 활발히 진행되고 있는 실정이다. 하지만, 인공위성을 이용한 측위법은 여러 가지 오차를 포함하고 있지만, 위성의 기하학적 배치가 관측된 위치의 위치정확도를 저하시키는 요소 중의 하나이다.

따라서, 본 연구에서는 DGPS 동적측위법에 의한 측정 중 GLONASS 위성이 추가되었을 경우, HDOP 변화에 의해 발생하는 수평위치의 정확도를 실험적으로 연구하였다.

### 2. GPS/GLONASS 및 DOP

#### 2.1 GPS/GLONASS

NAVSTAR GPS는 1973년부터 미국방부에 의해서 제작된 위성이 발사하는 radio파를 매체로 한 정밀 항법 및 3차원 측위결정의 체계이다. 시스템의 구성은 6개의 궤도에 4개의 위성인 우주부분, 제어국과 추적으로 구성되는 제어부분, 그리고 수신기 등을 포함하는 사용자부분으로 나눌 수 있다.

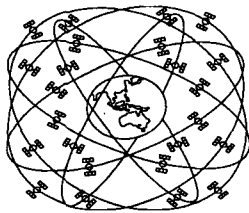


그림 1. GPS의 궤도 및 위성

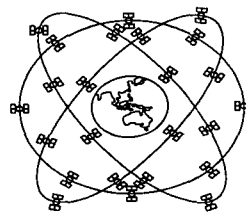
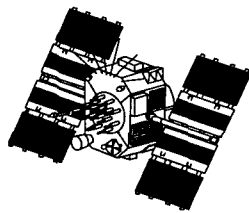
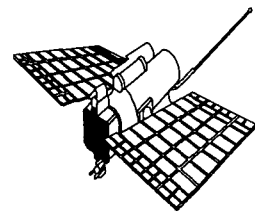


그림 2. GLONASS의 궤도 및 위성



구소련(Soviet Union)에서는 1970년대 이후로 GLONASS라는 이름으로 GPS와 극히 비슷한 항법 시스템을 개발하였다. 1988년 소련은 정보화 자료를 해제하기 시작하였고, 국제적 사용을 위한 시스템으로 제공하였다. GLONASS의 시스템 역시 우주부분, 제어부분 그리고 사용자 부분으로 나눌 수 있다.

\*정회원 · 부경대학교 공과대학 건설공학부 교수 · 공학박사 · 051-620-1449(E-mail:jclee@pine.pknu.ac.kr)  
 \*\*정회원 · 경남정보대학 조형건설학부 토목과 교수 · 공학박사 · 051-320-1305(E-mail:kimhg@kit.ac.kr)  
 \*\*\*정회원 · 부경대학교 대학원 토목공학과 박사과정 · 051-622-1662(E-mail:rth1348@mail1.pknu.ac.kr)  
 \*\*\*\*정회원 · 부경대학교 대학원 토목공학과 박사수료 · 051-622-1662 (E-mail:dpsdj@mail1.pknu.ac.kr)

표 1. GPS와 GLONASS의 비교

Parameter	GPS	GLONASS
No. of satellite	21+3 spares	21+3 spares
No. of orbital planes	6	3
Orbital inclination / Orbit altitude	55° / 20,180km	64.8° / 19,130km
Period of revolution	11hr 58m 40s	11hr 15m 40s
Geodetic datum	WGS 84	SGS 85
System time correction relative to	UTC <sub>(SU)01</sub>	UTC <sub>(SU)1</sub>
Frequency band L1	1.575MHz	1.602~1.615MHz
Frequency band L2	1.228MHz	1.246~1.256MHz
Codes	same for all satellites C/A-code on L1 P-code on L1, L2	different for all satellites C/A-code on L1 P-code on L1, L2

2.2 Post-Processing DGPS/DGLONASS

DGPS는 이미 알고 있는 기지점의 좌표를 이용하여 오차를 최대한 줄여서 이용하기 위한 위치결정 방식으로, 기지점에서 기준국용 GPS 수신기를 설치, 위성을 관측하여 각 위성의 의사거리 보정값을 구하고 이 보정값을 이용하여 이동국용 GPS 수신기의 위치 결정오차를 개선하는 위치 결정방식이다. 이동하는 수신기는 위성 신호의 수신 자료와 시간만 저장하여 기준국은 동시에 보정값들을 계산하여 저장한 후 자료를 보정값을 이용하여 후처리하면 정밀한 위치정보를 획득할 수 있다. 자료는 RINEX(Receiver INdependent EXchange) 표준형식으로 바뀌어서 전송한다.

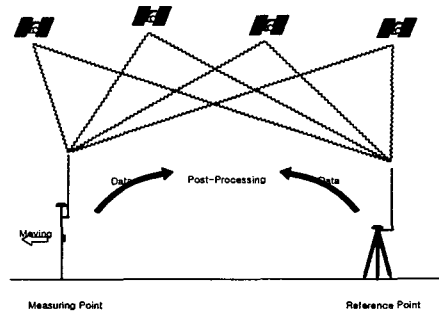


그림 3. Post-Processing DGPS

2.3 DOP(Dilution of Precision)

DOP(Dilution of Precision)이란 관측된 위성들의 상대적인 기하학, 위성배치의 고른 정도가 위치결정에 미치는 오차를 나타내는 무차원의 수를 의미하며, 일반적으로 관측된 위성들간의 공간이 더 많으면 많을수록 수신기에서 결정되는 위치정밀도는 높게 나타난다. DOP의 값은 1을 기준으로 하여 수치가 적을수록 위치결정에 좋은데, 2보다 적은 경우는 매우 우수한 경우이고 2~3 값을 가지면 우수, 4~5 값을 가지면 보통이고 6 이상이 되는 경우는 사용효과가 없는 것으로 알려져 있다. DOP의 종류에는 GDOP(Geometric DOP), PDOP(Position DOP), HDOP(Horizontal DOP), VDOP(Vertical DOP), TDOP(Time DOP)이 있다.

3. 관측 및 분석

3.1 관측대상지역 및 측정시스템

관측대상지역은 대한민국 경상남도 인근의 국도 ○○호선중, 설계도가 입수되어 있는 약 2km의 구간을 선정하여 2002년 2월 5일 관측하였으며, 관측에 사용된 장비의 수신기는 JAVAD 제품으로, 제원은 표 2와 같다. 관측시스템은 관측 대상 도로의 인근에 기지국을 설치하고, 이동국은 그림 4와 같이 관측에 적합하게 차대를 제작하여 도로의 중심선을 사진 1과 같이 입력으로 끌면서 측정하였다.

표 2. 측정장비의 제원

Tracking Specification		
Tracking	Signals Tracked	Measure Mode
40 L1 channels 20 L1+L2 channels GPS/GLONASS (optional)	L1/L2 (L1-C/A & L1/L2 Full Cycle Carrier, P1/P2)	Static, Kinematic RTK, DGPS

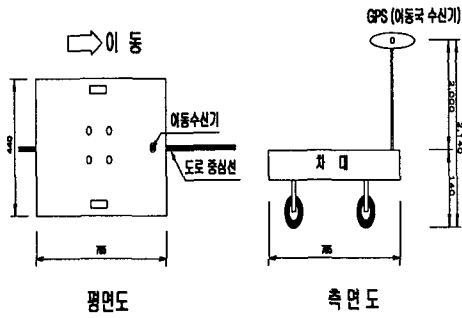


그림 4. 측정시스템의 모습

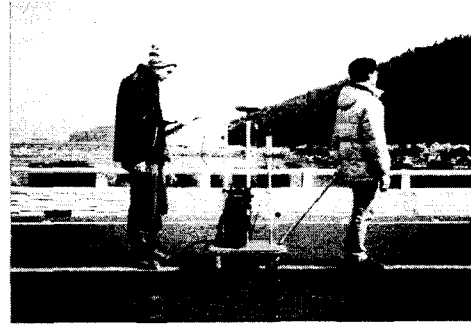


사진 1. 측정 모습

### 3.2 관측결과 및 분석

관측시스템으로 DGPS/DGLONASS 조합에 의한 방법으로, x 도로중심선을 관측한 결과는 표 3과 같이 나타났다. 그리고 이와 같은 관측결과와 비교 방법은 우선 DGPS/DGLONASS 조합에 의한 관측값과 GLONASS의 위성을 제외한 DGPS의 관측값을 추출하였고, 각각의 관측값은 그림 5와 같이 설계제원의 도로중심선을 기준으로 도로중심선에서 수직으로 각각에 나타난 관측값과의 차로서 비교하였다. 분석에 사용된 자료는 도로중심선을 20m씩 간격을 둔 Chain으로 설정하여, 각 5개씩의 자료를 이용하여 비교 분석을 하였다.

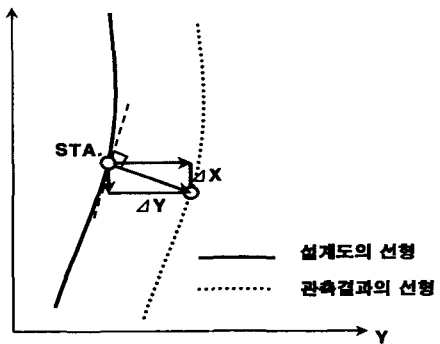


그림 5. 비교방법

표 3. 측정결과

Station	DGPS				DGPS+DGLONASS					
	수평위치오차(m)		HDOP	위성수	수평위치오차(m)		HDOP	위성수		
0 + 260	0.3256	0.2833	2.573	2.576	5	0.1253	2.504	2.504	7(5+2)	
0 + 280	0.2659		2.574		5		0.1358		2.508	7(5+2)
0 + 300	0.2446		2.579		5		0.1146		2.506	7(5+2)
0 + 320	0.2854		2.578		5		0.0921		2.501	7(5+2)
0 + 340	0.2950		2.576		5		0.1203		2.501	7(5+2)
0 + 640	0.1263	0.1152	2.582	2.585	5	0.0887	2.191	2.192	8(5+3)	
0 + 660	0.1154		2.585		5		0.0886		2.191	8(5+3)
0 + 680	0.1325		2.582		5		0.1047		2.196	8(5+3)
0 + 700	0.1259		2.589		5		0.0923		2.191	8(5+3)
0 + 720	0.0759		2.587		5		0.0626		2.191	8(5+3)
0 + 840	0.0916	0.0813	1.327	1.326	6	0.0828	1.216	1.215	9(6+3)	
0 + 860	0.0839		1.325		6		0.0749		1.217	9(6+3)
0 + 880	0.0817		1.326		6		0.0834		1.215	9(6+3)
0 + 900	0.0747		1.326		6		0.1248		1.215	9(6+3)
0 + 920	0.0746		1.326		6		0.0383		1.212	9(6+3)
1 + 140	0.0840	0.0836	1.319	1.319	6	0.0818	1.121	1.122	8(6+2)	
1 + 160	0.0728		1.319		6		0.1002		1.122	8(6+2)
1 + 180	0.0859		1.319		6		0.0807m		1.123	8(6+2)
1 + 200	0.1005		1.318		6		0.0725		1.124	8(6+2)
1 + 220	0.0748		1.320		6		0.0629		1.120	8(6+2)

### 3.3 분석

DGPS/DGLONASS 조합에 의하여 동적측위법으로 관측한 결과, GPS의 위성이 5개이고, GLONASS의 위성이 2개 부가될 경우 약 15.8cm, 3개 부가될 경우 약 2.65cm의 수평위치정확도가 향상됨을 알 수 있었고, GPS의 위성이 6개이고, GLONASS의 위성이 2개 부가될 경우 약 0.15cm, 3개가 부가될 경우 약 0.18cm의 수평위치정확도가 향상됨을 알 수 있었다.

GPS의 위성에 GLONASS의 위성이 1개 부가될 경우 HDOP은 영향을 끼치지 않음을 알 수 있었고, GLONASS 위성이 2개 부가될 경우 0.07~0.1, 3개가 부가될 경우 0.2~0.4 정도의 HDOP이 향상됨을 알 수 있었다. 측정결과를 그림으로 나타내면 그림 6과 같다.

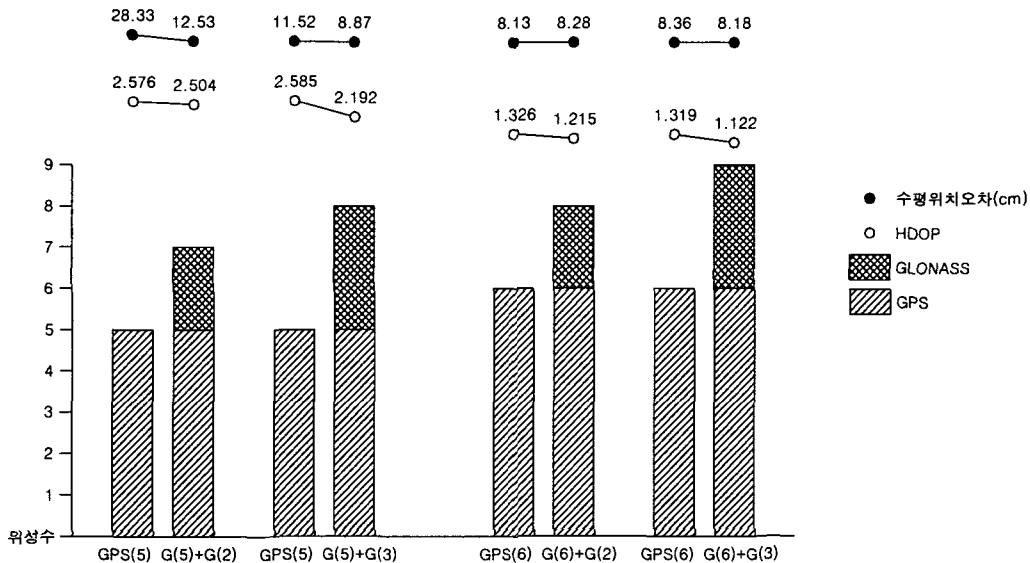


그림 6. 관측 결과

### 4. 결론

본 연구에서 DGPS 동적측위법으로 GPS 위성과 GPS 및 GLONASS 위성의 조합에 의한 HDOP에 의한 수평위치정밀도를 분석한 결과, 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

GPS의 위성에 GLONASS의 위성이 1개 부가될 경우 HDOP은 영향을 끼치지 않음을 알 수 있었고, GPS의 위성이 5개인 경우 GLONASS의 위성이 1개 부가될 경우는 HDOP은 비교적 적게 향상되더라도 수평위치정밀도가 향상됨을 보였으나, GPS의 위성이 6개 이상인 경우에는 GLONASS의 위성이 부가되더라도 수평위치정확도가 크게 향상되지 않음을 알 수 있었다.

따라서 도심지나 GPS의 가시위성의 수가 극히 제한되어 있는 지역의 DGPS 동적측위시 GLONASS 위성의 부가가 수평위치정확도에 향상됨을 알 수 있었다.

### 참고문헌

1. Bradford W. Parkinson, James J. Spilker Jr. Global Positioning System : Theory and Applications Volume I, pp. 192-197.
2. 이종출, 동적 GPS 관측에 의한 도로의 평면선형 분석, 한국측량학회지, 제19권, 제1호, pp. 43-44.
3. 유복모, 측량학 원론( I ), 박영사.
4. 노태호, 장호식, 이종출, RTK GPS/GLONASS 조합에 의한 도로의 평면선형 정확도 분석, 한국지형공간정보학회, 제10권, 제2호, pp. 29-37.