

부산에서의 Differential GPS의 측위정도

이 회 상* · 신 형 일* · 김 기 윤* · 이 대 재*

Accuracies of the Position Fixes by the Differential GPS measured in Pusan

Hi-Sang Lee · Hyeong-Il Shin · Ki-Yun Kim · Dae-Jae Lee

〈目 次〉

Abstract	1. 測位可能衛星과 衛星別 方位 및 仰角變化
I. 緒 論	2. DGPS의 陸上測定精度
II. 實驗裝置 및 方法	3. DGPS의 海上測位精度
1. 實驗裝置	IV. 要 約
2. 測定裝置	參考文獻
III. 結果 및 考察	

Abstract

This study describes the accuracies of position fixes observed by the DGPS system for the purpose of obtaining the utility basic data in the fishery and oceanography observation field.

The circling sail experiments around a reference point using the DGPS were made in water level point of National Fisheries University of Pusan and on the sea in Yongho day located on the southeast of that university.

The main results are as follows ;

1) The number of the usable satellites in position fixing were all eighteen, SV 2, 3, 11-21, 23-26 and SV 28 etc.

Each satellites could be observed for average seven hours a day, and position fixing was found to be always possible except about thirty minutes a day.

2) In the standard fixed position, the radius of 95% probability circle and the shifted distance between the position fixes by the DGPS and true position were respectively 5.7m, 0.9m. In the above case those of ordinary GPS was respectively 48.8m, 54.2m. Therefore, the accuracy of the position fixes by DGPS was shown much higher the ordinary GPS.

* 정회원, 부산수산대학교

3) At land, the shifted distance between the center of traces in the circling sail experiment of 15m radius by DGPS and the reference position amounted to 5.5m and observed radius of circling traces was 17.5m, other than 15m.

At sea, that distance between the center of traces in circling experiment of 20m radius by the DGPS and the reference position amounted to 3.6m and observed radius of circling traces was 19.7m, other than 20m.

Therefore, the utility of the circling experiment to obtain the accurate position fixes by the DGPS was found to be very high.

I. 緒 論

GPS는 전세계적인 항법 시스템으로서 그 測位精度가 매우 높아, 많은 船舶에서 사용하고 있는데, 현재에는 원래 계획했던 18개의 항해위성이 거의 모두 정상적으로 가동되어 하루종일 3次元 測位가 가능하다.

그러나, 이 시스템에 의한 선위에는 위성의 시계오차(clock error), 궤도예측오차, 전리층에서의 電波의 傳播遲延 등에 기인하는 오차를 내포하게 되고, 특히 개발국인 미국에서 자국의 안전보장의 관점에서 고의로 時計의 정도를 떨어뜨리는 利用制限(Selective Availability, SA)을 실시하고 있어 한시적으로 큰 오차가 유발되고 있다.

최근 이러한 오차를 줄이기 위해 진위치를 알고 있는 고정점에 있어서의 위치오차를 구하고, 그 오차를 기준으로 하여 항법시스템의 정도를 개선하는 差等方式에 대한 연구가 진행되고 있다. 이에 관한 研究로는, Kremer,¹⁾ Tolman²⁾ 등의 DGPS(Differential GPS)의 위치에 대한 SA의 효과, Ott,³⁾ Kee⁴⁾ 등의 DGPS의 이용 범위 확대, Berser,⁵⁾ Tang⁶⁾ 등의 다중 육상기준점에 의한 DGPS의 수정, Sennott⁷⁾ 등의 DGPS의 이온층에 대한 특성, Fiereide⁸⁾의 DGPS의 개념 등이 있다.

GPS를 어업이나 水路業務에 이용하려는 研究로는 増島,⁹⁾ 林,¹⁰⁾ 奥田,¹¹⁾ 福島¹²⁾ 등의 研究가 있으나 DGPS의 이러한 利用에 대한 研究는 현재 進行중에 있으며, 국내에서는 거의 없다.

본 研究는 DGPS의 方式을 漁撈 및 海洋觀測에

이용할 기초자료를 얻기 위하여 그 시스템을 구성해 1992년 10월부터 1993년 4월까지 부산수산대학교 기준점에서 測位精度에 대한 실험을 행하였고, 또 용호만에서 旋回實驗을 행하여 그 유용성에 대하여 檢討·分析하였다.

II. 實驗裝置 및 方法

1. 實驗裝置

本 實驗에 사용한 DGPS의 시스템의 Block diagram은 Fig. 1과 같고, 計測機器 개요는 Table 1과 같다.

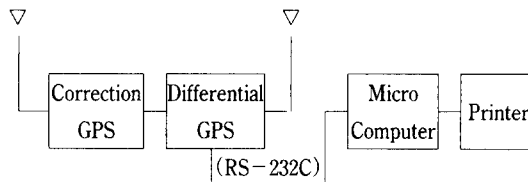


Fig. 1. Block diagram of DGPS system.

實驗裝置의 作動概要는 Fig. 1에서 correction GPS의 Antenna를 眞位置가 측량되어 있는 부산수산대학교 기준점(35°07'.768N, 129°06'.489E)에 설치하고 correction GPS로서 측위정보를 수신하면 그것에 내장되어 있는 Navigation-processor에서 진위치와 correction GPS에서 측정된 위치 사이에 시시각각으로 발생하는 각 위성별 疑似距離(Pseudo range)의 차를 매초마다 산출하여 DGPS에 송신한다.

Table 1. Specification for the experimental devices

Species	Items	Specification
CorBrection GPS (Differential GPS)	Model	XR4
	Receiver	2 channel C/A code
	Aaccuracy	15 meters RMS(PDOP<3)
	Satellites	UP to 8 satellites tracked (4 per channel)
	Display type	Liquid crystal(LCD)
	Interface Output	Printer(110 or 300 baud)
Micro Computer	Model	Notebook computer NP-902
	Microprocessor	80C 286-12
	CPU speed	16/12/8/6 MHz
	System ROM	64 MB
	Videodisplay	640×480 LCD
	Power input	12VDC, Nicad battery
Printer	Head Pin	LX-800 24pin
	Interface	RS-232C serial

DGPS에서는 correction GPS에서 보내온 각 위성별 疑似距離의 차를 수신하여 그것을 현재 선 위측정에 이용하고 있는 각각의 위성에 대한 疑似距離에 가감하여 위치의 보정을 행한다. 이렇게 하여 산출된 위치의 정보는 NMEA 183의 Format에 실려서 RS-232C의 Interface를 통해 출력된다.

본 연구에서는 현장에서 DGPS의 RS-232C Interface에서 출력되는 정보를 Micro-Computer로써 수신하여 Floppy-Disk에 수록하고, 후일 실험실에서 그것을 재생하여 위치의 정도를 분석, 검토하였는데, 정보의 수신에는 Communication-Software "TELIX"를 이용하였다.

DGPS에서 출력되는 정보의 내용은 Table 2와 같다. Table 2에서 알 수 있는 바와 같이 DGPS에서는 시간, 위치, 위성의 번호와 방위 및 고도, 위치오차, 침로와 속력 등의 많은 정보가 출력되는 데, 본 연구에서는 이들 중에서 주로 위치오차에 관한 정보만을 검토 대상으로 하였다.

2. 測定方法

1) 陸上測定

육상에서 안테나의 불규칙적인 동요가 없는 상황에서 DGPS의 測位精度를 고찰하기 위하여 1992년 10월 24일부터 1992년 10월 29일까지 부산수산대학교의 운동장에서 선회실험을 행하였다.

본 실험에서는 본 대학교 내에 설치된 기준점을 진위치로 하였고, 또 실험을 행한 운동장에 설정한 고정점의 위치는 교내 기준점을 전위하여 구하였다. 실험은 먼저 본 대학 운동장의 고정점에 correction GPS의 안테나를 설치하여, 이것을 기점으로 DGPS의 안테나를 半徑 15m의 거리가 유지되도록 선회시키면서 위치정보를 매초마다 수록하고, 그것을 분석하여 correction GPS(original GPS)와 DGPS의 測定精度의 차이를 比較·分析하였다.

Table 2. A data sheet of the positioning information received from DGPS.

Items	Data
SGPGGA	100720.98,3507.757,N,12906.471,E,2,04, 73.4,M,22.1,M,001.,0202
SPOLYG	M,2,12,20,21,26,,,,,,,,,0006,0005,0004
SGPBWR	100720,0000.000,N,0000.000,E,254,T,,, 999.99,N,001
SGPV TG	076,T,,,000.1,N,000.2,K
SGPXTE	A,A,0.20,R,N
SGPZDA	100721,24,10,1992,
SGPRMC	100721,24,10,1992,
SGPZDA	100721,A,3507.757,N,12906.471,E,000.1,076,241092,00.00,E*6B
SGPRMB	A,0,20,R,N,V,V,254,M,001
SGPABA	A,A,0.20,R,N,V,V,254,M,001
SGPAPB	A,A,0.20,R,N,V,V,254,M,001,254,T,,

2) 海上測定

漁業과 海洋觀測分野에의 응용을 위한 海上實驗은 1992년 12월부터 1993년 4월까지 부산수산대학교에 인접하고 있는 용호만 해상에서 실시하였는데, 실험해역에 있어서의 기준점은 동국제강의 북쪽 끝단의 안벽 모서리점에서 전위하여 설정하였다. 해상실험에서는 correction GPS의 안테나를 수심이 3m인 해상의 고정점(35°07'. 8 7 7 N, 129°06'768E)에 쇠파이프를 박아 그위에 장치하였고, DGPS의 안테나는 實驗船의 마스트에 고정하였다.

본 실험선에 correction GPS, DGPS, Micro-Computer, 배터리 등을 탑재하고, correction GPS 안테나를 중심으로 반경 20m의 旋回實驗을 행하면서 시시각각으로 변하는 위치의 정보를 연속적으로 수록하였다.

실험당시의 해상조건은 Table 3과 같으며 실험선의 제원은 Table 4와 같다.

Table 3. Trial condition of the sea

Trial sea	Depth	Wind force	Drift	Wind direction	VSVY	current	Speed
Yongho Bay	3.0m	0	0	SW	Fair		0

Table 4. Principal dimensions of experimental boat

Name of boat	Material of hull	Tonnage (G/T)	LOA (m)	BMd (m)	Dmd (m)	Main engine (HP)	Max.speed (Kt)
Chung Yong	Wooden	1.5	6.5	2.0	0.6	10.0	2.7

III. 結果 및 考察

1. 測定可能衛星과 衛星別 方位 및 仰角變化

DGPS의 측위정도를 측정할 당시의 기준점(35°07'.768N, 129°06'489E)에 있어서 각 위성(SV)에 대한 時刻帶別 측정가능 時間範圍는 Fig. 2와 같다.

Fig. 2에서 측정가능한 위성은 SV 2, 3, 11~21, 23~26 및 SV 28 등 모두 18개로서, 각 위성은 하루 평균 7시간의 관측이 가능하였고, 또 연속

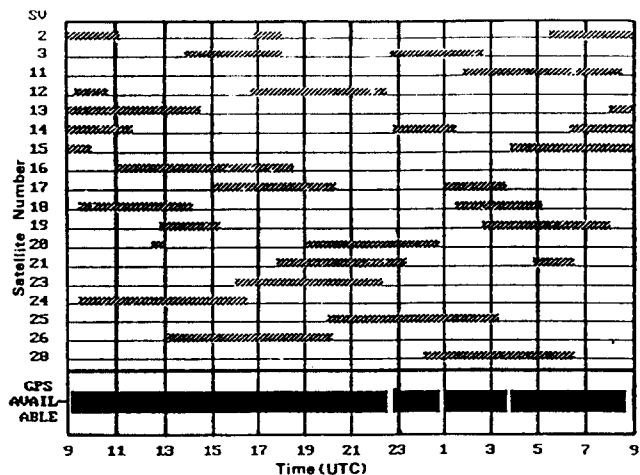


Fig. 2. Satellite visibility and GPS Position availability forecast.

적으로 관측이 가능한 시간은 최대 7시간 20분 정도였다. 하루중 약 30분을 제외하고는 이들 위성의 조합에 의한 측위가 가능함을 알 수 있었다.

Fig. 2에 나타낸 위성들의 각 위성별 방위와 양각변화를 측자의 천정을 중심으로 극좌표로 나타내면 Fig. 3과 같다. Fig. 3에서 관측지점에서 위치결정에 이용된 衛星은 SV 17, 21, 23, 26이었고, SV 17, 21, 23은 북서쪽으로 상승하여 측자의 천정부근을 통과한 후 남쪽으로 하강하는 경향을 나타내었으며, SV 26은 동쪽에서 상승하여 측자의 천정을 통과하여 남쪽으로 하강하는 경향을 나타내었다. 따라서, 측위의 정도는 위성의 조합과 위성의 방위 및 고도의 변화 상태에 따라 변동할 것으로 생각된다.

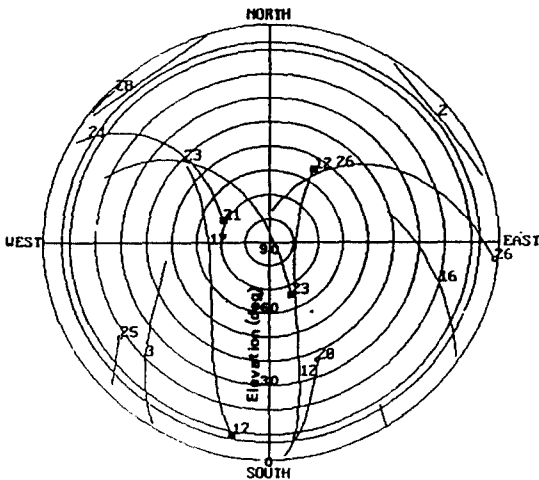


Fig. 3. Azimuth and elevation sky map of visible satellites. Bared numerals are satellite numbers.

2. DGPS의 陸上測定精度

부산수산대학교 대운동장의 기준점(35°07'.768 N, 129°06'.489E)을 중심으로 반경 15m의 旋回實驗을 행하여 얻은 DGPS에 의한 선회체적의 결과는 Fig. 4와 같다. Fig. 4에서 측정 선회체적의 중심은 실제 선회체적의 중심으로 부터 동쪽으로 5.

5m, 또 북쪽으로 0.2m 정도 편위되었다. 따라서, 이와같은 선회실험을 통하여 측정된 체적 상호간의 중심의 차이로 부터 추정한 DGPS의 측위 오차는 약 5.5m였다. 한편, 측정 선회체적의 반경은 약 17.5m로서, 이 값은 실제 선회체적의 반경 15m보다 약 2.5m크다. 즉 실제와 측정 선회체적의 중심과 반경으로부터 구한 오차는 거의 비슷한 경향을 나타내고 있음을 알 수 있었다.

또한, Fig. 4에서 ordinary GPS로써 선회체적을 측정된 결과 측정 선회체적의 중심이 기준으로 부터 서쪽으로 약 47.1m 정도 편위되어 실제의 선회체적과 큰 차이를 나타내고 있는 것을 알 수 있었다.

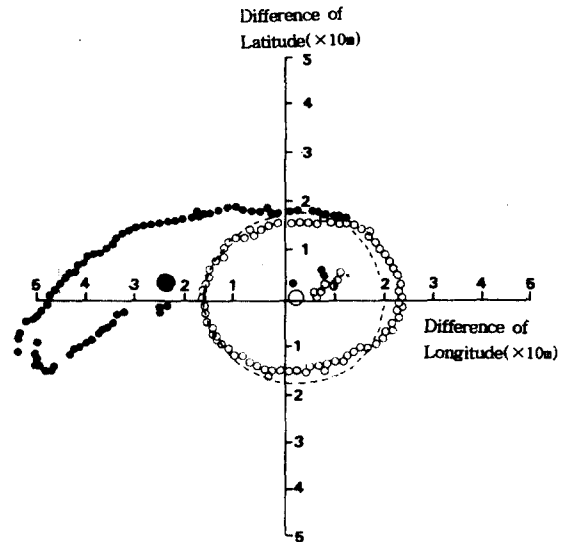


Fig. 4. Trace of Circling experiment on 15m radius by the DGPS and the ordinary GPS at land.

- : Traces of the DGPS
- : Traces of the ordinary GPS
- : Geometrical circle of 15m radius

이러한 두 시스템의 位置精度를 서로 비교하기 위해 기준점의 위치에서 DGPS와 ordinary GPS로써 연속 관측한 결과는 Fig. 5와 같다. Fig. 5에서 DGPS의 95% 확률원의 반경과 그 편위거리는 각

각 5.7m, 0.9m였다. 그러나, ordinary GPS에 대한 95% 확률원의 반경과 그 편위거리는 각각 48.8m, 54.2m로서 DGPS의 위치정도가 매우 높은 것으로 나타났다. 따라서, 漁業分野나 海洋觀測에 GPS를 응용하는 경우에 있어서는 DGPS를 이용하는 것이 더욱 효과적이라고 생각된다.

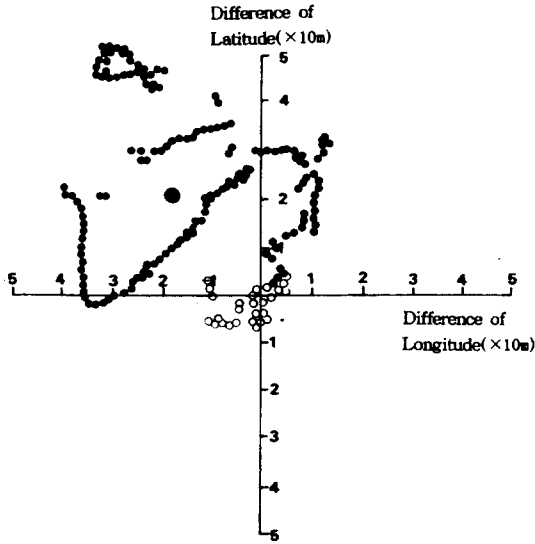


Fig. 5. Trace of Circling experiment on 20m radius by the DGPS and the ordinary GPS at sea.

- : Traces of the DGPS
- : Traces of the ordinary GPS

3. DGPS의 海上測位精度

1992년 10월부터 1993년 4월중에 부산수산대학교 남동쪽 용호만 해상에서의 기준점(35°07'.877 N, 129°06'768E)에 correction GPS의 안테나를 설치하고, 약 20m의 반경으로 선속 약 2.7 노트로서 30회 이상 선회하면서 측정된 DGPS의 위치를 나타낸 결과는 Fig. 6과 같다. Fig. 6에서는 실험선이 불규칙하게 선회함으로써 발생하는 위치의 급작스런 변동을 제거하기 위하여 선회반경 19m부터 21m의 범위에 대하여 측정위치를 필터링하여 나타내었다.

Fig. 6에서 측정 선회궤적의 중심은 실제 선회궤적의 중심(기준점)으로 부터 동쪽으로 3.6m 정도 편위되어 있음을 알 수 있었다. 한편, 측정 선회궤적의 평균 반경은 약 19.7m로써, 이 값은 실제 선회궤적의 반경 20m보다 약 0.3m 적었다.

또한, ordinary GPS로써 측정한 선회궤적은 Fig. 6에서 알 수 있는 바와 같이 측정 선회궤적의 형상은 실제의 그것과 매우 다른 결과를 나타내었으며, 또 그 평균 편위거리는 21.7m, 선회반경은 27.9m를 나타내어 DGPS의 그것과는 큰 차이를 나타내었다. 따라서, 海上에서의 측위정도 역시 DGPS를 이용하여야만 그 정도를 높일 수 있음을 알 수 있었다.

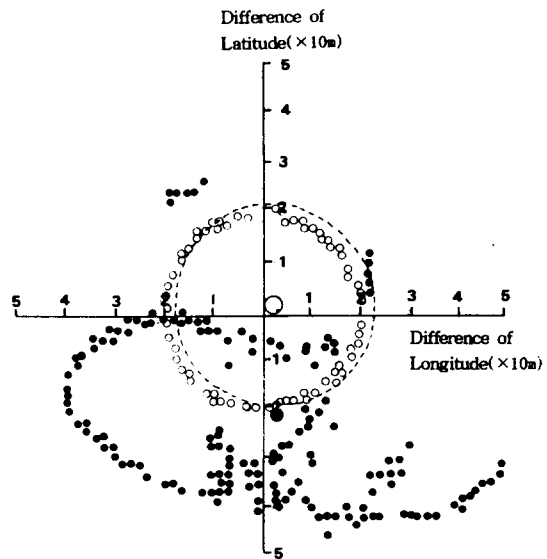


Fig. 6. Comparison of the position fixes by DGPS with those by the ordinary GPS at the standard position.

- : Traces of the DGPS
- : Traces of the ordinary GPS
- : Geomtery circle of 20m radius

IV. 要 約

DGPS 시스템을 구성하여, 부산수산대학교내에

정한 기준점을 진위치로 하는 육상 선회실험과 동 대학교 용호만에서의 해상 선회실험의 결과로부터 DGPS 시스템의 유용성에 대하여 검토한 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 測位基準點에서의 측정 가능한 위성은 SV 2, 3, 11~21, 23~26 및 SV 28 등 모두 18개였으며, 각 위성은 하루 평균 7시간 정도 관측이 가능하였고, 또 하루중 약 30분을 제외하고는 측위가 가능함을 알 수 있었다.

2. 測位基準點에서의 DGPS의 95% 확률원의 반경과 편위 거리는 각각 5.7m, 0.9m였고, ordinary GPS의 그 값은 각각 48.8m, 54.2m로서 DGPS의 측위정도가 더욱 높은 것을 알 수 있었다.

3. 육상에서 실 선회케지의 반경을 15m로 하여 측정된 DGPS의 선회케지의 중심과 기준점과의 편위거리는 5.5m였고, 또 측정 선회케지의 반경은 17.5m였다. 해상에서는 실 선회케지의 반경을 20m로 하여 측정된 DGPS의 선회케지의 중심과 기준점과의 편위거리는 3.6m였고, 측정 선회케지의 반경은 19.7m였다. DGPS에 의한 선회실험을 행하여 선위를 구하면 선위의 정도를 쉽게 판별할 수 있음을 알 수 있었다.

參 考 文 獻

- 1) Gregory T. Kremer Rudolph M. kalafus · Peter V. W. Loomis · and James C. Reynolds (1989) : The Effect of Selective Availability on DGPS correcons. The Institute of navigation Proceeddings of IONGPS-90 September, 307-312.
- 2) Brain W. Tolman · James R · Clynch · David S. Coco V and Mark P. Leach(1990) : The Effect of Selective Avalability on Differential GPS. The Institute of Navigation Proceedings of IONGPS-90, September 578-568.
- 3) L. E. Ott(1989) : Long Baseline DGPS Resu-
Its via Starfix Data link. The Institute of Navigation Proceedings of IONGPS-90, September 313-318.
- 4) Changdong Kee(1990) : Wide Area Differential GPS. The Institute of Navigation Proceedings of IONGPS-90, Setember, 587-598.
- 5) Jacques Baser(1989) : On the Use of DGPS Corretion at the Ground Transmitters. The Institute of Navigation Proceedings of IONGPS-90. Setember, 349-358.
- 6) Wang Tang(1989) : DGPS Operation with Multiple Ground Reference Stations. The Institute of Navigation Proceedings of IONGPS-90, Setmber, 319-324.
- 7) J. W. Sennott and D. Pietraszewski(1987) : Experimental Measurment and Characterization of Ionospheric and Multipath Errors in Differential GPS. JIN, Navigation Vol. 34, No. 2, 160-173.
- 8) H. Fjereide(1986) : Diffstar : A Concept for Differential in GPS Northern Norway. JIN, Navigation Vol. 33, No. 4, 284-294.
- 9) G. Nard, J. Broustal and grounon, R(1989) : Real Time Differential GPS and Postprocessed Accurate Trajectories Recovery. The Institute of Navigation, Proceedings of IONGPS-89, 325-332.
- 10) 增島廣明 · 花房元顯 · 河内尚 · 佐藤志郎 · 菊岡仁(1991) : GPSの利用について. 日本航海學會, 航海 109號, 8-16.
- 11) 林忠夫(1991) : 漁撈におけるGPS利用, 日本航海學會, 航海 111號, 19-29.
- 12) 奥田成幸 · 岡本庚裕(1991) : 挾水道におけるGPSの受信狀況. 日本航海學會, 航海 111號, 9-18.
- 13) 福島登志夫(1989) : GPSと水路業務. 日本航海學會. 航海 102號, 13-16.