

교회법을 이용한 해양 등부표 위치결정

Position of Light Buoy Using Method of Intersection

이종출¹⁾ · 김차겸²⁾ · 장호식³⁾ · 박종민⁴⁾ · 김세준⁵⁾

Lee, Jong Chool · Kim, Cha Kyum · Jang, Ho Sik · Park, Jong Min · Kim, Se Jun

¹⁾ 부경대학교 공과대학 건설공학부 교수(E-mail:jclee@pknu.ac.kr)

²⁾ 남해전문대학 토목환경시스템과 교수(E-mail:kick@namhae.ac.kr)

³⁾ 남해전문대학 토목환경시스템과 초빙교수(E-mail:gpsjhs@namhae.ac.kr)

⁴⁾ 한진중공업 건설본부 과장(E-mail:jmp6901@yahoo.com)

⁵⁾ 부경대학교 대학원 토목공학과 석사과정(E-mail:id324@mail1.pknu.ac.kr)

Abstract

Harbor and bay is essential social overhead capital to our country economy national security. This harbor and bay is ever-present danger of marine accident by massed sea traffic discharge. A nautical mark in sea maintains safety of sea traffic and establishes in sea for increase of efficiency of ship service to prevent this sea accident.

In this study, position of light buoy that establish for safety of harbor and bay that decided adjacent district along the coast base point by utilization method of intersection and evaluated and compares with DGPS measurement techniques.

1. 서론

국가 경제는 세계무역순위 13위로의 성장과 더불어 해양경제가 활발하게 이루지고 있다. 특히 항만은 수출입화물의 98% 이상의 선적·양화가 이루어지는 곳으로 우리나라 경제안보에 필수적인 사회 간접시설이다. 이러한 항만은 한정된 공간에서의 밀집된 해상교통량으로 해난사고 발생위험이 상존하고 있으며, 항만내에서 대형사고가 발생할 경우 항만의 기능이 장시간 마비되는 등 그 피해는 막대하다. 이런 해상 사고를 방지하기 위하여 해상에서의 항로표지는 해상교통의 안전을 도모하고 선박운항의 능률증진을 위하여 인위적으로 항해지표를 설정하는 시설을 말하며, 등광, 형상, 색채, 음향, 전파 등의 수단에 의하여 항, 만, 해협, 영해, 배타적 경제수역 및 내수면에 시설하게 된다. 이중 연안에 많이 설치되어 있는 등부표는 선박에게 암초나 수심이 얇은 곳(Shoal) 등의 장애물의 존재나 항로를 표시하기 위하여 해저에 침추(Sinker)를 설치하여 해면상에 뜨게한 구조물로서 야간에는 등화(Lights)를 발하여 선박이 안전하게 운행 할 수 있는 역할을 한다. 이런 역할상 등부표의 위치는 항만을 운행하는 선박에게 매우 중요한 정보를 제공하고 있으므로 매우 중요한 요소가 된다.

따라서, 본 논문에서는 항만의 안전을 위하여 설치한 등부표의 위치를 근해연안의 기준점을 이용 교회법으로 결정 하였으며, 이를 기존 DGPS 측정기법과 비교·분석하여 정확도를 평가하였다.

2. 이론적 고찰

2.1 교회법

교회법은 2개 이상의 방향선을 교차시켜 도상에 지상점의 위치를 결정하는 방법이다. 측량방법은 전방교회법, 측방교회법, 후방교회법이 있다.

3.1.1 전방교회법

2개 이상의 기지점에서 미지점을 시준하여 방향선을 교차시킴으로써 미지점의 위치를 결정하는 방법이다. 구하고자 하는 미지점과의 사이에 장애물이 있어서 직접 거리를 관측할 수 없거나, 원거리의 지형물을 측량하는 경우에 특히 편리하지만 표정을 정확히 하지 않으면 정도가 극히 저하된다

3.1.2 측방교회법

이 방법은 전방교회법 달리, 미지의 점에 설치한 측정 기계의 위치를 기지점에서의 방향선을 이용해서 도상에 결정하는 방법이며, 방향선만으로 미지점을 결정하기 때문에 여러 기지점을 시준해서 검사를 하는 것이 필요하다.

3.1.3 후방교회법

이미 알고 있는 위치와 일치하는 지점에서 지상의 기지 점 3개에 대하여 기지방향으로 서로 교차시킴으로써 공간 위치를 결정하는 방법이다.

3.2 DGPS이론

근접한 두 개의 GPS 수신기가 같은 위성으로부터 신호를 받아 자신의 위치를 계산할 때 각 수신기의 고유오차와 더불어 공통적인 오차가 있는데, 이 중 오차를 제거하여 보다 정확하게 위치측정을 한다는 것이 DGPS의 기본 개념이다. 이 과정을 단계적으로 설명하면 그림 1과 같이 나타낸다.

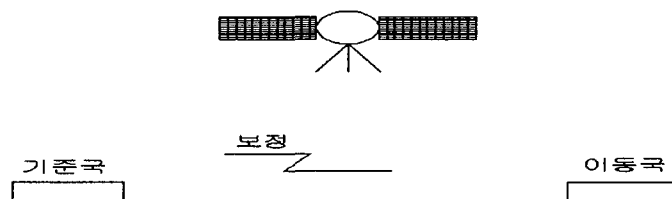


그림 1 DGPS 원리

- (1) 위성의 관측성이 좋은 열린 공간상에 정확하게 측지하여 기준국(reference station) 역할을 할 GPS 수신기를 설치한 후, GPS 위성에서 신호를 받아 수신기로 계산된 위치를 자신의 위치와 비교하여 보정오차(differential correction error)를 계산한다.
- (2) 계산된 보정오차를 주변의 사용자 수신기에 일정한 형식에 맞추어 전송한다.
- (3) 사용자는 자신의 수신기에서 계산된 위치값에 수신된 보정오차를 적용하여 두 수신기 간의 공통오차를 제거함으로써, 단독 GPS의 경우보다 정확한 위치를 계산한다.

3. 관측 및 결과 분석

3.1 관측대상지역 및 장비제원

실험대상지역은 부산광역시 신 감만부두 인접해상에 설치되어 있는 5개의 등부표를 실험 대상으로 선정하였다. 비교적 연안에서 시준하기 쉬운 곳을 택하였으며 선박의 운행이 빈번하여 등부표의 필요성이 아주 높은 지역이다. 관측에 사용된 장비는 JAVA사에서 제조한 Legacy-H GPS로 L1/L2 C/A코드와 P코드 및 반송파 위상을 수신할 수 있다. 장비의 형상 및 제원은 그림 2와 표 1에서 나타낸 것과 같다.

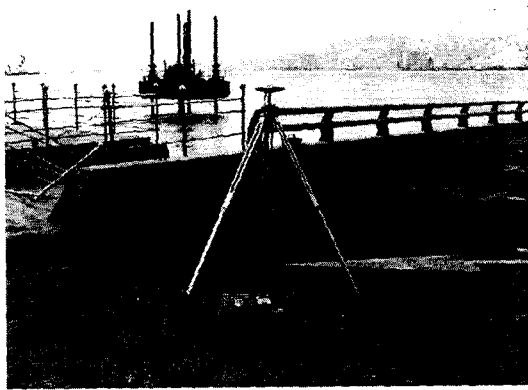


그림. 2 GPS관측장비

표. 1 GPS 제원

Receiver	Legacy-H	
Channel	20 Channel	GPS L1, GPS L1/L2
Signal	GPS L1/L2 (L1-C/A와 L1/L2-Full Cycle Carrier Phase, P1/P2)	
Accuracy	Vertical	3mm + 1ppm
	Horizontal	5mm + 1ppm

교회법을 이용하여 등부표 측정시 TOPCON사에서 제조한 GTS-702모델을 사용하였으며, 그 형상과 제원은 그림 3과 표2와 같다.

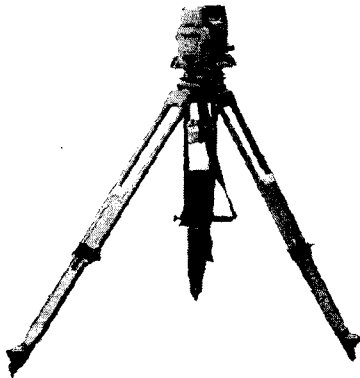


그림. 3 토탈스테이션

표. 2 Total station 제원

Equipment Name		GTS 701
Distance	1 prism	2,400m
	2 prism	3,100m
	3 prism	3,700m
	Accuracy	±(2mm+2ppm)
Angle	Min reading	0.5" ~ 1.0"
	Angle	
	Accuracy	2"

3.2 실험 방법

대상연안의 지상기준점에서 정밀한 측정을 위하여 대상연안 근처의 국가기준점 Δ309와 Δ422를 이용하여 대상지역내에 2개의 보조점을 설치하고 전방교회법을 이용하여 5개의 등부표의 위치를 측정하였다. 또한 비교 검증을 위하여 각각의 부표를 DGPS를 이용하여 지상측량을 동시에 수행하였다.

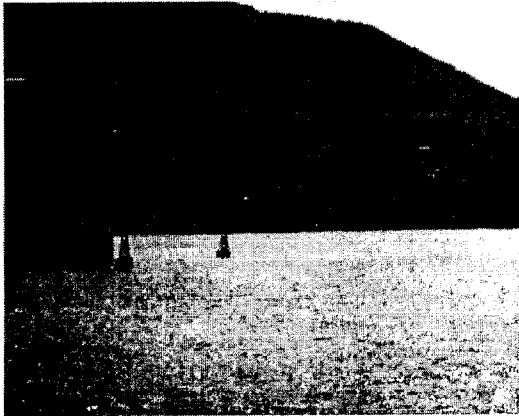


그림 4 대상 등부표

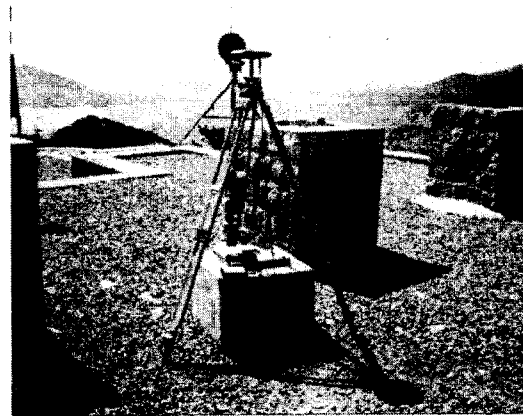


그림 5 DGPS 지상기준점

3.2 결과 분석

본 연구에서는 교회법에 의한 정도를 비교하기 위해 항로표지 이설 위치도의 등부표 위치를 참조점으로 하여 Total station을 이용한 교회법과 DGPS 측정을 총10회 수행하였고 그 결과 평균 X, Y의 좌표는 다음 표 4와 표 5와 같다.

표. 4 교회법 측정결과

관측등부표 No.	측정 결과	
	X(m)	Y(m)
1	178167.2105	206452.3821
2	178229.1711	206341.3501
3	178094.8452	206414.8835
4	178178.2320	206274.7910
5	178340.5752	206216.7615

표. 5 DGPS 측정 결과

관측등부표 No.	측정 결과	
	X(m)	Y(m)
1	178157.8619	206457.141
2	178247.2516	206335.6459
3	178082.6175	206402.8141
4	178151.682	206281.2625
5	178333.5029	206214.4948

비교결과 교회법 측정의 RMSE는 X축으로 12.8196m Y축으로 6.2327m 나타났으며 DGPS 측정결과는 X축으로 2.4383m Y축으로 3.0013m로 나타났다. 표 5는 교회법과 DGPS의 위치 측정값을 참조값과 비교하여 얻어진 X, Y축의 오차를 나타낸다.

표 6 참조점과 비교 오차 결과

등부표 No.	참조점과 교회법의 위치오차		참조점과 DGPS의 위치오차	
	X	Y	X	Y
1	-11.0635	4.7809	-1.7149	0.22
2	14.2589	-6.1951	-3.8216	-0.4909
3	-13.4562	9.2488	0.3405	1.9709
4	-15.5074	-6.5031	18.55	1.5285
5	-9.8712	-3.9035	-2.7989	-1.3368
RMSE	±12.9977	±6.3916	±8.5976	±1.2881

4. 결 론

본 연구에서는 근해연안에서 교회법을 이용하여 등부표의 위치를 측정한 결과와 DGPS를 통하여 획득한 위치 결과를 비교 분석함으로써 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 기존의 측정방법보다 경제적, 시간적으로 효율적이었으며, 또한 직접 접근하지 않고서도 등부표의 위치를 측정할 수 있었다. 또한 한번 설치된 지상기준점은 항만 주위의 부표 및 구조물을 측정하는데 유용한 역할을 할 것이라 예상된다.
2. 교회법 측정방법의 결과 RMSE이는 X좌표 12.9977m, Y좌표6.3919m로 나왔으며,이 측정값은 해양측량에 있어서 허용 오차를 만족하였다.
3. 현재 항만에 밀집된 여러 구조물과 부표등을 연안의 지상기준점을 이용하여 신속히 측정하여 항만 교통안전에 있어 크게 기여할 것이라 판단되며, 향후 해양GIS와 연계하여 통합적인 등부표관리 체계에 기여할 것이라 판단된다.

참고문헌

- 해양수산부 (2000), 항로표지기능 및 규격에 관한 규정, 제15호
- 장호식(2000), GPS 위성수에 따른 거리별 측위시간 결정, 부경대학교 대학원 토목공학과 석사학위
- 최윤수(2002), 해양기본지리정보 구축에 관한 연구, 한국측량학회지학회논문집, 제20권 제3호, pp.283-291.
- 장호식, 서동주, 이종출(2003), 비측량용 디지털 비디오카메라를 이용한 문화재 3차원 해석, 한국지형공간정보학회논문집, 제11권 제4호, pp.13-19.
- Barry F and S. J. Glenn Bird(1996), Principles and Application pp.159-206.