
위성기반 보강시스템 기준국 후보지의 환경 분석

한영훈* · 박슬기* · 이상현* · 박상현*

*한국해양과학기술원 부설 선박해양플랜트연구소

An Environmental Analysis of Candidate SBAS Reference Station

Younghoon Han* · Sul Gee Park* · Sangheon Lee* · Sang Hyun Park*

*Korea Research Institute of Ships and Ocean Engineering

E-mail : yhhan@kriso.re.kr

요 약

위성기반 보강시스템은 위성항법시스템 사용자의 측위 정확도를 향상 시킬 수 있는 보정정보를 위성을 이용하여 방송하는 시스템으로, 특히 항행분야에서 많이 활용되고 있다. 위성기반 보강시스템을 항행분야에서 활용하기 위해서는 정확성뿐만 아니라 무결성, 지속성, 가용성, 서비스 영역 등의 요구사항을 만족해야한다. 기준국은 보정정보 생성을 위한 측정치를 수집하는 기반 시스템으로서, 기준국의 환경, 위치, 분포 등은 위성기반 보강시스템의 성능을 결정하는 중요한 요소이다. 따라서 위성기반 보강시스템의 기준국 선정을 위해서는 사이트 조사를 통한 환경 분석이 필수적이다. 본 논문에서는 우리나라 해양수산부에서 운영 중인 NDGPS 기준국을 위성기반 보강시스템의 기준국으로 공동 활용한다는 전제하에 NDGPS 기준국 사이트 중 일부의 환경 분석을 수행한다. 기준국 환경 분석은 GPS 위성의 가시성과 전파환경에 대하여 분석하며, 이로부터 기준국 사이트 조사를 위한 간략한 절차와 요구사항을 제시한다.

ABSTRACT

SBAS(Satellite Based Augmentation System) broadcasts the correction message based on satellite communication to improve the positioning accuracy of GNSS user. For this reason, SBAS is actively being utilized on navigation part. To apply SBAS to navigation part, it should satisfy not only accuracy but also integrity, continuity, availability, coverage requirements and so on. Since SBAS reference station is the base infrastructure of SBAS, it is the main factor to determine the environment, position, and geometry of reference stations to achieve SBAS service performance. Therefore, a site environmental analysis should be performed prior to the selection of SBAS reference station. In this paper, it performs the environmental analysis of NDGPS(Nationwide Differential GPS) reference station sites on the premise that SBAS reference station will be co-operated in the same site of NDGPS operated by MOF(Ministry of Oceans and Fisheries). The environmental analysis is conducted as carrying out the visibility analysis of GPS satellite and interference analysis. This paper also presents the brief procedures and requirements for site survey of SBAS reference station.

키워드

SBAS, SBAS Reference Station, Site Survey, Visibility, Interference

1. 서 론

KASS(Korea Augmentation Satellite System)

는 국토교통부에서 2014년부터 개발 구축사업을 진행 중인 한국형 위성기반 보강시스템 (SBAS; satellite based augmentation system)으로, 중앙

처리국과 통합운영국, 위성통신국, 그리고 기준국과 같은 하위시스템으로 구성된다[1]. KASS의 하위시스템 중 기준국은 KASS의 센서스테이션으로서 중앙처리국에서 보정정보 및 무결성 정보를 생성하기 위한 측정치를 수집하고, 이를 전달하는 기능을 수행한다[2]. 또한, KASS 기준국의 위치 및 사이트 환경은 KASS의 요구성능을 결정하는 매우 중요한 요소이다. 따라서 KASS 설계시 기준국의 선정은 매우 중요한 설계요소이며, 기준국의 위치, 분포, 전파환경, 가시성, 접근성, 시설, 공간, 보안 등에 대한 고려가 반드시 필요하다[3]. 따라서 본 논문에서는 KASS 기준국을 선정함에 있어 고려해야할 요소 중 가시성 및 전파환경에 대한 사이트 조사를 수행하고, 결과를 분석한다. 이를 위하여 먼저 기준국 요구사항을 기반으로 사이트 환경조사 후보지를 선정하며, 이때 기준국 후보지는 해양수산부에서 운용 중인 NDGPS(Nationwide DGPS) 기준국을 대상으로 한다.

II. 기준국 환경조사 후보지 선정

KASS의 서비스 영역 및 정확성 등의 요구사항을 만족하기 위해서는 기준국이 가능한 넓게, 고루 분포해야한다. 그림 1은 현재 운영 중인 NDGPS 기준국 17개소의 분포이다[4]. 그림 1에서와 같이 이미 NDGPS 기준국은 우리나라 영토의 최외곽에 위치하고 있으며, 공간 및 시설이 확보되어 있고, 무엇보다도 이미 운영 중인 시스템이 설치된 곳이기 때문에 위치 및 환경에 대한 신뢰도가 높고, 비용 측면에서도 효과적이다. 따라서 본 논문에서는 NDGPS 기준국을 KASS의 기준국과 공동 활용하는 것을 전제한다.



그림 1. NDGPS 기준국[4]

사이트 환경조사 수행을 위한 후보지 선정은 서론에서 언급한 기준국의 요구사항을 기반으로 한다. 먼저, 17개소의 NDGPS 기준국 중 울릉도를 제외한 도서지역은 통신 네트워크 가용성이 떨어지므로 제외하였다[5]. 울릉도는 유지보수 등의 업무수행을 위한 접근성이 용이하지 못하여 제외하였으며, 북동쪽 최외곽의 저진 또한 군사지역으로 접근성이 떨어져 제외하였다. 따라서 본 논문에서 수행할 사이트 환경조사 후보지는 도서지역과 저진을 제외한 NDGPS 기준국 중 북동쪽 최외곽인 주문진과 남동쪽 최외곽인 영도, 그리고 우리나라 중앙에 위치한 청주와 무주 기준국으로 한다.

III. 기준국 환경조사 절차 및 요구사항

기준국 사이트 환경조사는 가시성 분석과 전파환경분석으로 나누어 수행한다. 가시성 분석은 기준국 안테나 위치에서 수평면 상에 위성신호 수집을 방해하는 장애물의 정도를 확인한다. 기준국은 가능한 많은 위성의 신호를 수집할 수 있어야 하므로, 위성신호의 막음각이 낮을수록 좋으며, 본 실험에서는 임계 막음각 또는 고도각을 7도로 고려한다.

가시성 분석을 위한 실험장비는 그림 2와 같다. 실험장비는 삼각대, 전동헤드, 카메라 및 가시성 분석 소프트웨어로 구성된다. 360도 촬영을 위하여 전동헤드를 장착하였으며, 자동으로 5분 동안 360도를 회전한다. 가시성 분석 소프트웨어는 카메라 화면에 카메라의 현재 위치 및 방위각, 고도 정보를 출력한다.



그림 2. 가시성 분석 장비

가시성 분석을 위한 주요절차는 다음과 같다.

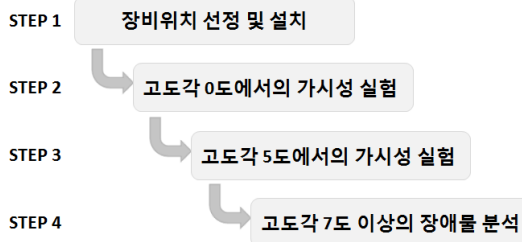


그림 3. 가시성 분석 주요 절차

장비설치 위치는 기준국 안테나 예상 설치 위치가 가장 좋으며, 높을수록 좋다. 가시성 실험은 고도각 0도와 5도에 대하여 방위각 0도부터 360도까지 파노라마 촬영을 수행한다. 고도각 0도에서의 실험은 전반적인 가시성 환경을 확인할 수 있으며, 고도각 5도에서의 실험은 최상의 막음각 요구조건인 5도 이내 만족 여부를 확인할 수 있다. 마지막으로 본 실험에서의 요구조건인 고도각 7도를 넘어가는 장애물에 대하여 사진을 촬영한다.

전파환경분석은 간섭신호에 대한 영향을 분석하며, 안테나와 주파수 분석기를 이용한다. 실험장비에 대한 요구사항은 표1과 같으며, 일반적인 전파환경 분석의 주요 절차는 다음과 같다[6].



그림 4. 전파환경 분석 장비

표 1. 전파환경분석 장비 요구사항

장비	요구사항
안테나	주파수 범위: 300 MHz-2000 MHz
케이블	저손실: 0.3 dB/m 이내 총손실: 10 dB 이내
주파수 분석기	손실: 10 dB 이내 Sweep time: 50 μ s 이내

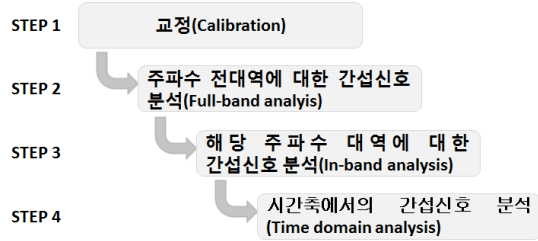


그림 5. 전파환경 분석 주요 절차

교정단계에서는 주파수 분석기의 잡음 레벨을 확인하고, 실험을 위한 초기 설정을 수행한다. 주파수 전대역에 대한 실험에서는 안테나 허용 주파수 전대역에 대하여 측정하며, 대역폭은 100 KHz, 주파수 분석기의 maxhold 기능(5분)을 사용하며, 24시간 동안 측정한다. 해당 주파수 대역에서의 실험은 GPS L1, L2 주파수에 대하여 24시간 동안 5분씩 교차로 maxhold 기능을 사용하여 측정한다. 이때, 대역폭은 100KHz로 설정한다. 그리고, 주파수축에서의 분석 후 특이 간섭신호 확인 시 해당 대역에 대하여 시간축에서 분석을 수행한다.

본 실험에서는 전파환경분석 절차 중 GPS L1, L2 신호 대역에 대한 분석을 중점적으로 수행한다.

IV. 기준국 환경조사 결과

기준국 환경조사는 충주, 무주, 주문진, 영도 NDGPS 기준국을 대상으로 수행하였다.

1. 가시성 분석

가시성 분석 장비는 NDPGS 기준국의 옥상에 위치한 RS(Reference Station), IM(Integrity Monitor) #2에 설치하였으며, 고도각 7도 이상의 장애물은 기준국 철탑에 위치한 RS, IM #1에서 확인하였다.

가시성 분석 결과 충주 및 영도 기준국의 경우 RS #1 기준 고도각 7도 이내를 만족하였다. 주문진 기준국에서는 그림 6와 같이 RS #1 기준 187°S07W 방향에서 등대로 인한 고도각이 10.6도이며, 이외의 방위에서는 고도각 7도 이내를 만족하였다. 하지만 무주 기준국에서는 주변의 산에 의해 다구간에서 고도각 7도 이내를 만족하지 못하였으며, 그림 7과 같이 최대 고도각이 12.6도를 보였다.

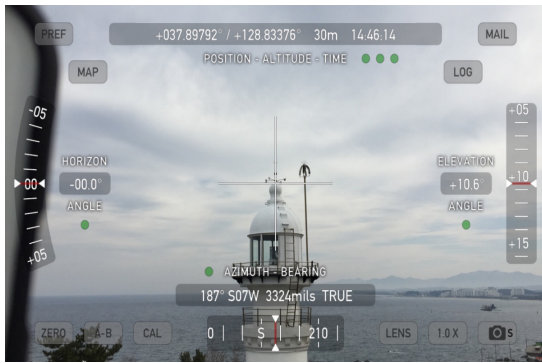


그림 6. 가시성 분석 결과(주문진)



그림 7. 가시성 분석 결과(무주)

2. 전파환경 분석

GPS L1, L2 대역에서의 전파환경 분석을 위하여 안테나는 기준국 옥상에 설치하였으며, RS, IM #2의 안테나와는 충분한 거리를 두었다.

영도 기준국에서는 그림 8과 같이 L1 대역에서 -90 dBm 이내의 스펙트럼이 관측되었으며, L2 대역에서는 -80 dBm 이내의 값이 관측되었다. 충주와 무주 기준국에서도 L1 대역의 경우 영도와 유사한 값이 관측되었으며, L2 대역의 경우 충주가 -70 dBm, 무주가 -80 dBm이 관측되었다. 주문진 기준국의 경우 그림 9와 같이, L1 대역에서는 다른 기준국과 유사한 값이 관측되었지만 L2 대역에서는 -30 dBm 까지 간섭신호가 관측되었으며, 해당 간섭신호의 경우 주파수축에서 일정한 펄스열 형태를 보인다.

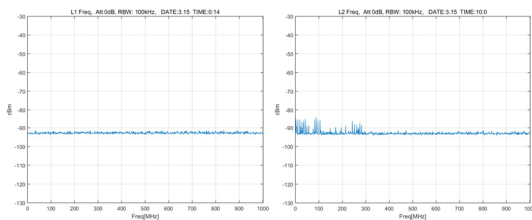


그림 8. 전파환경 분석 결과(영도)

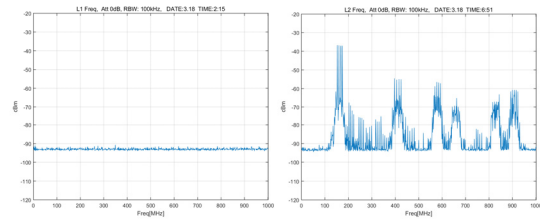


그림 9. 전파환경 분석 결과(주문진)

V. 결 론

본 논문에서는 한국형 위성기반 보강시스템인 KASS의 기준국을 해양수산부에서 운영중인 NDGPS 기준국과 공동활용한다는 가정하에 NDGPS 기준국의 사이트 환경을 분석하였다. 이를 위하여 먼저 요구사항을 정의하고, 절차를 수립하였다. 사이트 환경 분석은 가시성 분석과 전파환경분석으로 나누어 진행하였으며, NDGPS 기준국 중 환경조사 후보지를 선정하여 수행하였다. 가시성 분석결과 영도와 충주, 주문진은 요구사항을 만족하였으며, 무주는 고도각 7도 이상의 구간이 다수 관측되었다. 전파환경 분석 결과에서는 L1 대역에 대해서는 네 기준국 모두 요구사항을 만족하였지만, L2 대역에서는 주문진 기준국의 전파환경이 좋지 못함을 확인하였다. 따라서 수립한 절차대로 사이트 환경을 조사하는 것에 의미가 있음을 확인하였으며, 무엇보다도 현재 운영 중인 NDGPS 기준국의 전파환경에 대한 조사 및 분석이 필요함을 확인하였다.

후 기

본 논문은 해양수산부의 지원으로 수행한 ‘다목적 위성항법보정시스템 기준국 기술개발’ 연구개발과제(PMS3280)의 연구결과 중에 일부임을 밝힌다.

참고문헌

- [1] <http://www.kass.re.kr>
- [2] "EGNOS, The European Geostationary Navigation Overlay System - A cornerston of Galileo", The European EGNOS Project, 2006.
- [3] "Galileo Ground Sations Site Interface Requirement Document", ESA, 2005.
- [4] <http://www.nmpnt.go.kr>
- [5] "2015년도 NDGPS 연간운영 보고서", 해양수산부 국립해양측위정보원, 2016년 3월.
- [6] "Define of RF environment survey procedure", ALCATEL ALENIA SPACE, 2006.