

## NDGPS 내륙 기준국의 신호특성 조사·분석

† 이용안 · 이형상\* · 전중성\* · 임성훈\* · 김호준\*  
† (주)안세기술 대표이사, \*(주)안세기술 정보통신기술연구소

### Survey and Analysis on the signal characteristic for the Land Base Station of the NDGPS

† Yong-Ahn Lee · Sung Hun Lim\*

† Chief executive officer, Anse Technology, Korea Ocean Research & Development Institute. co. ltd, Seoul, Korea  
\* Information Communication Technology R&D Group, Anse Technology, co. ltd, Seoul, Korea

#### 요 약

1999년부터 운영이 시작된 해안 DGPS 기준국을 기반으로 우리나라에서는 내륙에서의 NDGPS 이용을 위하여 2002년부터 무주 기준국을 시작으로 하여 2009년 7월에 운영될 춘천기준국에 이르기까지 6개의 내륙 기준국의 구축을 완료하게 되었다. 이에 현재 구축이 진행 중인 춘천 기준국을 제외한 5개의 내륙기준국의 신호 특성을 조사 분석하여 더 나은 내륙 기준국의 서비스의 발전방향을 고찰하고자 한다.

**핵심용어** : NDGPS, DGPS, 내륙 기준국, Beacon, DGNSS

#### Summary

In a base on the MDGPS base station which has been operated since1999; our country has completed the construction of six Land Base Stations to use of NDGPS in land from starting Mu-Ju base station in 2002 to Chun Cheon base station which is going to be operated on July 2009. Accordingly, with the exception of the Chun-Cheon base station because it is being built now, we will consider a better direction of improvement in service for land base station after surveying and analyzing on the signal characteristic of land base station.

**key word** : NDGPS, DGPS, land base station , Beacon, DGNSS

## 1. 서 론

국제해사기구(IMO) 및 국제항로표지협회(IALA)에서 연안해역과 선박의 항만 입출항시에 이용이 가능한 위성항법의 위치 보정기준국의 필요성을 인정함에 따라 우리나라에서는 1998년도부터 연안해역을 항행하는 선박의 안전을 위하여 해양용 DGPS 기준국을 설치 운영하기 시작하였으며 이에 따라 DGPS 해양기준국 11개소 구축을 하였으며, 내륙의 다양한 이용자들도 손쉽게 이용할 수 있도록 6개소의 내륙 기준국을 구

축하기에 이르렀다. 이에 우리나라는 NDGPS(Nationwide DGPS)을 해양 및 내륙에 구축 완료하게 되었다. 이에 본 논문은 춘천 기준국을 제외한 5개의 내륙 기준국을 신호 특성을 전계강도 및 보정신호 수신률 측면에서 조사, 분석을 하여 내륙 기준국의 신호특성을 논하고자 한다.

## 2. NDGPS 신호특성

NDGPS의 중파대역에서는 대기 중을 전파하는 전파는 지상

파(Ground wave)와 상공파(Sky wave)로 나뉘어지며 진행 형태에 따라 지표파는 표면파 및 공간파로 나뉘어진다. 일반적으로 장파 및 중파는 대기 중을 전파할 때 짧은 거리는 표면파로 먼 거리는 상공파의 형태로 전파하게 된다

수 KHz~수MHz 사이 주파수에서 공간파보다는 표면파의 진행이 우세하며 지표의 감쇄나 흡수에 의해 전파의 감쇄가 생긴다. 따라서 전파의 세기는 지표의 도전율이나 유전율에 영향을 받게 된다. 저주파에서는 도전율이 고주파에서 유전율이 중요한 특성값이 된다. 표면파는 일반적으로 거리에 따라 감쇄하지만 지표에 수직하는 편파를 가지고 지표에 전하를 이동시키는 방법으로 전파하기 때문에 지표내의 도전율에 따라 감쇄의 크기가 결정된다.

300kHz 주파수대에서 작동하는 라디오 비컨에 의해 전송되어지는 신호는 주로 지구표면을 통해 전파되는 지표파이다. 이는 매질의 특성에 따라 감쇄가 결정된다. 감쇄는 뱀에서 최소이고, 다음이 해수, 평야지대, 산악지대, 도시지대, 빙하지대의 순으로 감쇄가 증가한다.

균질 경로에 대한 지표파 전파에 있어서의 전계강도는 방사되는 신호 출력, 송신기와 수신기사이의 거리, 신호가 전파되는 경로의 대지도전율에 의하여 결정된다.

이 경우의 전파의 전파경로장에 따른 감쇄를 해석하는 이론식은 F.E.Terman<sup>1)</sup> 등에 의하여 제시되어 있으나, 그 계산을 위해서는 대지도전율 분포를 정확히 알아야 하는 제약이 있다.

### 3. NDGPS 신호특성 조사

내륙의 NDGPS 기준국의 신호특성 조사를 위해 춘천기준국을 제외한 5개의 내륙 기준국을 중심으로 80Km 이내 지역을 내륙 기준국별로 구분하여 측정 분석 하였다.

내륙기준국의 신호특성 조사를 통하여 각 기준국의 제원파 측정조건 등을 고려하여 서비스가 예측되는 지역을 도상 검토하여 실측하였으며, 측정데이터의 신뢰성을 높이기 위하여 전국의 고속도로, 국도, 지방도 등 가능한 모든 도로상에서 NDGPS 신호 데이터를 수집하였다.

신호 측정시 수신 전계강도 서비스 이용범위 기준은 Table 1. 에서 보듯이 측정수신기의 수신 한계레벨이 20 dB $\mu$ /m이며 장비 제작사마다 수신한계레벨이 약간씩 차이가 있다. 본문에서는 USCG에서 권장하고 있는 40 dB $\mu$ /m를 기준으로 이용 범위를 분석하였으며, 수신기 한계레벨이 20 dB $\mu$ /m이므로 실제 수신 범위는 약간 넓어질 수 있다.

Table 1. DGPS 서비스 이용 범위 기준 (내륙 기준국)

구 분	서비스 기준	비 고
최대 커버리지	내륙기준국 기준 (80Km 내외)	내륙기준국 기준
보정신호 수신 여부	수신, 미수신 여부	NMEA-0183 Messages <sup>2)</sup>
최저 수신한계레벨	40 dB $\mu$ /m	USCG COMDTINST16577.1 규정 <sup>3)</sup>
측정수신기 한계레벨	20 dB $\mu$ /m	Trimble DSM-232

신호측정은 다음과 같은 과정을 통해 진행되었다.

- NDGPS 신호 측정 장비를 차량에 탑재하여 도로를 주행하며 수신기로 차량의 위치정보와 5개의 내륙 기준국에서 수신하는 정보를 실시간으로 저장한다.
- 측정 데이터 수집은 전파전파(電波傳播)의 특성을 감안하여 가급적 정확성을 기하기 위하여 프로그램에 의한 자동데이터 저장과 측정자에 의한 수동 데이터 저장을 병행하였다.
- 측정데이터는 사전에 수신기 설정을 통하여 측정하는 동안 1초 간격으로 충분히 수집하도록 하며 통계적으로 정확성을 갖도록 하기 위하여 측정이동 구간 내에서는 연속적으로 데이터를 취할 수 있도록 차량의 주행속도를 일정하게 유지하였다. (주요국도 60 km/h 내외, 고속도로 100 km/h 내외)
- 정확한 측정을 위하여 수신전계강도와 신호대 잡음비가 한계레벨 이상인지 여부를 모니터링 하면서 측정하고, 도상검토를 통한 경로 이동시에는 수신기에서 지원되는 항적도를 이용하여 위치를 확인하였다.

### 4. NDGPS 신호특성 분석

데이터 분석을 위하여 추출한 위치 좌표 데이터 및 보정신호 유무를 확인하여 맵핑할 수 있는 프로그램을 이용 하여 분석 결과를 그래픽 맵핑툴을 이용하여 classed post map을 작성하였다. 전계강도 레벨 및 색상은 임의로 지정하며, 전파 측정 분석 결과를 지도 data와 연계, 분석하였다.

예측 신호 자료와 실측 신호 자료를 서로 비교하기 위하여 중파분석 예측프로그램을 활용하여 실측자료와 서로 비교하였다.

#### 4.1 무주 기준국의 전계 강도 및 보정신호 수신율

- 2) NMEA-0183 Message: NMEA(National Marine Electronic Association) NMEA 라고 주로 불리는 NMEA 0183은 시간, 위치, 방위 등의 정보를 전송하기 위한 규격이다
- 3) USCG : United States Coast Guard COMDTINST M 16577.1 : COMMANDANT INSTRUCTION M 16577.1

1) F.E.TERMAN "Electronic and Communication Engineering" pp803, McGraw Hill Book Co, 1955.

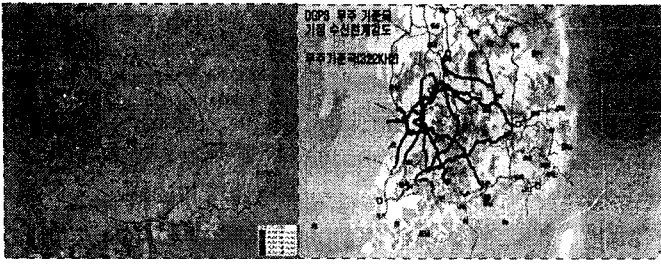


Fig.1 무주 기준국의 예측/실측 전계강도 및 보정신호 수신율



무주 기준국을 중심으로는 서쪽 방향의 평야 지형 특성으로 인해서 전계강도가 좀 더 멀리 분포하는 형태를 보여 주고 있다. 반면에 동쪽 방향 및 남쪽 방향의 경우는 산맥 지형(지리산, 내장산 등)으로 인해서 전계강도 분포가 감쇄되는 형태를 나타낸다.

무주 기준국의 60Km 내외의 지역은 40dB $\mu$ V/m 이상이 수신됨을 알 수 있고, 80Km 내외의 범위인 대전 북쪽 이상 지역과 전라남도권 지역에서는 40dB $\mu$ V/m 미만이 수신됨을 알 수 있다. 이러한 전계강도 분포는 예측치에도 나타나듯이 무주 기준국의 북쪽 방향으로 형성된 평야 지형과 반대로 남쪽 지형의 산악지형(지리산, 내장산)으로 인해서 나타나는 지형적인 결과로 해석되어 진다.

무주 기준국의 보정 신호 측정에 따른 이용범위를 살펴보면, 기준국의 서쪽방향인 경상도 지역을 제외한 반경 약 60Km내의 대부분 지역에서는 보정 신호 수신에 원활하며, 80Km 내외의 범위인 대전 북쪽 이상 지역과 전라남도 지역에서는 간헐적인 보정신호 수신 불통 현상이 나타난다.

#### 4.2 성주 기준국의 전계강도 및 보정신호 수신율

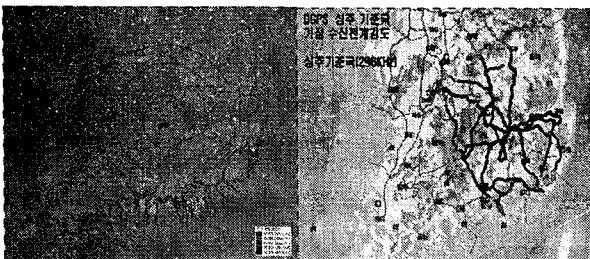


Fig.2 성주 기준국의 예측/실측 전계강도 및 보정신호 수신율

성주 기준국은 우리나라 내륙지역인 경상북도 지역에 위치하고 있어 서쪽 및 북쪽의 산악(속리산, 월악산, 덕유산, 지리산 등)지형의 영향을 많이 받는 형태로 전계강도가 분포되고 있다. 그 반면에 대구광역시, 경주지역 등은 전계강도가 넓게 분포 되는 형태를 나타내 주고 있다.

성주 기준국의 북서방향인 충청권 지역과 남동방향인 경남 지역, 서쪽 방면인 전라북도 지역의 경우는 산악지형의 영향을 받아 전계강도가 40dB $\mu$ V/m 미만으로 수신되며, 경상북도 및 대구지역, 포항, 경주 지역의 경우는 40dB $\mu$ V/m 이상의 전계강도를 보여 주고 있다.

성주 기준국의 보정신호 측정에 따른 이용범위를 살펴보면, 기준국의 북서방향인 충청권 지역과 남동방향인 경남지역을 제외한 반경 약 80Km내의 대부분 지역에서는 보정신호가 원활하게 수신되며, 충청권과 전라권, 경남 일부 지역에서는 간헐적인 보정신호 수신 불통 현상이 나타난다.

#### 4.3 영주 기준국의 전계강도 및 보정신호 수신율

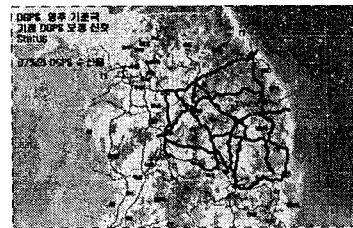


Fig.3 영주 기준국의 예측/실측 전계강도 및 보정신호 수신율

영주기준국은 북쪽지역으로 산악지형(소백산, 월악산, 태백산 등)의 영향으로 전계강도 범위가 밀집된 형태를 보여주고 있는 반면에 남쪽지역으로는 경상북도 및 경상남도 일부 지역까지 분포되는 형태의 전계강도를 보여 주고 있다.

영주 기준국의 북쪽방향인 강원도 지역과 충청남도 지역의 경우는 산악지형(소백산, 태백산, 월악산)을 영향을 받아서 전계강도가 40dB $\mu$ V/m 미만이 수신되며, 그 반면에 경상북도 지역의 경우는 40dB $\mu$ V/m 이상의 전계강도를 보여 주고 있다.

영주기준국의 보정신호 측정에 따른 이용범위는 강원 영서 지역을 제외한 반경 약 60Km내에서는 보정신호 수신에 원활하며, 강원 산간지역과 충북 일부지역을 제외한 반경 약 80Km내에서는 간헐적인 보정신호 수신 불통 지역이 나타난다. 이는 산악지형의 영향으로 판단이 된다

#### 4.4 충주 기준국의 전계강도 및 보정신호 수신율

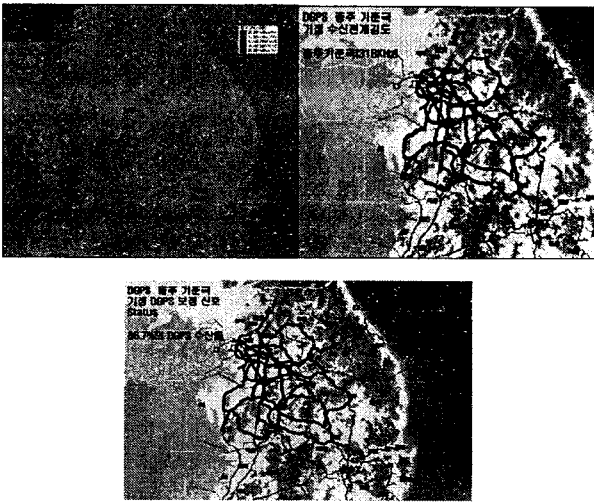


Fig.4 충주 기준국의 예측/실측 전계강도 및 보정신호 수신율

충주 기준국은 우리나라 중부내륙인 충청북도 지역에 위치하고 있어 인근 내륙 산악(속리산, 월악산, 소백산, 치악산 등) 및 대도시 밀집지형의 영향을 받는다. 충주 기준국을 중심으로 북동쪽의 경우는 좁은 전계 강도 라인을 보여 주고 있으며, 그에 반해 서북쪽의 수도권 지역은 넓게 분포되는 전계 강도 라인을 보여 주고 있다. 다만, 수도권 지역의 전형적인 도심 밀집지형으로 인해서 실제 측정하였을 경우 부분적인 건물에 의한 전계강도 음영 부분이 발생된다.

충주 기준국을 중심으로 비교해 보면 동쪽의 산악지형으로 인해 전계강도가 형성이 잘 안되고, 서북쪽의 수도권 방향으로 전계강도가 고르게 분포되는 형태로 결과가 나타났다. 서북쪽의 수도권 평야 지형에서는 40dB $\mu$ V/m 이상 전계강도를 나타내 주고 있었으나, 수도권의 밀집되어 있는 도심지형에서는 복잡한 건물 형태로 인한 전계강도 저하 및 SNR이 떨어지는 현상이 종종 발생되었다. 이에 따라서 도심지역의 원활한 DGPS 적용을 위해서 도심지역의 건물에 대한 음영 해소 방안을 위해 소형 기준국(100W 미만)의 설치 방안에 대한 연구가 필요할 것으로 생각된다.

충주기준국의 보정신호 측정에 따른 이용범위를 살펴보면,

기준국으로부터 북동방향인 강원권의 횡성, 춘천 권역과 남동 방향인 경상권 지역을 제외한 반경 약 60Km내에서는 보정신호 수신에 원활하며, 반경 약 80Km내에서는 강원도 북부, 강원도 서쪽, 경상 서쪽 지역 및 수도권 지역에서 건물의 영향을 받아서 보정신호 수신 불통 현상이 나타났다. 이는 산악지형과 도심밀집 지형을 영향을 나타냈다.

#### 4.5 평창 기준국의 전계강도 및 보정신호 수신율

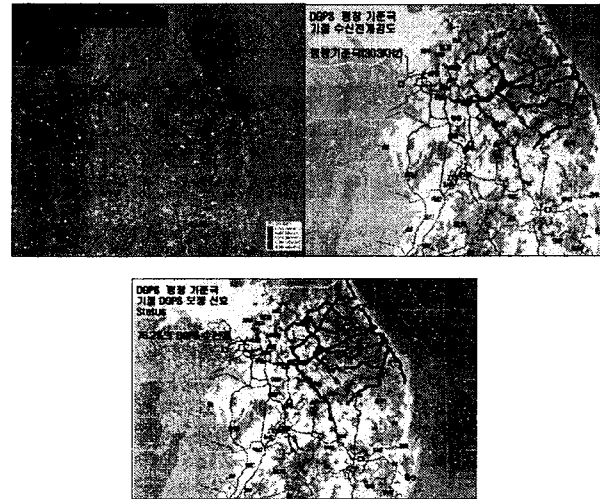


Fig.5 평창 기준국의 예측/실측 전계강도 및 보정신호 수신율

평창기준국은 강원 내륙산간 지역에 설치되어 있어 주변 산악지형에(치악산, 태백산, 오대산등)에 의한 가장 많은 영향을 내륙 기준국이다. 모든 동서남북 방향에서 산악지형으로 인해 좁은 범위의 전계강도 분포도를 나타내 주고 있다. 2009년 7월부터 운영될 춘천 기준국을 통해 평창 주변의 산악지형에 대한 전계강도 분포도를 보완할 수 있을것으로 판단된다.

동서방향으로 분포되어 있는 산악지형(치악산, 태백산, 오대산 등)의 영향을 가장 많이 받는 기준국이며, 내륙 기준국중에 가장 좁은 범위의 전계강도 범위를 나타내 주고 있다. 실측결과와는 예측 결과와 마찬가지로 강원도 남부 일부 지역 및 평창 기준국 근방을 제외하고는 40dB $\mu$ V/m 미만 및 전계강도 30dB $\mu$ V 미만의 지역도 넓게 고르게 분포되어 있는 상황이다. 이에 대한 대책으로는 2009년 7월부터 운영될 춘천기준국의 완공을 통해서 음영구역이 상당 부분 해소될 것으로 판단된다.

평창기준국의 보정신호 수신 측정에 따른 이용범위를 살펴 보면, 기준국으로부터 북쪽방향인 강원권의 인제, 양양방면과 남서방향의 충북 충주, 괴산방면을 제외한 반경 약 60Km내에서는 보정신호 수신에 원활하며, 강원 북부 지역에서는 보정신호 불통 현상이 많이 나타났다. 이는 평창 기준국의 주변의 산악지형으로 인해서 발생하는 현상으로 판단된다.

Table 2. 내륙 기준국의 전계 강도 범위 측정치 비교

전계 강도 범위 (단위: dB $\mu$ V/m)	무주 기준국 (%)	성주 기준국 (%)	영주 기준국 (%)	충주 기준국 (%)	평창 기준국 (%)
0 ~ 29.9	9.0	7.4	7.5	7.8	19.5
30 ~ 39.9	17.4	10.0	10.4	3.6	30.6
40 이상	73.6	82.6	82.1	88.6	49.9
합계	100	100	100	100	100

[3] 해양연구원(2008), 한반도에서 (D)GNSS의 영향조사와 NDGPS의 활용성과 조사 및 잠재적 수요분석의 1차 과제일부 내용 발췌

[4] Springer Verlag , GNSS - Global Navigation Satellite Systems - GPS, GLONASS, Galileo and More, Hofmann-Wellenhof, Bernhard/ Lichtenegger, Herbert, 2007

Table 3. 내륙 기준국의 보정신호 측정치 비교

보정신호 유무	무주 기준국 (%)	성주 기준국 (%)	영주 기준국 (%)	충주 기준국 (%)	평창 기준국 (%)
보정신호 수신	89.3	86.6	87.0	86.7	76.2
보정신호 미수신	10.7	13.4	13.0	13.3	23.8
합계	100	100	100	100	100

## 5. 결 론

내륙 기준국의 신호 측정 분석 결과, 우리나라에서 설치 운영되고 있는 내륙 DGPS 기준국에서 방송되고 있는 DGPS 신호는 우수한 수신 전계강도 및 보정 신호 수신율을 보여주고 있다.

다만, 평창 기준국을 중심으로 한 DGPS 신호 수신율 비교 테스트 결과에서는 산악지형에 대한 영향으로, 신호 품질이 떨어지는 결과를 보여 주었다. 이는 2009년 7월부터 본격 운영될 춘천 기준국의 완성으로 보완될 것으로 판단된다. 그와 더불어서 이러한 산악지형 또는 건물밀집 지형에 대한 음영구역 해결 방안에 대한 체계적인 연구와 개선 방안이 필요할 것으로 판단된다.

## 후 기

본 연구는 국토해양부의 지원으로 수행 중인 “국가 위성항법보정시스템 구축개발(PMS174A)” 과제의 연구결과 중 일부를 밝힌다.

## 참 고 문 헌

- [1] 해양수산부(2002), NDGPS 설치를 위한 조사 연구와 기본 및 실시 설계
- [2] 해양수산부(2005), 방포항 기본계획변경 및 환경영향평가 용 역관련 해양조사결과 보고서