

국내 NDGPS 기준국 안테나 서비스 영역 분석

백화중* · 김영완* · 김군중*

*군산대학교 전파공학과

Service coverage Analysys of Korea NDGPS reference station Antena

Hwa-Jong Baek* · Young-Wan, Kim* · Koon-Joong, Kim*

Department of Radio Communication Eng., Kunsan National University

E-mail : cgms5586@kunsan.ac.kr

요 약

현 시점 우리나라는 1999년부터 해안 DGPS(Differential Global Positioning System) 기준국을 기
반으로 하여 2009년까지 해안기준국(11곳), 내륙기준국(6곳)으로 전국 17개소의 DGPS 기준국을 설치
및 운용하고 있으며, 전국적으로 DGPS 서비스를 해상 및 육상에서도 다양한 분야에 걸쳐 실시간으
로 서비스가 진행되고 있다. 그러나, 우리나라의 지형상 산악지형이나 여러 가지 요인에 의한 서비스
음영지역이 발생하고 있는 실정이다. 따라서, 본 논문에서는 실측데이터를 이용하여 내륙기준국에서
의 지점경로 전파분석을 통하여 기준국 안테나 파라미터를 알아보고 서비스 음영지역 도출 및 나타
나는 음영지역 해소 방안으로 안테나 효율 및 기준국의 송신 출력을 검토하여 그에 대한 방안을 모
색하고자 한다..

키워드

NDGPS, DGPS, DGNSS, 전파음영지역, 내륙기준국

1. 서 론

이제까지의 측위 시스템이 주로 측위(測位)와
항법(航法) 분야에 주력 이용되어 왔다면 향후에
는 그 활용범위가 확대되어 측위는 물론 다양한
분야에서 활용 및 응용 될 것으로 예상된다. 현재
에도 건설, 토목 등의 분야에서는 NDGPS 기준국
에서 제공하는 보정데이터 서비스가 이용되고 있
으나, 향후에는 환경, 농업, 자원탐사 및 무인교통
시설 등의 분야[1]에 대한 이용 영역 확대가 예상
되어진다. 이러한 미래 수요에 대응하기 위해서는
현재의 NDGPS 인프라를 고도화 할 필요가 있으
며, 이에 대한 방안으로 현재까지의 양적(量的)수
준 강화에서 질적(質的)수준의 강화가 필요하다고
생각되어진다.

NDGPS의 목적은 GNSS(Global Navigation
Satellite System)의 위치 오차를 보정하기 위한
보정 데이터의 생성과 전송이 주 역할이다. 그러
므로, 정교한 보정데이터를 산출하기 위한 알고리
즘 개발과 시스템 개선 작업에 대한 지속적인 연
구개발은 필수요소이며 또한, 정교한 보정데이터
생성 못지않게 사용자에게 보정데이터를 전송하
는 에어 인터페이스(Air-interface), 즉 전파전파
(電波傳播) 측면의 개선 역시 필수적이라 할 수
있다. 특히, 전파 전달 환경이 거의 균일한 해상

과 달리 육상에서는 전파 경로상에 놓여 있는 다
양한 요인과 환경 변수로 인해 전파 수신 상황이
다양하므로 비록 거시적 관점에서는 면적대비 높
은 수신율을 나타내는 지역범위 일지라도, 미시적
관점에서는 부분적으로 전파음영지역이 발생하는
것이 현재 우리나라의 실정이다. 더욱이 우리나라
처럼 산악과 구릉이 많은 자연환경에서 현재처럼
내륙 DGPS 기준국 사이의 배치 간격이 약
100~150여 km에 이르는 상황에서는 부분적인 전
파음영지역 발생은 불가피하다고 말할 수 있
다.[5] 즉, NDGPS 커버리지 내에서 거리와 지역
에 따라 수신감도 차이가 있고, 기준국에서 송신
하는 전파의 수신 상태가 미흡한 지점에서는
DGPS 보정신호 수신 가능여부의 확인 필요하며,
도시의 건물 밀집 지역을 비롯하여 내륙지역 중
에 수신레벨이 낮거나 SN비가 낮아 보정신호를
제대로 받지 못하는 전파 음영지역이 발생하는
지역의 조사와 이에 대한 대책이 보완 되어져야
한다고 본다. 본 논문에서는 내륙□해안 DGPS
기준국별 전파 음영지역에 대한 상세한 조사와
원인 분석을 실시하고, 이에 대한 보강 방안 및
NDGPS 인프라의 수준을 한층 더 강화함과 더불어,
향후 NDGPS 운용에 대한 미래 정책방향 마
련의 기반 자료로서 활용에 기여할 것으로 생각
된다.

II. NDGPS 전파 특성 및 측정 환경

NDGPS의 중파대역에서는 대기 중을 전파하는 지상파(Ground wave)와 상공파(Sky wave)로 나뉘어지며 진행 형태에 따라 지상파는 표면파 및 공간파로 나뉘어진다. 일반적으로 장파 및 중파는 대기 중을 전파할 때 짧은 거리는 표면파로 먼 거리는 상공파의 형태로 전파하게 된다. 수KHz~수.MHz 사이 주파수에서 공간파보다는 표면파의 진행이 우세하며 지표의 감쇄나 흡수에 의해 전파의 감쇄가 생긴다. 따라서, 전파의 세기는 지표의 도전율이나 유전율에 영향을 받게 된다. 저주파에서는 도전율이 고주파에서는 유전율이 중요한 특성값으로 영향을 미치게 된다. 그림 1은 우리나라의 보정된 대지 도전율 표를 나타내고 있다.

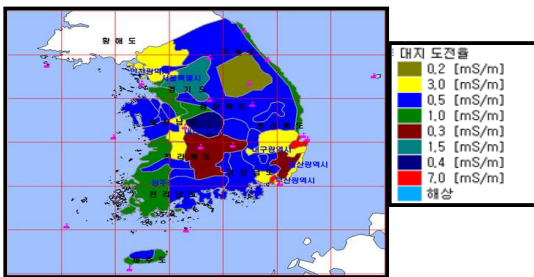


그림 1. 우리나라의 보정된 대지 도전율 표

표면파는 일반적으로 거리에 따라 감쇄하지만 지표에 수직하는 편파를 가지고 지표에 전파를 이동시키는 방법으로 전파하기 때문에 지표내의 도전율에 따라 감쇄의 크기가 결정되어진다.[2] 300KHz 주파수대에서 작동하는 라디오 비컨에 의해 전송되어지는 신호는 주로 지구표면을 통해 전파되는 지표파이다. 이는 매질의 특성에 따라 감쇄가 결정된다. 감쇄되는 정도는 뺄에서 최소이고, 다음이 해수, 평야지대, 산악지대, 도시지대, 빙하지대의 순으로 감쇄가 증가한다. 균일 경로에 대한 지표파 전파에 있어서의 전계강도는 방사되는 신호 출력, 송신기와 수신기 사이의 거리, 신호가 전파되는 경로의 대지도전율에 의하여 결정되어진다.

표 1. 수신전계강도 서비스 이용범위 기준

구 분	서비스 기준	비 고
최대 커버리지	내륙기준국 기준(80Km내)	내륙기준국 기준
보정신호 수신여부	수신, 미수신 여부	NMEA-0183 Messages
최저 수신한계레벨	40dBμV/m	USCG COMDTINST1 6577.1 규정
측정수신기 한계레벨	20dBμV/m	Trimble DSM-232

내륙 DGPS 기준국의 전파특성 조사를 위해서 내륙기준국을 중심으로 각각의 기준국별로 구분하여 측정 분석 하였다. 내륙기준국의 전파 특성 조사를 통하여 각 기준국의 제원과 측정조건 등을 고려하여 서비스가 예측되는 지역을 검토하여 실측하였으며, 측정 데이터의 신뢰성을 높이기 위하여 전파 측정차량을 구성하여 전국의 고속도로, 국도, 지방도 등 가능한 모든 도로상에서 NDGPS 전파 데이터를 수집하였다. 전파 측정시 수신 전계강도 서비스 이용범위 기준[3]은 표 1에서와 같이 측정 수신기의 수신 한계레벨이 20dBμV/m이며 장비 제작사마다 수신 한계레벨이 약간씩 차이가 나타난다. 본 논문에서는 USCG에서 권장하고 있는 40dBμV/m를 기준으로 이용 범위를 분석하였다. 전파 측정은 다음과 같은 과정을 통하여 진행 및 측정하였다.

① NDGPS 전파 측정 장비를 차량에 탑재하여 도로를 주행하며 수신기로 차량의 위치정보와 내륙기준국에서 송신하는 정보를 실시간으로 저장한다.

② 측정 데이터 수집은 전파전파(電波傳播)의 특성을 감안하여 가급적 정확성을 기하기 위하여 프로그램에 의한 자동 데이터 저장과 측정자에 의한 수동 데이터 저장을 병행하여 측정하였다.

③ 측정 데이터는 사전에 수신기 설정을 통하여 측정하는 동안 1초 간격으로 충분히 수집하도록 하며 통계적으로 정확성을 갖도록 하기 위하여 측정이동 구간 내에서는 연속적으로 데이터를 취할 수 있도록 측정차량의 주행속도를 일정하게 유지하였다.(주요국도 60km/h 내외, 고속도로 100km/h 내외)

④ 보다 정확한 측정을 위하여 수신 전계강도와 신호 대 잡음비가 한계레벨 이상인지 여부를 모니터링 하면서 측정하고, 경로 이동시에는 수신기에서 지원되는 항적도를 이용하여 위치를 확인하면서 측정하였다.

□

III. NDGPS 전파 특성 분석

실측한 데이터 분석을 위하여 추출한 위치 좌표 데이터 및 보정신호 유무를 확인하여 맵핑할 수 있는 프로그램을 이용하였고, 전계강도 레벨 및 색상은 임의로 지정하였으며, 예측 데이터와 실측 데이터를 비교하기 위하여 중파분석 예측프로그램을 활용하여 서로 비교 분석 하였다. 내륙 기준국별 적정한 지점경로를 설정하고 예측 데이터와 비교 분석하여 NDGPS 서비스 커버리지를 알아보고, 전파음영지역을 도출하였다. 도출된 전파음영지역 보강 방안으로 NDGPS 기준국 안테나 효율 향상과 더불어 기준국의 송신 출력 증강으로 인한 전파음영지역 보강 방안을 도출할 수 있었다. 기준국의 출력 증강에 따른 수신 전계강도 및 거리변화 관계[4]는 다음 식과 같이 나타내어질 수 있다.

$$|E_z(mV/m)| = \frac{300}{r} \sqrt{P} |F| \quad \text{식(1)}$$

$$E_z(dBuV/m) \propto 10\log(P), \quad r(km) \propto \sqrt{P} \quad \text{식(2)}$$

여기에서, $P(kW)$ 는 방사된 전력을 나타내고, $r(km)$ 은 경로의 길이, $E_z(mV/m)$ 는 전계의 강도를 나타낸다. 수식의 계수 300은 단형 모노폴 안테나를 가정하였을 때 $1kW$ 방사시 $1km$ 거리에서 수신되는 전계강도의 세기에 의해 결정된 값으로 안테나의 종류가 바뀌에 따라 그 설정이 변경될 수 있다. 식(2)에서 전계강도는 방사전력에 비례하고, 방사전력은 거리에 비례하는 관계를 가지면서 기준국의 출력 증강에 따라서 식 (1)과 같은 증파의 일반식을 얻을 수 있다. 따라서, 기준국의 출력 증강에 따른 수신 전계강도 및 거리 변화[4]는 표 2와 같이 나타낼 수 있다.

□

표 2. 출력증강에 따른 수신 전계강도 및 거리변화

출력 (W)	500	600	700	800	900	1000
수신 전계비 (dB)	0	0.79	1.46	2.04	2.55	3.01
거리비 (max)	1	1.10	1.18	1.26	1.34	1.41

IV. 내륙기준국별 실측 데이터에 의한 안테나 파라미터 도출 및 결과 분석

내륙기준국별로 실측 데이터를 이용하여 적절한 경로를 설정 분석하여 기준국 안테나 파라미터를 도출하였다.

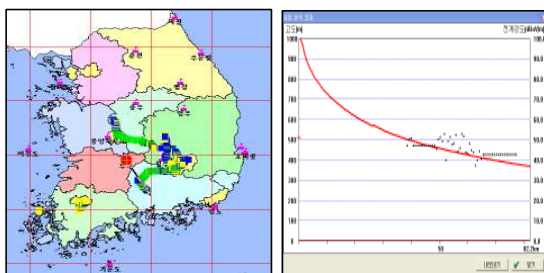


그림 2. 무주기준국 지점경로 분석(40%)

그림 2는 무주기준국에서 남동쪽 방향으로 지점경로 전파 분석을 실행한 결과 예측값과 실측 데이터 샘플값이 거의 동일한 결과로 그림에서와 같이 평균적으로 일치하는 결과로 나타나는 것을 볼 수 있다.

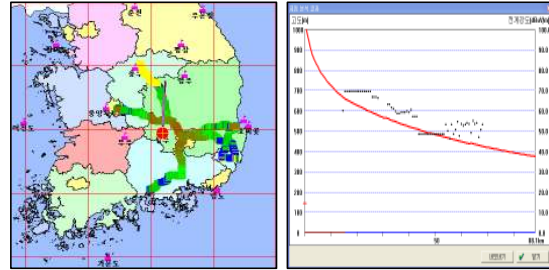


그림 3. 성주기준국 지점경로 분석(28%)

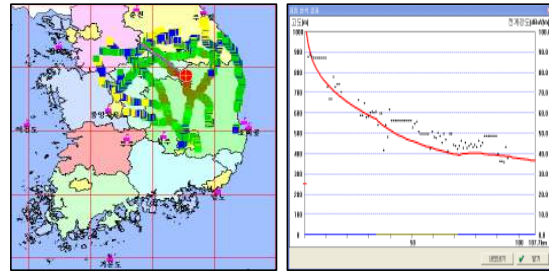


그림 4. 영주기준국 지점경로 분석(22.1%)

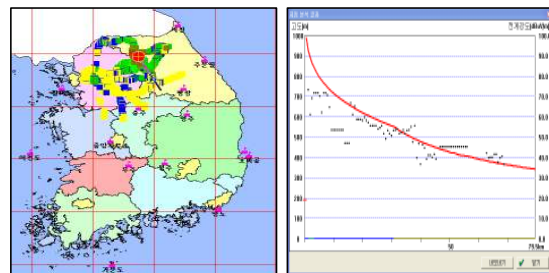


그림 5. 춘천기준국 지점경로 분석(8.86%)

그림 3은 성주기준국에서 북쪽 방향으로 지점 경로 전파 분석 결과 예측값보다 실측값이 높게 나타나는 것으로 데이터 샘플이 예측값 위쪽 부분에 대부분 분포하고 있음을 그림에서 확인할 수 있다.

그림 4는 영주기준국으로부터 북서 방향으로 지점경로 전파 분석 결과로 실측값이 예측값보다 높게 나타났고, 그림 5는 춘천기준국에서 남쪽 방향으로 지점 경로 전파 분석으로 예측값이 실측값보다 높게 나타났다. 이는 예측값이 실측값보다 크기 때문에 오차가 0보다 작은 특성을 보이고 있다. 이 지점 경로를 이용한 전파 분석을 토대로 NDGPS 전체기준국을 증파 예측 프로그램을 이용하여 시뮬레이션 한 결과 그림 6과 같은 전국 NDGPS 서비스 커버리지를 얻을 수 있었다. 그림 6에서 나타난 분석 결과처럼 경기도 북부, 강원도 지역, 광주 일부지역이 전파 음영지역으로 나타난 것을 볼 수 있다. 그림 7~11은 기준국의 송신 출력을 증강할 때 동적 및 정적 측정일 때 나타나는 결과를 분석하고 더불어, 전체기준국의 서비스 커버리지를 나타내었다.

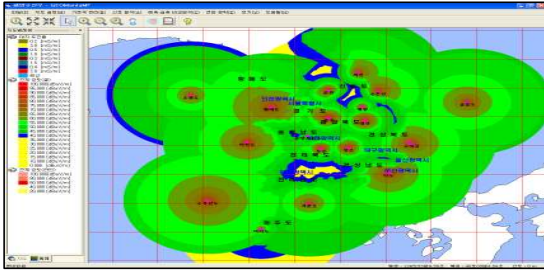


그림 6 NDGPS 전국 서비스 커버리지

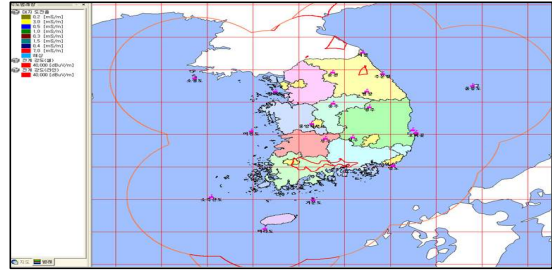


그림 11. 송신출력_900W

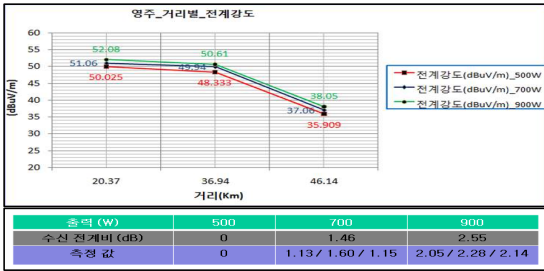


그림 7. 영주기준국 송신출력별 전계강도_동적

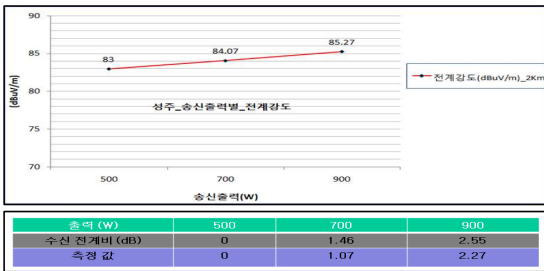


그림 8. 성주기준국 송신출력별 전계강도_정적

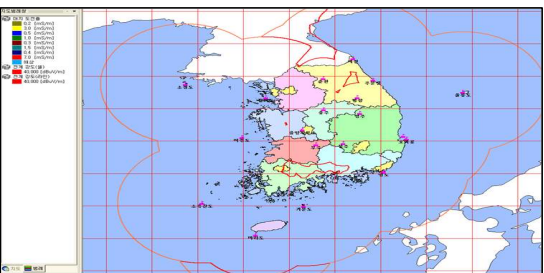


그림 9. 송신출력_500W

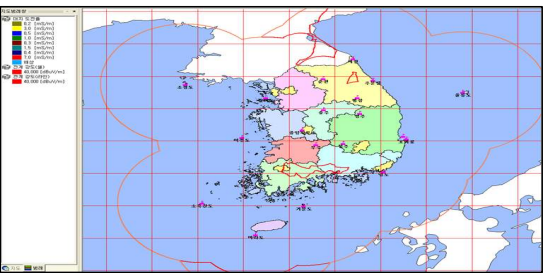


그림 10. 송신출력_700W

그림 7, 8에서는 기준국의 송신출력을 증강 하였을 때의 동적, 정적 실측 결과를 논하였다. 이 결과 수신전계비와 비슷한 결과를 보이고 있다는 것을 알 수 있다. 마지막으로, 그림 9, 10, 11은 기준국의 송신출력을 500W, 700W, 900W 증강시의 전체 NDGPS 서비스 커버리지를 나타내었다. 그림에 나타난 결과를 볼 때, 출력이 증강 될수록 붉은 실선으로 표시된 전파음영지역이 점점 줄어들면서 해소 되는 것을 볼 수 있다.

V. 결 론

내륙 기준국별로 지점경로 분석을 통하여 국내 NDGPS 기준국 안테나 파라미터를 알아보고, 이를 이용하여 전체 NDGPS 서비스 커버리지를 도출하였다. 또한, 이때 나타나는 전파음영지역(경기북부, 강원, 광주일부)을 보강하기 위한 방안으로 기준국의 송신출력 증강 및 중계기준국, 소형 기준국 구성을 통하여 나타나는 전파음영구역을 보강할 수 있을거라 판단된다. 또한, 이 논문은 향후 전파 측정 데이터에 근거한 NDGPS 전파 커버리지의 재평가 및 가용도 향상 방안을 마련하는데 있어서 그 기반이 될 수 있을것으로 사료된다.

참 고 문 헌

- [1] 위성항법중앙사무소(2005), "DGPS 이용사례집".
- [2] F. E. Terman "Electronic and Radio Communication Engineering" Mc-Graw Hill, pp.807, 1955.
- [3] 한국해양연구원(2003), 한국형 WADGPS 구축 신호분석 및 시각동기제어방안 1차년도 연구보고서.
- [4] 한국해양연구원(2004), 한국형 WADGPS 구축 신호분석 및 시각동기제어방안 2차년도 연구보고서.
- [5] 곽광섭, 이회제, 정세모, "극동아시아 DGPS 기준국들의 커버리지 예측에 관한 고찰" 1999.