

# 항공기를 이용한 NDPGS 신호의 수신률 측정 시험

## Airborne Test for Korean NDGPS Availability Measurements.

안재형\*, 유병선, 강자영(한국항공대학교)

### 1. 서 론

위성으로부터 발사된 신호를 육지의 고정지점에서 수신하여 이에 수반된 위치오차를 보다 정확하게 보정한 후 중파대(283kHz-325kHz)로 송신하여 이용자들이 정밀한 위치정보를 제공하는 위성항법보정시스템(DGPS : Differential GPS)은 전 세계의 60여 개국에서 약 200여개의 기준국이 운영되고 있으며 시스템의 수는 증가하고 있다.

DGPS의 서비스 제공자는 사용자에게 연속적으로 신뢰성 있는 정보를 송신하여야 한다. 제공되는 DGPS 정보는 다음과 같은 요구사항을 만족시킬 수 있어야 한다.

가) 완전성(Integrity) : 사용자에게 항법이나 다른 목적으로 사용할 수 없을 때 경고를 제공할 수 있어야 한다.

나) 정확성(Accuracy) : 사용자에게 제공되는 위치정보와 실제 위치와의 오차가 적어야 한다.

다) 이용가능성(Availability) : 언제 어디서나 사용자가 원할 때 사용이 가능해야 한다.

라) 연속성(Continuity) : 주어진 시간에 연속적으로 서비스를 제공하여야 한다.

우리나라의 DGPS 실시간 서비스는 해양수산부 주관 하에 1999년 8월 팔미도와 어청도 기준국 서비스를 시작으로 전국망(Nationwide DGPS) 서비스를 목표로 하고 있다. 2007년 3월 현재 해안기준국 11개소, 내륙기준국 5개소, 총 16개소의 DGPS 기준국과 8개의 감시국을 설치 운영하고 있다(그림 1)[1].

본 연구의 목적은 12,500ft 이하에서 운항되는 소형항공기에 NDPGS 신호의 활용가능성을 판단하기 위해 수행된 DGPS 신호의 수신률 측정 시험이다. 대부분의 이전 연구[2~4]에서는 육상이나 해상에서 수행되었는데 본 연구에서는 항공기를 이용하였다.

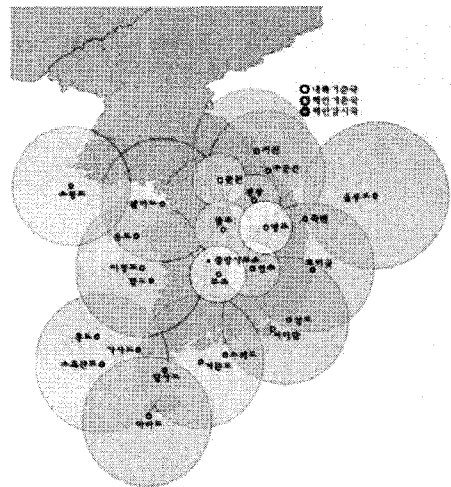


그림 1. 전국 NDGPS 기준국과 이용범위[1]

### 2. 시험 계획

#### 2.1 측정 장비

DGPS의 각 기준국의 전파를 측정하기 위한 장비로 Trimble사의 N300D를 사용하였다

본 장비는 해양용으로 개발되었지만 현 예비 시험에서 항공전용 장비가 가용하지 않고, 측정 고도가 일반 항공기처럼 높지 않아 해양용 DGPS 수신기를 활용하였다. NT300D는 DGPS 신호의 전계강도를 35-40dBμV/m이 되면 양호하게 수신하는 것으로 판단되어 데이터를 이용할 수 있다.

항공기에 탑재되는 측정 장비는 12채널의 GPS 수신기와 2채널의 비컨 수신기의 통합시스템, NMEA-0183 데이터 저장을 위한 컴퓨터, 그리고 전원공급을 위한 배터리로 구성된다. 데이터 수집은 1초당 1회의 NMEA-0183 포맷으로 LabView를 이용한 RS-232 통신으로 랩톱 컴퓨터로 직접 저장되었다.

안테나에서 수신된 신호의 프로세싱 알고리즘은 다음과 같이 6 단계로 나누어진다.[5]

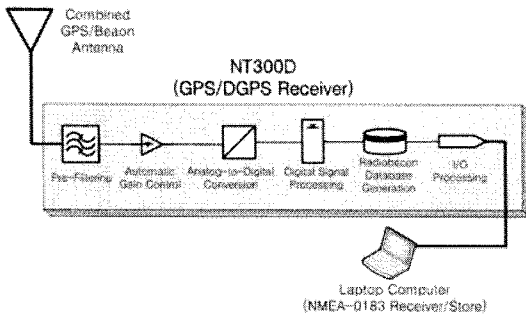


그림 2. NT300D DGPS 측정 장비

2.2 비행시험

NDGPS의 데이터 수집을 위한 비행시험은 M20J 항공기를 이용하였고, 팔미도 북동부 약 41km 지점인 한국항공대학교 수색 비행장(RKRS)을 모기지로 하였다. 1차 비행은 1월 4일에 기지를 이륙하여 김포공항 상공을 통과하여 군산공항(RKJK)에서 Low-Approach 이후 기지로 복귀하였다. 2차 비행은 1월 5일 여수공항(RKJY)을 약 3,000ft 상공에서 접근한 후 다시 상승하여 모기지로 복귀하였다. 2차 비행시험에서 광주까지의 항로는 거의 직선이었으나 광주에서 동쪽으로는 항로는 항행시설 및 장비를 이용하는 과정에서 다소 흔들리는 비행 조작을 나타내고 있다(그림 3). 두 번에 걸친 비행 시험에서 약 5시간의 데이터가 획득되었다.

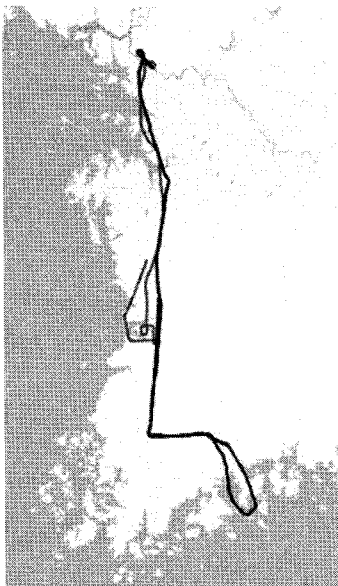


그림 3. 비행시험 경로[6]

두 차례의 비행시험을 통하여 얻어진 비행데이터는 수색비행장을 이륙하여 김포공항을 지나가기 전까지는 3,000ft(1,000m)를 유지하다가 이후 오산 관제지역에서 상승하여 항로비행으로 각 목적지까지 비행, 목적지 공항에 접근하여 Low-Approach 이후 재상승하여 출발공항으로 복귀하였다.

본 시험은 중서부 지역을 중심으로 실시하여 해안기준국인 팔미도, 여청도와 내륙기준국인 충주를 중심으로 전과를 측정하였다. 각 기준국의 기준국 ID와 주파수는 (표 1)과 같다. 해안기준국과 내륙기준국의 출력은 서로 다르지만 기준국의 이용범위는 지리적 위치와 지형적 장애물 때문에 차이가 있다. 해안기준국은 출력이 상대적으로 낮지만 내륙 기준국에 비하여 더 넓은 이용범위를 갖고 있다.

표 1. DGPS 기준국

기준국	위 치	ID	Freq (kHz)	출력 (W)	이용 범위
팔미도	N 37-21-29.68111 E 126-29-39.69463 H 83.590	722	313	300	100NM
충주	N 36.58-55.31681 E 127-45-20.94585 H 138.594	753	318	500	80km
여청도	N 38-9-29.23148 E 125-58-7.13624 H 85.637	728	295	300	100NM

3. 데이터 분석

DGPS 신호가 DGPS Base-Line인 100km이내에서 측정장비에 수신된 지점은 다음과 같다. 비행경로가 각 기준국 서비스 상공을 비행하였지만 두 번의 시험을 통하여 서로 비교할 수 있는 세 기준국을 기준으로 나타내었다. 한 기준국의 신호가 다른 신호로 교체될 때 까지의 신호를 기준으로 수신율을 측정하였다. 각 그림(4-6)에는 1차비행시험(빨간색)과 2차비행시험(초록색)을 나타내었다.

3.1 팔미도 기준국

수색비행장은 팔미도기준국의 서비스 지역에 있어 장비 첫 작동시에 신호가 수신되었다. 이후 서비스지역 내에서 충주기준국의 신호로 교체되어 교체된 지점을 이탈시간으로 하였다.

표 2. 팔미도 기준국 진출입 시간

	진입시간	이탈시간	체공시간	수신율
1차시험	14:57:24	15:19:30	00:22:06	83.94%
2차시험	11:41:10	12:09:35	00:28:25	100%

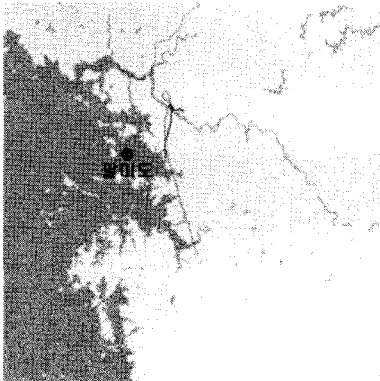


그림 4. 팔미도 기준국 체공 항로

3.2 충주 기준국

팔미도 기준국의 신호에 이어서 충주기준국의 신호를 수신되었다. 수색에서 출항시의 신호는 수신되었으나 두 번의 비행시험 모두 입항시에는 배터리의 문제로 데이터를 수집하지 못하였다.

표 3. 충주 기준국 진출입 시간

	진입시간	이탈시간	체공시간	수신율
1차시험	15:24:18	15:42:40	00:18:22	40.74%
2차시험	11:58:14	12:22:16	00:24:02	24.55%

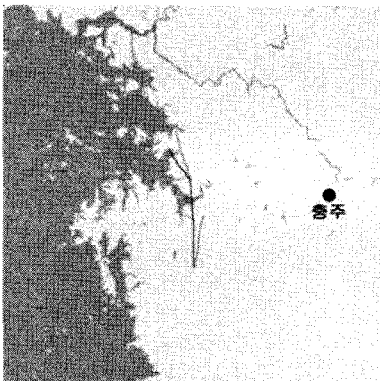


그림 5. 충주 기준국 체공 항로

3.3 어청도 기준국

1차 비행시험시에는 군산까지의 항로이기 때문에 서비스지역 체공중에 배터리문제로 장비작동이 멈추었고 2차 비행시험에서는 여수에서 수색으로 복귀하는 중에 신호가 수신되었다가 작동을 멈추었다.

표 3. 어청도 기준국 진출입 시간

	진입시간	이탈시간	체공시간	수신율
1차시험	15:41:39	16:35:04	00:53:25	68.17%
2차시험	12:17:38	12:43:48	00:26:10	31.08%
	14:16:07	14:26:42	00:10:35	14.65%

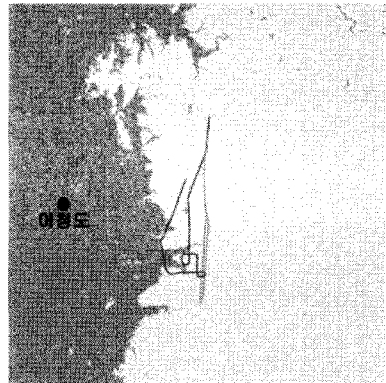


그림 6. 어청도 기준국 체공 항로

4. 결론 및 제안

소형항공기의 운항에 NDGPS의 신호를 사용할 수 있는지를 알아보기 위해 Airway B576이 통과하는 중서부 지역 3개의 기준국에 대한 신호 수신율 측정시험이 실시되었다. 2채널 비컨 수신 장비를 이용하여 시험한 결과 LOS 거리 100km내의 신호를 기준으로 수신율이 측정되었다. 100km의 기준은 전리층이 각 지역적으로 균등하지 않아서 GPS의 신호가 전리층을 통과함으로써 발생한 오차의 차이를 DGPS 기준국과 DGPS 사용국이 서로 같다고 볼 수 있는 DGPS Baseline으로 사용되고 있다.[9] 기준국 서비스 지역내에서 다른 주파수로 전환된 것은 DGPS 비컨이 듀얼채널이고 장비의 설정이 강도가 강한 주파수로 자동으로 전환되도록 하였기 때문이다. 또한 충주기준국 데이터에서 중간에 수신에 끊긴 지점은 속리산과 같은 지상 장애물 때

문이다.

측정된 데이터를 살펴보면 팔미도의 수신률이 다른 데이터에 비하여 높은 값으로 측정된 이유는 다른 지역의 기준국을 통과할 때보다 낮은 고도(약3500피트 이내)때문으로 예상할 수 있다. 층주기준국의 수신률이 서로 차이가 나타나는 점은 1차 비행시험시 보다 2차 비행시에 장거리를 가야하기 때문에 더 높은고도(10,000피트 이상)로 통과하였고, 다른 기준국보다 낮은 이유는 비콘을 장착할 때 외부에 장착할 수 없는 법적인 문제로 인하여 부득이 항공기 우측창쪽에 설치하여 항공기 좌측에 위치한 기준국의 신호에 대한 항공기 동체의 blockage 때문이다. 마지막으로 어청도 기준국의 수신율을 보면 1차 시험과 2차시험의 수신율의 차이 또한 1차 비행시에 군산공항에 Approach를 위한 강하와 접근으로 2차 비행시보다 낮은 고도로 채공하였기 때문으로 추정된다.

본 연구에서 수행된 측정 시험은 측정 장비, 비행 시험 지역, 비행시간 등 많은 제한 조건 속에서 실행된 시험이기 때문에 어디까지나 예비적 시험에 불과하다. 따라서 향후 NDGPS의 활용도를 높이기 위해서는 전국 NDGPS 망을 대상으로 기준국 baseline 제한지역 내에서 수신율을 측정하여 자료화 하는 것이 중요하다 하겠다. GPS와 NDGPS 신호의 도래 방향 때문에 안테나가 따로 분리된 측정 장비를 항공기의 적정 위치에 장착하여 항공기 자체에 의한 신호차단 문제를 해결하고 전국적인 수신율 분석을 자료화할 경우 국가적으로 매우 귀중한 자료가 될 것이다.

또한 이러한 시험은 NDGPS 신호의 수신율 측정이라는 목적 외에도 항공기의 비행경로 또는 비행품질을 분석하여 항행에 사용한 무선항법 장비의 정확도와 실제 비행 교육 후 조종사의 항로 유지 및 이착륙 기량 등을 판단하는 교육 자료로 활용한다면 비행 교육의 효율성을 상당히 높일 수 있을 것으로 판단된다.

## 참 고 문 헌

- 1) www.ndgps.go.kr
- 2) J.R. Hoffman, J.J. Lemmon and R.L. Ketchum, "DGPS Field Strength Measurements at a GWEN Site," NTIA Report 98-346
- 3) Mustafa D Subari, and M. Saupi Che Awang, "GNSS Radiobeacon Service Availability Study: The SISPELSAT," 3rd FIG Regional Conference
- 4) J.R. Hoffman, J.J. Lemmon and R.L. Ketchum, "Field Strength Measurements of DGPS and FAA Beacons in the 285- to 325-kHz Band," NTIA Report 97-337
- 5) Trimble Navigation Limited, "NT300D Operation Manual," 81705-00
- 6) www.gpsvisualizer.com
- 7) W.E. Featherstone, and S.J. Claessens, "Closed-form transformations between geodetic and ellipsoidal coordinates."
- 8) Kyung Ryoong Oh, Jong Chul Kim, and Gi Wook Nam, "Development of Navigation Algorithm to Improve Position Accuracy by Using Multi-DGPS Reference Stations' PRC Information," Journal of Global Positioning Systems, Vol 4, No. 1-2, pp.144-150
- 9) Klobuchar, J. A, "Ionospheric effects on GPS," Global Positioning System Theory and Applications Vol. I, pp.485-515