論文

GBAS Cat-I 지상시스템 시범공항 구축을 위한 설치후보지 검토

배중원*, 정명숙*, 최철희*, 고완진*, 고유리*, 전향식*

A Study on a Installation Siting for GBAS Category-I Ground System Implementation in Gimpo Airport

Joong-Won Bae*, Myeong-Sook Jeong*, Chul Hee Choi*, Wan-Jin Ko*, Youri Ko*, Hyang-Sig Jun*

ABSTRACT

This paper presents site survey processes and the results for installing GBAS Category-I ground system into Gimpo international airport. For siting assessment, many things should be taken into account in advance, such as installation requirement of GBAS components, future airport development plan and possible interference effects to existing facilities. Because overall performance of GBAS system can be affected by GPS signal reception environment, on-site survey should be performed carefully to measure actual GPS environmental performance and determine if any adverse multipath or RFI problems exist or not. In addition, VDB antenna should be located to ensure line of sight for transmitting VHF signal to deliver GBAS message to aircraft. Based on the survey results, final location for GBAS system installation is selected near runway 32 in the Gimpo airport.

Key Words : GBAS(위성항법지역보강시스템), GNSS(위성항법), Installation(설치), Airport(공항), Site(설치후보지)

1. 서 론

위성항법지역보강시스템(GBAS)은 공항주변에서 항공기를 활주로까지 유도하는 정밀접근서비스를 제공하는 위성항법 기술이다[1]. GBAS 시스템은 1식의 장비로 공항 내 모든 활주로에 정밀접근서비스를 제공할 수 있는 경제적인 이점과 다양한 접근방식을 용이하게 지원할 수 있는 기술적 장점을 보유하고 있다. 향후 궁극적으로 현

존 계기착륙시설(ILS)을 대체할 수 있을 것으로 전망된다. 1990년대부터 시작된 오랜 개발기간 끝에 Honeywell사의 SLS-4000 모델이 2009년 9월에 미연방항공청(FAA)에 의해 최초로 CAT-I 급 장비로 승인되기에 이르렀다[2].

이후 2000년대 중반부터 미국, 독일, 스페인, 호주 등지에서 CAT-I급 GBAS 지상시스템 구축과 시범운용 사업을 통해 운용적합성 검증 작업과 국가별 승인(approval) 체계 정립에 매진하고 있는 상황이다. 현재 독일 브레멘 공항, 미국 뉴욕 라 Guardia 공항에서 운용승인이 완료되어 활용이 증대되고 있다.

국내에서도 김포공항을 시범운용공항으로 선정하고 2013년도 초에 Honeywell사의 GBAS CAT-I 지상장비를 도입하여 설치할 계획을 추진

2012년 11월 09일 접수 ~ 2012년 12월 19일 심사완료
논문심사일 (2012.11.12, 1차), (2012.12.19, 2차)

* 정회원, 한국항공우주연구원 차세대항행팀
연락처, E-mail : jwbae@kari.re.kr
대전광역시 유성구 과학로 169-84

중에 있다.

해당 연구의 일환으로 참고문헌 [3]에서 GBAS 지상시스템의 설치후보지 선정 절차와 구성품별 상세 Siting 요구사항에 대한 조사를 수행하고 그 연구결과를 정리하여 제시한 바 있다.

본 논문에서는 해당 연구결과를 기반으로 2011년 하반기부터 2012년 11월까지 김포공항을 대상으로 수행된 구성품별 설치후보지 선정을 위한 데이터 분석 등 최종 평가 결과와 실제 고려된 검토사항들을 기술하였다. 특히, GPS 기준국 안테나와 수신기 장비의 GPS 수신신호 환경 영향성 평가를 위해 설치 후보지를 대상으로 GPS 데이터 수집 및 분석을 수행한 결과를 제시하였고, 전술한 과정을 통해 최종적으로 선정된 GBAS 지상시스템 구성품별 설치 위치 도출 결과를 정리하여 기술하였다.

2. GBAS CAT-I 지상시스템

2.1 시스템 운용 개념

GBAS 지상시스템은 4 개의 GPS 기준국 안테나와 수신기(RR), 수신정보를 계산하는 처리장치(Processors)와 처리된 보정정보, 무결성 정보, 최종접근경로(FAS) 정보를 방송하는 VDB 장치를 포함한다.

항공기 탑재시스템은 GBAS 메시지를 수신할 수 있는 MMR (Multi-Mode Receiver) 또는 INR(Integrated Navigation Radio)을 통해 지상 시스템으로부터 전송된 정보를 수신 처리하고 계산된 수평/수직방향의 유도정보를 항공기 조종사에게 제공한다. 항공기 측면에서 지상의 GBAS 시스템이 전송한 정보를 활용하여 정밀접근 및 착륙을 지원하는 탑재시스템을 GLS(GNSS Landing System)로 통칭하고 있다[4].

설치장소 결정이 필요한 GBAS CAT-I 시스템의 주요 구성품은 Table 1과 같이 크게 3가지로 구분된다.

Table 1. GBAS CAT-I components

항목	설치 대수
GPS 기준국 안테나 및 수신기	4
VDB 안테나	1
셀터 (처리장치, VDB 송신기 등이 포함된 주장비 랙을 보호)	1

Fig. 1. GBAS Operational Concept

2.2 구성품 설치 요구사항

GBAS CAT-I 지상시스템(SLS-4000 모델 기준)을 구성하는 주요 구성 장비의 시범공항 설치요구사항을 정리하면 다음과 같다[11].

가. GPS 기준국 수신기/안테나

- 셀터로부터 1000m 이내 위치
- 안테나 마스트 높이: 1~3m 이내일 것
- 기준국 수신기간 거리는 100m 이상 확보
- 장애물 분리 간격(155m) 충분히 고려
- 수신기 2쌍의 배치가 활주로 길이방향과 평행하게 배열하는 것이 좋음(향후 CAT-II/III 확장성을 고려함)

나. VDB 안테나

- 항공기 Taxing로를 포함하여 항공기의 이동경로로부터 200m 이상 유격되도록 안테나의 설치 위치를 배치
- VDB 안테나 높이는 25-50ft 범위로 선정 (23 NM 서비스 영역에서 RF 신호의 전계강도 보장)
- 셀터와의 거리는 가능한 짧게 할 것(안테나 배선으로 인한 손실이 1dB 이내가 되도록 함).

다. 셀터

- 셀터와 VDB 안테나는 가능한 근거리에서 위치하도록 배치하는 것이 좋음.

3. 설치후보지 선정평가

설치후보지 조사의 목적은 GBAS 지상시스템 주요 구성품인 GPS 기준국 안테나 설치장소의 적절성을 평가하고, VDB 안테나 및 셀터를 설치하기에 적합한 장소를 선정하기 위함이다. GPS는 특성상 수신신호 환경을 모델링하기 어렵고 다중경로오차와 무선신호간섭의 영향이 있을 수 있다. 그러므로 설치대상 장소의 방문조사와 실제 환경에서의 GPS 수신 신호 성능을 측정하여 신호의 다중경로문제와 신호간섭 등의 영향을 사전에 확인해야 한다[5].

GBAS 시스템 설치에서 최종 점검에 이르는 단계를 정리하면 Figure 2와 같다. GBAS 시스템의 공항설치준비 단계에 요구되는 설치후보지 식별 및 평가를 위한 절차는 2단계로 구성하였다[6].

첫 단계는 공항배치 지도와 사진 및 관련자료 분석을 통한 사전조사 단계이다. 이 단계에서는 설치대상 공항 관련 각종 자료 분석을 통하여 GBAS 구성품별 설치 후보지를 선정하고 후보 위치군에 대한 대략적인 우선순위를 개략 평가하는 과정이다.

두 번째 단계에서는 실제 현장을 방문하여 설치 후보위치에 대한 조사, 측정, 분석 및 평가 작업을 진행한다. 이 단계에서 후보지 근방의 GPS 실측 데이터를 수집하여 분석을 수행한다.

Fig. 2. GBAS Installation & Test Process

3.1. 지도 및 자료 조사

김포공항에 GPS 기준국 수신기가 위치할 수 있는 입지를 결정하기 위하여 지도 및 가용 기술 자료를 기반으로 기초 조사를 수행하였다. GBAS CAT-I 장비는 이온층 불확실성을 포함한 최대 오차를 고려하였을 때 GPS 기준국 수신기로부터 6km 이내에 결심고도(DH)가 위치한 활주로에 대해서만 CAT-I 요구조건을 보장할 수 있다[7].

따라서 GPS 기준국 수신기는 김포공항 활주로의 DH 지점으로부터 6km 안에 위치해야만 한다. DH 지점은 Figure 3과 같은 기하학적 관계에 의해 구할 수 있으며 김포공항 활주로별 활공각(Glide Slope Angle)과 TCH 고도값을 사용하여 위치를 계산하였다.

Fig. 3. Lateral Distance to the DH point

결정된 DH 지점들로부터 6km 반경의 원을 구글어스에 표시하면 Figure 4와 같다.

Fig. 4. Possible Area for GPS Reference Receivers and Antenna Siting

Figure 4에서 알 수 있는 것과 같이 김포공항

의 경우 활주로, 유도로 및 계류장, 공항청사를 포함하는 공항시설지역이 4개의 결심고도 위치로부터 6km 이내의 범위 내에 위치하고 있음을 알 수 있다. 따라서 공항 내 모든 지역에 GPS 기준국 수신기와 안테나를 설치가 가능함을 확인하였다[8].

3.2. 1차 후보지 선정

지도 및 자료조사 결과를 바탕으로 김포공항 활주로 주변 부지 내에 GBAS 시스템을 설치할 수 있는 1차 후보지를 Figure 5와 같이 세 군데로 압축하였다.

후보지 1은 김포공항 활주로 14L/14R 북서쪽 방향의 공간, 후보지 2는 국내선 청사 반대편 공항 중심, 후보지 3은 활주로 32L/32R 남동쪽 방향의 공간이다.

실제 방문 조사 결과, 활주로 양단 후보지 1과 후보지 3과 비교하여 후보지 2는 설치 공간이 협소하고 설치시 활주로를 횡단하는 관로 공사의 필요성이 제기되어 이후 추가 검토 대상에서 배제하였다.

Fig. 5. The 1st Candidate Sites for GBAS Installation @RKSS

3.3 GPS 수신환경 측정 작업

설치장소 주변의 GPS 수신환경 실측조사 활동을 위해 특별히 고안된 PortaSAT으로 명명된 장치를 사용하였다(Figure 6). PortaSAT 장치는 아래 Table 2와 같은 장비로 구성되어 있다[5].

PortaSAT에 사용된 BAE사의 GPS 안테나와 CMC사의 GPS 수신기는 실제 설치되는 GBAS CAT-I 시스템과 동일 모델이다. PortaSAT 장치는 의사거리, 반송파, PLL값, 반송파대잡음비 등 다양한 GPS측정 데이터를 저장할 수 있으며 저

장된 데이터는 후처리 과정을 통해 GPS 안테나 위치의 적합성을 판정하는데 사용한다.

Table 2. PortaSAT Components

▪ NovAtel DLV3 - GPS 수신기 (L1, L2)
▪ BAE GPS 안테나(*)
▪ CMC GPS 수신기(*)
▪ Low Noise GPS L1/L2 Amplifier
▪ 데이터 수집 컴퓨터
▪ 네트워크 하드웨어

Fig. 6. Installed PortaSAT

현장 방문 조사 결과를 바탕으로 후보지 1과 후보지 3을 대상으로 GPS 신호 수신 환경조사를 위해 PortaSAT 장비를 설치하고 GPS 데이터 측정을 실시하였다. PortaSAT 장비를 사용한 측정 위치는 기존 시설과의 간섭, 전원 가용성, 장애물과의 이격거리, 보안성 등을 종합적으로 고려하여 후보지 1개소 당 2군데씩 Table 3과 같이 총 4 군데(A~B) 위치로 결정하였다.

Table 3. PortaSAT 측정 위치

위치	좌표(위도/경도/고도)		
A	37도 32분 41.86초(N)	126도 48분 13.43초(E)	39.217m
B	37도 34분 18.88초(N)	126도 46분 31.77초(E)	39.810m
C	37도 32분 44.57초(N)	126도 48분 39.03초(E)	35.699m
D	37도 34분 09.83초(N)	126도 46분 21.77초(E)	32.919m

Fig. 7. PortaSAT 측정 위치(A~D)

GPS 수신환경 분석을 위해서는 최소 24시간의 연속된 GPS 데이터가 필요하며, PortaSAT 장비를 이용한 후보지별 취득 기간은 Table 4와 같다.

Table 4. PortaSAT 데이터 수집기간

후보지	측정 위치	시험일자 (한국시간)	취득기간
Site 1	B	11.12.13 15:50 ~ 11.12.16 16:30	3일
	D	11.12.27 14:45 ~ 11.12.28 14:50	1일
Site 3	A	11.12.08 14:20 ~ 11.12.09 16:16	1일
	C	11.12.20 12:30 ~ 11.12.23 13:50	3일

3.4 후보지 주변 장애물 조사

원활한 GPS 수신신호 환경을 위해서는 GPS 기준국 안테나 설치장소 주변에 양각(elevation angle) 3도 이상의 장애물이 없는 것이 바람직하다. 또한 VDB 신호의 전송 보장을 위해 결심고도까지의 가시성 확보에 장애가 되는 장애물이 있는지도 확인할 필요가 있다. 이에 따라 후보지 1과 후보지 3 주변에 장애물로 예상되는 장비와 시설을 목록화하고 양각 값을 조사하였다. 레이저 경사계로 장애물의 양각을 측정한 결과 후보지 1과 후보지 3 주변에서 가시성 확보에 문제가 되는 건물이나 시설은 없는 것으로 파악되었다.

Fig. 8. Identification of obstructions around Site 3

4. GPS 측정 데이터 분석 결과

후보지 1과 후보지 3에서 수집한 데이터를 분석한 결과를 정리하였다. 데이터 분석 항목은 다음과 같다[8].

- Number of visible SV (가시위성수)
- Carrier-to-Noise (CN0) Ratio
- Code-Minus-Carrier (CMC) Values
- Predicted Availability

4.1. 가시 위성수 변화 분석

Figure 9는 2011년 12월 14일 하루 동안 GPB 장소에서 관측된 GPS 가시위성 수 변화를 나타낸 그래프이다. 가시위성 수는 최소 7개에서 최대 13개까지 관측되었으며, 평균적으로 9~11개의 위성이 관측되었다. 이러한 결과는 다른 PortaSAT 측정 위치 A, C, D에서도 동일하게 나타났으며, 결과적으로 모든 후보지에서 관측된 GPS 가시위성 수의 변화 추이는 크게 차이가 나지 않음을 확인하였다[9].

4.2. Carrier-to-Noise Ratio (CN0) 분석

CN0는 수신측의 잡음이 첨가되기 직전 안테나 단에서 측정되는 값으로 신호 품질의 성능평가에 사용되는 파라미터이다. CN0가 충분히 크면 잡음에 의한 주파수 편이가 극히 작고, 복조 후의 SNR이 CN0 값보다 훨씬 좋아진다. 따라서 CN0는 그 값이 클수록 신호 품질이 우수함을 의

미한다. PortaSAT의 BAE GPS 안테나의 경우 GPS L1 신호의 CN0의 정상범위는 35~50dB이다.

Fig. 9. Number of Visible SVs(Dec/14/2011, Location B)

Figure 10은 2011년 12월 8일 오후 5시부터 12월 9일 오후 5시까지 1일 동안 후보지 3 부근의 PortaSAT 측정 위치인 A 위치에서 수신된 GPS 신호의 위성별 CN0 값 변화를 시간에 따라 나타낸 그래프이다. 이때 GPS 위성 양각의 Cut-off angle은 3 도로 설정하였다. Figure 10에서 보이는 바와 같이 CN0 값의 범위는 평균적으로 35~47dB로, 정상범위 내에 존재하고 있으며, 또한 B, C, D 장소에서 수신된 GPS 신호 또한 동일한 수준의 CN0값 변화를 보였다[9].

Fig. 10. CN0 vs Time (2011.12.8~12.9, PortaSAT Location A)

Fig. 11. CN0 vs Elevation(2011.12.08~12.09, Location A)

일반적으로 다이폴(dipole) 방식의 GPS 안테나를 이용하면 높은 양각(elevation angle)의 위성으로부터는 좋은 품질의 GPS 신호를 수신할 수 있지만, 수신 위치에서 20도 이하의 양각이 낮은 GPS 위성의 경우 노이즈 및 다중경로(multipath) 오차로 인해 좋은 품질의 GPS 신호를 수신하기가 어렵다[9]. 측정시 사용된 GPS 안테나는 BAE사가 제작한 다중경로오차 저감 타입의 안테나(MLA: Multipath Limiting Antenna)이다. Figure 11에서 볼수 있는 바와 같이 다이폴 방식의 안테나와 달리 다중경로오차를 최소화하여 양각이 낮은 위성으로부터 수신된 GPS 신호에서도 보다 안정된 CN0 값이 보장됨을 확인할 수 있다.

4.3 Code-Minus-Carrier (CMC) 분석

Code-Minus-Carrier (CMC) 값은 GPS L1 신호의 의사거리정보와 반송파정보의 차분을 통해 얻어지는 값으로, GPS L1 신호에 포함된 다중경로 오차, 수신기 트래킹 오차, 수신기 잡음 오차의 합으로 표현된다. CMC에 포함된 오차는 GPS 수신기가 설치된 장소의 주변 환경에 따라 크게 변하는 값으로, GPS 수신기 설치 장소 주변의 다중경로오차 및 노이즈 환경 분석을 위해 CMC 분석을 수행한다.

CMC 계산 공식은 간략하게 다음과 같다[9]. 식(1)과 식(2)는 각각 GPS L1 신호의 의사거리정보와 반송파 정보의 전개식이다.

$$P_i^j = \rho_i^j + c(dt_i - dt^j) + rel_{i,j} + T_i^j + \alpha_f F_i^j + Kf_i^j + M_{P,i}^j + MEAS_{P,i}^j + \epsilon_{P,i}^j \quad (1)$$

$$L_i^j = \rho_i^j + c(dt_i - dt^j) + rel_{i,j} + T_i^j - \alpha_f F_i^j + Kf_i^j + \lambda \cdot B_i^j + \omega_L + m_{L,i}^j + MEAS_{L,i}^j + \epsilon_{L,i}^j \quad (2)$$

식(1)에서 식(2)를 빼고, 각종 미소량의 Noise term을 제거하면 식(3)이 남게 된다. 식(3)의 전리층 지연오차 $\alpha_f F_i^j$ 는 NovAtel DL-V3 수신기에 수신된 GPS L1/L2 이중주파수 정보를 이용하여 추정되며, 추정된 전리층 지연오차를 식(3)에 대입하면 식(4)와 같이 최종적으로 다중경로오차($M_{P,i}^j$), 수신기 트래킹 오차($MEAS_{P,i}^j$), 수신기 잡음오차($\epsilon_{P,i}^j$)를 포함한 CMC 값을 얻을 수 있다[9].

$$P_i^j - L_i^j = 2\alpha_f F_i^j + M_{P,i}^j + MEAS_{P,i}^j + \epsilon_{P,i}^j \quad (3)$$

$$\begin{aligned} CMC &= P_i^j - L_i^j - 2\alpha_f F_i^j \\ &= M_{P,i}^j + MEAS_{P,i}^j + \epsilon_{P,i}^j \end{aligned} \quad (4)$$

한편, Unsmoothed CMC의 경우 외부 Noise에 민감하게 반응하기 때문에 전반적인 Multipath 변화량을 분석하기에 어려움이 있으므로, FAA에서는 Smoothed CMC를 이용하여 다중경로오차에 대한 영향 분석을 수행하고 있다[10].

본 연구에서도 Smoothed CMC 결과를 이용하여 설치후보지 주변의 다중경로오차 유발 환경에 대해 분석을 수행하였다. CMC는 값이 작을수록 수신기 주변의 다중경로오차 영향이 적은 것으로 판단할 수 있다.

Figure 12는 김포공항의 후보지 3 부근 GPA 위치에서 2011년 12월 8일 오후 5시부터 2011년 12월 9일 오후 5시까지 수집한 GPS 데이터를 이용하여 계산된 Smoothed CMC 값을 시간 변화에 따라 도시한 것이고, Figure 13은 위성 양각 변화에 따른 Smoothed CMC 변화를 도시한 그래프이다. Smoothed CMC 값은 평균적으로 $\pm 0.2m$ 이내에 분포하고 있으며, 위성 양각이 작은 부분에서 그 값이 약간 커지는 것을 볼 수 있다.

Fig. 12. CMC vs Time (2011.12.08~12.09, @PortaSAT location A)

Figure 14는 Smoothed CMC 값을 위성 양각 (Elevation Angle) 및 방위각(Azimuth) 변화에 따라 도시한 그래프이다. Figure 12~14에서 나타난 Smoothed CMC 변화 경향은 모든 측정 위치에서 거의 동일하게 나타났다. 즉 김포공항 후보지 1과 후보지 3 주변의 다중경로오차 환경은 대체로 우수한 편이고, 후보지간 차이는 거의 없음을 확인하였다.

Fig. 13. CMC vs Elevation angle (2011.12.08~12.09, @PortaSAT location A)

Fig. 14. Polar CMC (2011.12.08~12.09, @PortaSAT location A)

4.4 가용성(Availability) 분석

김포공항에 Honeywel사의 GBAS CAT-I 시스템인 SLS-4000 모델을 설치 시 예상되는 시스템의 가용성을 미리 평가하기 위해, US Coast Guard에서 제공하는 실 알마낙(Real Almanac) 데이터를 이용하여 수직보호수준(VPL, Vertical Protection Level) 및 Predicted Availability를 계산하였다[8]. 이때 VPL 계산은 참고문헌 [8]에 규정된 가정들을 기초로 하였다.

Figure 15를 보면 Weighted VPL과 Nominal VPL의 값은 거의 동일하며 그 크기 또한 약 2~8m 내의 값을 갖는 것을 확인할 수 있다. 24시간 동안 두 값 모두 VAL 10m를 초과하지 않았으며, 결과적으로 김포공항에서 예측되는 가용성은 99.9887%로라는 우수한 결과를 얻었다[10].

Fig. 15. Predicted VPL at Gimpo Airport

5. 최종후보지 선정과 구성품 배치

후보지 1과 후보지 3의 GPS 수신환경은 유사한 것으로 파악되었다. 후보지 1의 경우 여유 부지의 크기가 상대적으로 후보지 3 보다 작고, 지형의 구배가 상대적으로 심한편이어서 최종 후보지는 활주로 32 방향의 후보지 3으로 결정하였다.

후보지 3에서 주변에 설치되어 있는 계기착륙시설의 임계구역(critical area)을 회피하여 Figure 16과 같이 장비를 배치하였다.

Fig. 16. 최종후보지 장비 배치

배치된 위치를 대상으로 공항안전운영기준 제 81조(항공기 운항지역내의 시설의 배치 및 구조)에 의한 내부진입 표면, 전이표면 등 공항장애물 제한표면에 저촉되지 않음을 검토하여 확인하였다. 또한 Figure 17과 같이 비행장시설 설치기준 제22조(활주로 종단안전구역내의 물체에 의한 종단안전구역 내 설치 시설물)에 저촉되지 않으며, 제25조(개방구역) 및 제27조(전파고도계 운용구역)에 저촉되지 않고, 활주로 보호구역 제한사항에 해당되지 않음을 확인하였다.

Fig. 17. 활주로 32 인근 개방구역 및 전파고도계운영 구역

최종 결정된 설치후보지 위치는 Table 5와 같다.

Table 5. 최종 설치위치

위치	좌표(위도/경도)	
기준국 수신기1	37도 32분 43.86초(N)	126도 48분 20.73초(E)
기준국 수신기2	37도 32분 39.27초(N)	126도 48분 26.49초(E)
기준국 수신기3	37도 32분 37.87초(N)	126도 48분 18.22초(E)
기준국 수신기4	37도 32분 42.46초(N)	126도 48분 12.46초(E)
셸터	37도 32분 37.96초(N)	126도 48분 35.05초(E)
VDB 안테나	37도 32분 37.97초(N)	126도 48분 34.10초(E)

6. 결 론

GBAS 지상시스템 구성장비의 설치후보지 선정 과정에는 시스템의 성능과 연관된 GBAS 구성품별 설치요구사항을 반영해야 하며, 공항발전 계획과 제한된 공항부지 내에서 타 장비와의 상호간 간섭영향 등도 설치 전에 충분히 고려해야 한다. GBAS 시스템은 공항 내 설치장소 주변의 GPS 신호 수신환경이 전체 시스템의 성능에 영향을 미치기 때문에 사전에 실제 데이터 측정을 통한 GPS 신호 수신환경 분석 작업이 필요하다. 또한 지상에 설치된 하나의 VDB 송신안테나를 통해 GBAS 메시지를 항공기로 전송하므로 접근하는 항공기로의 전파 가시성을 보장하는 VDB 송신안테나의 위치선정이 요구된다.

본 논문에서는 GBAS CAT-I 시스템이 설치되어 시범운영될 예정인 김포공항을 대상으로 현재까지 수행된 설치후보지 사전조사 결과를 제시하였다. 자료조사, 현장 방문조사와 더불어 GPS 데이터 수집을 통해 김포공항 후보지 주변의 GPS 수신환경을 점검하였으며, 데이터 분석 결과 김포공항 설치 후보지 주변의 GPS 수신환경은 GBAS CAT-I 설치에 큰 문제가 없는 것으로 판단된다. 또한 장애물 진입표면 저축여부, 타 항행 시설에 대한 전파간섭 영향 등을 검토하여 최종 후보지를 결정하였다. 향후 시설 설치를 위한 준비과정을 거쳐 2013년 상반기에 지상시스템을 시범공항에 설치하고 시험평가를 수행할 예정이다.

후 기

본 논문은 국토해양부 항공선진화사업의 일환으로 진행 중인 "위성항법 지역보강시스템 운용 기술 개발" 과제로 수행된 연구결과입니다.

약 어

GBAS	Ground Based Augmentation System
GPS	Global Positioning System
ILS	Instrument Landing System
CAT-I	Category I
FAA	Federal Aviation Administration
RR	Reference Receiver
FAS	Final Approach Segment
VDB	VHF Data Broadcast(ing)
MMR	Multi-Mode Receiver
MLA	Multipath Limiting Antenna
INR	Integrated Navigation Radio
GLS	GBAS(GNSS) Landing System
dB	decibel
DH	Decision Height
TCH	Threshold Crossing Height
PortaSAT	Portable Satellite Test device
PLL	Phase Locked Loop
CN0	Carrier-to-Noise Ratio
CMC	Code-Minus-Carrier
VPL	Vertical Protection Level

참고문헌

- [1] ICAO, 2006, Annex 10, "Aeronautical Telecommunication, Volume 1: Radio Navigation Aids" 6th edition
- [2] FAA, 2012, "GBAS Quarterly Status Report"
- [3] 정명숙, 고유리, 최철희, 고완진, 배중원, 전향식, 김동민, 2012, 한국항공운항학회지, 제20권 제3호, pp8~15.
- [4] 배중원, 전향식, 김동민, 염찬홍, 2011, "위성항법 지역보강시스템(GBAS) 기술 개발 및 구축 동향", 항공우주산업기술동향, 제9권 2호, pp. 187~195.
- [5] Honeywell, 2011, "Houston Intercontinental

Airport - Site Assessment Report"

[6] 배중원, 정명숙, 고완진, 전향식, 김동민, 염찬홍, 2011, "GBAS 지상시스템 설치를 위한 Siting 절차 연구", 한국항행학회 워크샵 및 학술대회 논문집, pp. 295~301

[7] Curtis A. Shively, Rick Niles, 2008, "Safety Concepts for Mitigation of Ionospheric Anomaly Errors in GBAS", Proceeding of the 2008 National Technical Meeting of the Institute of Navigation", pp. 367-381

[8] 배중원, 정명숙, 고유리, 최철희, 2012, "시범 공항 설치후보지 평가보고서", 한국항공우주연구원

[9] 정명숙, 최철희, 고완진, 고유리, 배중원, 전향식, 김동민, 2012, "김포공항의 GPS 위성신호 수신환경 분석", 한국항공우주학회 2012 춘계학술대회 논문집

[10] 배중원, 정명숙, 고유리, 고완진, 최철희, 김동민, 전향식, 박형택, 2012, "김포공항 GBASA 구축을 위한 설치후보지 사전조사 연구", 한국운항학회 2012 춘계학술대회 논문집

[11] 배중원, 전향식, 김동민, 염찬홍, 2012, "GBAS 설치후보지 환경조사를 위한 GPS 신호 수집장치 설계", 한국항공우주학회 2012 추계학술대회 논문집