論文

GBAS 지상시스템 설치후보지 선정 기준에 관한 연구

정명숙*, 고유리*, 최철희*, 고완진*, 배중원*, 전향식*, 김동민*

A Study on Siting Criteria for GBAS Ground System

Myeong-Sook Jeong*, Youri Ko*, Chul Hee Choi*, Wan-Jin Ko*, Joongwon Bae*,
Hyang-Sig Jun*, Dong-Min Kim*

ABSTRACT

Since the site chosen for GBAS ground system will have a direct effect on the performance of the GBAS, the GBAS ground system siting is mightily important in the GBAS installation process. Therefore, in this paper, the major equipment of the GBAS ground system is introduced and a formal process is described for the identification and evaluation of candidate GBAS sites. Also, this paper described detail siting requirements for the GBAS ground system such as reference receiver, VDB antenna and shelter respectively.

Key Words : GBAS(위성항법지역보강시스템), Siting(위치선정), Map & Paper Assessment(지도 및 문헌조사), On-Site Assessment(실측 방문조사)

1. 서 론

전 세계적으로 급증하는 항공교통량의 효율적인 처리를 위해 국외 선진국(미국, 일본, 독일, 호주, 스페인, 이탈리아 등)에서는 위성항법을 기반으로 한 위성항법지역보강시스템(GBAS: Ground Based Augmentation System)에 대한 연구개발을 활발히 수행하고 있으며, 이를 통해 기존 계기착륙시스템을 대체해 나가는 전략을 추진하고 있다[1]. 한국도 이러한 추세에 발맞추어 한국항공우주연구원을 주축으로 2010년 9월부터 미국 Honeywell사와의 협력을 통해 GBAS CAT-I(Category I)급 지상시스템 도입 및 국내 GBAS 시범공항에 설치 및 운용을 통한 국내 GBAS CAT-I 인증체계를 구축하고자 노력하고 있다. 국내 GBAS 시범공항은 김포, 김해, 무안, 인천, 제주의 5개 공항을 대상으로 한 적합성 조

사를 통해 최종적으로 김포국제공항(이하 김포공항)이 선정되었으며, 2012년 하반기부터 Honeywell사로부터 도입한 GBAS 지상시스템을 김포공항에 구축하기 위한 시설공사를 수행할 예정이다.

GBAS 지상시스템의 성능은 장비가 설치된 장소의 주변 환경에 상당히 많은 영향을 받는다. CAT-I 수준의 GBAS 지상장비를 설치하더라도 장비가 설치된 장소 주위에 높은 건물이 위치하거나, 잦은 신호간섭(RFI: Radio Frequency Interference)이 발생하고, 많은 다중경로오차 요인들이 있다면 해당 장비가 제공할 수 있는 정밀 접근 수준은 CAI-I을 만족시킬 수 없다. 따라서 GBAS 지상장비를 설치하기에 앞서 먼저, 공항 내에 GBAS 지상시스템이 요구 성능을 발휘할 수 있도록 최적의 위치를 선정(Siting)하는 과정이 필요하며 이는 매우 중요하다.

만약 GBAS 지상장비 Siting 과정을 소홀히 하고 장비 구축공사를 수행할 경우 장비설치 이후 시스템 요구 성능이 제대로 나오지 않을 가능성이 매우 높으며, 이러한 경우 재공사를 수행해야 하는 불편함 및 추가적인 공사비용이 발생하게 된다. 따라서 GBAS 지상장비 Siting은 여러 요구

2012년 08월 13일 접수 ~ 2012년 09월 12일 심사완료
논문심사일 (2012.08.13 1차), (2012.09.12, 2차)

* 정희원, 한국항공우주연구원 차세대항행팀
연락처, E-mail : msjeong@kari.re.kr
대전시 유성구 과학로 169-84

조건에 대해 다양하고 정확한 분석 및 신중 결정이 요구된다.

본 논문에서는 GBAS 지상장비 설치를 위한 공항 내 후보지 선정에 있어 가이드라인을 제공하고, GBAS 지상장비 구성품 및 Siting 절차 그리고 각 지상장비 구성품 별 Siting 상세 요구조건을 기술하였다. 본 논문에서 제시한 절차 및 각종 요구조건은 미국 Honeywell사의 GBAS 지상장비 Siting 관련 문헌을 근거로 제시되었으며, GBAS 지상장비 설치 및 시험운용 중에 있는 국외 여러 나라들도 이러한 절차 및 요구조건을 따랐다[2]. 따라서 본 논문을 통해 미국 Honeywell사와 FAA(Federal Aviation Administration)가 GBAS 지상장비 Siting 과정에서 고려하고 있는 여러 가지 요구사항 및 조건들에 대한 기본적인 이해를 얻을 수 있다.

한편, GBAS Siting시 일부 요구조건들은 GBAS 지상시스템에 요구되는 성능수준에 따라 약간의 차이가 있을 수 있는데, 본 문서는 CAT-1급 GBAS 지상장비를 기준으로 Siting 절차 및 요구사항을 제시하고 있다.

II. GBAS 지상시스템 구성

GBAS 지상장비의 주요 구성품은 Fig. 1과 같이 4개의 기준국 수신기(RSMU: Remote Satellite Measurement Unit) 및 GPS 안테나, VDB(VHF Data Broadcast) 안테나, 주처리 장치와 배터리 팩이 포함된 쉘터(Shelter)로 구성된다. GBAS 지상시스템은 4개의 기준국 수신기 및 GPS 안테나를 이용하여 GPS 위성신호를 수신 및 수집하고, 수집된 GPS 데이터는 GBAS 주처리장치가 있는 쉘터로 전송한다. 쉘터 내 주처리장치에서는 수집된 GPS 데이터를 이용하여 GPS 보정정보 및 무결성정보를 생성하고 생성된 정보는 다시 VDB 안테나를 통해 GBAS 사용자에게 전송된다[3].

국내 도입이 추진되고 있는 GBAS 지상장비인 미국 Honeywell사의 SmartPath® SLS-4000은 2009년 9월 미국 FAA로부터 최초로 GBAS CAT-I 시스템으로 인증 받은 유일한 제품으로, 현재 미국, 독일, 스페인, 브라질 등의 GBAS 시범공항에 설치 및 운영되고 있다. 특히 독일의 경우 2008년 11월 독일 브레멘 공항에 설치되어 있던 SLS-3000 모델을 SLS-4000으로 모델 변경한 이후 자체 지상 및 비행시험을 거쳐 2012년 2월 독일 항공안전국(DFS: Deutsche Flugsicherung)

으로부터 기술인증 및 운용인증을 받았으며, 현재 Air Berlin에 의해 실운용(Operational Use)되고 있다.

Fig. 1 GBAS 지상장비 주요 구성품

III. GBAS 지상시스템 Siting 절차

이 장에서는 GBAS 지상장비를 설치하기 위한 공항 내 후보지를 선정 및 평가하는 세부적인 절차에 대해 기술하였다. GBAS 지상시스템의 전반적인 설치 절차는 Fig. 2와 같으며, 이 중 Siting은 지도 및 문헌조사(Map & Paper Assessment)와 실측 방문조사(On-Site Assessment)를 통해 이루어진다.

지도 및 문헌조사에서는 GBAS 지상장비를 설치할 공항 관련 문헌자료에 대한 분석을 통해 공항 내 최대 3~4개의 GBAS 지상장비 설치 후보지를 선정하고, 실측 방문조사에서는 자료 및 문헌조사를 통해 선정된 공항 내 3~4개의 후보지를 직접 방문하여 실제 GPS 데이터 취득 및 분석을 통해 해당 후보지의 GPS 위성신호 수신환

경 조사한다. 또한 공항 내 위치한 기존 항법장비에 대한 장애물 조사도 함께 수행한다. 이들 두 과정을 통해 도출된 결과에 대해 적절한 비교 및 검토를 통해 공항 내 최종적인 GBAS 지상장비 설치 후보지가 결정된다.

Fig. 2 GBAS 지상시스템 설치 절차

3.1 지도 및 문헌조사

지도 및 문헌조사 단계에서는 GBAS 서비스 제공을 위한 공항 내 운영 관련 제반 정보와 GBAS 시스템 상태 확인 및 제어를 수행할 장비에 대한 상세 정보가 요구되며, Fig. 3과 같은 절차를 따른다. 지도 및 문헌조사의 첫 번째 단계는 초기데이터수집(Initial Data Acquisition)이다. 이 단계에서는 공항배치도(ALP: Airport Layout Plan), 공항개발계획(향후 5~10년간), 공항장애물 회피차트(Airport Obstacle Clearance Chart), 활주로접근차트, 공항도관 및 케이블 정보, 이더넷 연결성 및 Local LAN 인터페이스 접근성, GBAS 장비 유지보수를 위한 접근성, 주파수 스펙트럼 정보등이 필수적으로 요구되고, 선택적으로 공항 및 GBAS 터미널 서비스 지역에 대한 지형차트 및 항공사진, 공항운영지역 내 환경민감지역의 위치(야생동물 서식지 및 습지 등), 공항 내 교통 패턴, 지면정보, 환경(온도, 습도 등)정보 등이 요구된다. 만약 필수적으로 요구되는 정보에 대한 수집이 완벽하게 이루어지지 않을 경우 초기데이터수집 과정은 완료될 수 없으며, 이 경우 지도 및 문헌조사를 완료하기 위해 약간의 부족한 공

황 관련 정보에 대해 가정을 한 후, 이를 자료 및 문헌조사 보고서에 기록해 두고 향후 평가 시 참조한다.

Fig. 3 지도 및 문헌조사 절차

지도 및 문헌조사의 두 번째 단계로 초기대지평가(Initial Site Assessment)를 수행하는데, 이는 Fig. 3의 ①~⑥까지 세부 단계를 통해 이루어진다. 초기대지평가는 초기데이터수집 단계에서 수집된 정보를 바탕으로 공항배치도 상에서 GBAS 지상장비 설치가 불가능한 지역 제거를 통해 4~10개의 후보지를 도출하고, 도출된 후보지에 대해 Siting Scoresheet를 통해 각각의 세부적인 평가항목에 대해 점수를 매김으로써 장비 설치가 가능한 3~4개의 후보지를 도출하는 과정이다.

Fig. 4 Final Approach 측면도

$$x = \frac{DH - TCH}{\tan(GPA)} \quad \text{식(1)}$$

초기대지평가의 세부 단계는 다음과 같다. 먼저 ① Analyze Operational Requirements 단계에서는 공항에 설치될 GBAS 지상장비에 요구되는 GLS(GBAS Landing System) 서비스 성능(CAT-I 또는 CAT-II/III) 요구조건을 파악한 후 접근차트에서 제공하는 결심고도(DH: Decision Height), TCH(Threshold Crossing Height), GPA(Glide Path Angle) 정보를 이용하여 ALP상에 DH 위치를 표시한다. 이때 DH 위치는 Fig. 4의 x값을 식(1)과 같이 계산함으로써 표기 가능하다.

② Identify Keep-Out Areas 단계에서는 공항 내 Safety/Obstruction Area 및 향후 개발예정지역, 기존 NAVAID(Navigational Aids) 장비가 설치된 구역 등을 식별하여 GBAS 지상장비 설치 후보지에서 배제하는 작업을 수행한다. 이때 VDB의 최대 전계강도(Field Strength)에 대한 고려(VDB 안테나는 항공기로부터 200m 이상 떨어진 곳에 위치)도 함께 이루어진다. ③ Identify VDB Coverage Volume 단계에서는 Fig. 5와 같이 GBAS VDB 전파도달 거리 요구조건을 바탕으로 VDB 안테나 설치 제한위치(활주로 반경 3NM 이내)를 파악하고 이의 지역을 ALP상에서 제외시키는 작업을 수행한다.

Fig. 5 Minimum Service Volume : Lateral[4]

정밀접근(Precision Approach)시 VDB 신호의 최소 Coverage Volume은 Fig. 5와 같이 활주로 시단에서 양쪽으로 450ft 너비의 영역에서 ± 35 도로 Final Approach Path를 따라 20NM까지이며, GBAS VDB 장비의 신호세기는 VDB 안테나에서 23NM까지 도달해야 한다[4]. 여분의 3NM은 VDB 안테나가 활주로 동쪽 시단 주변으로 설치되었을 때 활주로 서쪽방향으로 항공기가 정밀접근 할 경우를 위한 것으로, 따라서 VDB 안테나는 활주로 시단 3NM 반경 이내에 설치되어야 한다. 한편 Transmit Power, RF Cable Type 교체 및 Antenna Phase Center Height 조절을 통해 VDB 안테나 설치 가능 위치를 좀 더 확대시킬 수도 있으나, 이러한 경우 정밀접근 Coverage

Volume에 대해 VDB 신호세기의 충족도 여부를 확인하기 위한 추가시험 수행이 요구된다.

④ Identify Keep Ionospheric Geometry Screening Coverage 단계에서는 기준국 수신기 안테나 설치 가능 위치 제한조건(Honeywell의 경우 DH로부터 반경 6km 이내)을 바탕으로 ALP 상의 각 활주로 DH에 제한 반경을 그린 후 각 원이 서로 교차하는 부분을 제외한 지역을 후보지에서 제외시키는 작업을 수행한다. Honeywell GBAS 지상장비의 경우, 4개의 기준국 수신기 안테나의 중심에서 반경 6km 이내의 전리층 anomaly에 대한 영향 완화가 가능하도록 설계되었기 때문에 이 단계에서 반경 6km의 원을 그린다[4]. Fig. 6은 Google Earth 및 GE Path 툴을 이용하여 김포국제공항에 초기대지평가의 ①과 ④단계의 과정을 실제 적용해 본 것이다. 4개의 원이 서로 교차하는 지역 내에 GBAS 기준국 수신기 설치가 가능한데, 김포공항의 경우 공항면적이 크지 않아 교차범위 내에 공항이 완전히 포함되는 것을 볼 수 있다.

Fig. 6 기준국 수신기 설치 가능 지역

⑤ Select Candidate Sites 단계에서는 앞서 ①~④단계를 통해 ALP 상에서 제거되지 않는 지역 중에서 4~10개의 GBAS 지상장비 설치 후보지를 선정한다. 이때 후보지 선정은 4장에 기술한 GBAS 지상장비 구성품별 Siting 요구조건을 고려하여 선정한다. ⑥ Evaluation Candidate Sites 단계에서는 ⑤단계를 통해 선정된 후보지에 대해 Siting Scorecard를 통해 각 후보지의 VDB Site, 기준국 수신기 Site, 쉘터 Site 적합성을 0~5까지 점수를 매겨 평가하게 된다. 이 과정을 통해 4~10개의 후보지는 4개 이하로 줄어들게 된다. 지도 및 문헌조사의 초기대지평가가

완료되면 그 결과를 바탕으로 자료 및 문헌조사 보고서 작성 및 실측 방문조사를 수행할 3~4개의 최종 후보지를 결정한다.

3.2 실측 방문조사

실측 방문조사는 자료 및 문헌조사를 통해 선정된 3~4개 후보지를 직접 방문하여 각 후보지들의 기준국 수신기, VDB 안테나 및 쉘터 설치 위치에 대한 적합성 분석 자료 수집 및 실제 GPS 데이터 자료를 수집한 후, 이들 자료의 분석을 통해 최종적인 GBAS 지상장비 설치 후보지를 선정하는 과정으로, 수행 절차는 Fig. 7과 같다.

Fig. 7 실측 방문조사 절차

실측 방문조사 시 VDB Site 적합성 측면에서는, VDB 안테나 설치장소 주변의 기존 NAVAID 장비로 인한 전파간섭에 대한 심도 있는 평가가 수행되어야 하고, 또한 항공기와 VDB 안테나 간의 LOS(Line-of-Sight)에 영향을 미치는 장애물 존재 여부에 대한 조사도 함께 수행되어야 한다. 쉘터는 유지·보수를 위한 Site 접근성과 전원 및 통신 가용성에 대한 조사를 주요하게 수행해야 한다.

실측 방문조사 시 특히 중요한 업무는 각 후보지에서의 GPS 데이터를 수집하는 것으로, Honeywell의 경우 이를 위해 별도로 고안한 PortaSAT(Portable Site Assessment Tool) 장비를 이용하여 GPS 데이터를 수집하고 있다[6]. 수집된 GPS 데이터에 대해서는 CMC(Code-Minus-Carrier) 기법을 이용한 기준국 수신기 안테나 주변의 다중경로(Multipath)오차 분석 및 C/N0를 이용한 GPS 신호세기를 분석하고 가시위성 수 및 GDOP 변화 분석을 통해 GBAS 시스템 가용성을 예측한다[7-11]. 또한 수집된

GPS Raw 데이터와 기준국 수신기 모델 정보를 이용하여 기준국 수신기 안테나 성능특성 분석 및 의사거리오차에 대한 분석도 함께 수행한다.

Fig. 8 Honeywell PortaSAT 장비

각 장비별 Site Survey 및 GPS 데이터 분석이 완료되면 그 결과를 토대로 적절한 Trade-Off를 통해 GBAS 지상장비를 설치할 최종 후보지를 선정하게 된다.

IV. 상세 Siting 요구조건

이 장에서는 GBAS 지상장비 각 구성품별 Siting 선정에 있어 요구되는 상세 요구조건 및 가이드라인을 기술하였다. 이들 요구조건은 GBAS 지상장비 설치 후보지 선정에 있어 주요 선정조건이 되며, 이를 만족시키지 못하였을 경우 시스템의 전반적인 성능 및 가용성 저하가 초래될 수 있다.

4.1 기준국 수신기 Siting 요구조건

4.1.1 기준국 수신기 LOCA

각각의 기준국 수신기는 기준국 수신기 안테나를 기준으로 Fig. 9와 같이 반경 약 155m, 고도각 3도의 LOCA(LGF Obstacle Consideration Area)를 갖는다. LOCA는 일종의 해당 항행장비 보호구역으로 기준국 수신기 LOCA 안에는 GPS 위성신호 수신을 차단 및 방해할 수 있는 어떠한

고정된 장애물도 있어서는 안 된다. 만약 장애물이 있을 경우 장애물로 인해 GPS 신호 굴절 및 회절, 끊김 등이 발생할 수 있으며, 이는 결국 GBAS 시스템의 성능저하로 이어질 수 있기 때문이다.

Fig. 9 기준국 수신기 LOCA

활주로 및 유도도로와 같이 이동하는 장애물이 있는 표면(Surface) 또한 LOCA에서 제외되어야 한다. 이들 표면 위에는 기준국 수신기 안테나보다 높이가 높은 운송수단이 위치할 수 있고 때때로 항공기가 멈춰 있을 수 있는데, 이들은 일시적으로 다중경로 오차를 발생시킬 수 있기 때문이다. 이들 표면 위를 날아다니는 통신주파수도 GPS 신호간섭 요인이므로 LOCA에서 제외되어야 한다. 또한 인접한 다른 GBAS 지상장비(기준국 수신기 안테나, 셀터, VDB 안테나 등)도 LOCA에서 제외되어야하므로 되도록 먼 거리에 분리 위치시키도록 해야 한다.

또한 기준국 수신기 LOCA는 다시 4개 구역으로 나눌 수 있다. 첫 번째 구역은 기준국 수신기 안테나를 중심으로 안테나 Phase Center 고도만큼의 반경을 갖는 안테나 주변 지역(LOCA가 지상까지 확장된 구간)으로, 해당 구역은 때때로 안테나 “임계구역(Critical Area)”으로 불리며 이 구역 안에는 분수대와 같은 장애물 또는 반사체가 있어서는 안 된다. 이는 이들 장애물은 고고도 GPS 위성에 대해 극심한 지면반사를 발생시키기 때문이다. 두 번째 구역은 기준국 수신기 안테나 반경 25m 이내이며 지표면 방향으로 안테나 Base 고도까지 구역으로, 해당 구역 내에는 금속물체가 존재해서는 안 된다. 이는 기준국 수신기 안테나에 안테나 패턴 Coupling을 발생시켜 기준국 수신기 성능에 영향을 미칠 수 있기 때문이다. 세 번째 구역은 기준국 수신기 안테나 반경 50m 이내 구역으로, 해당 구역 내에 Specular Multipath를 발생시킬 수 있는 장애물이 존재해서는 안 된다. 기준국 수신기의 Narrow Correlator는 Specular Multipath에 민감하기 때문이다. 마지막 구역은 앞서 소개한 세

구역을 제외한 LOCA의 나머지 구역이다.

한편, 기준국 수신기 Siting시 LOCA 내에는 반드시 어떠한 장애물도 없어야 하는 것은 아니며, GPS 데이터 수집 및 분석을 통해 영향성을 분석한 후 적절히 조정할 수도 있다. 또한 LOCA 내 기준국 수신기 안테나 마스트(Mast)보다 높은 교통수단이 도로 및 유도도로에 존재할 경우 이들로 인한 영향을 최소화하기 위해 ANSP(Air Navigation Service Provider)는 적절한 표지판 등을 설치해야하며, 향후 LOCA 내 설치 및 개발될 장애물에 대한 영향도 고려하여야 한다.

4.1.2 기준국 수신기 안테나 배치

CAT-I급 GBAS 지상시스템의 기준국 수신기 안테나간 이격 거리는 GPS 위성신호 차단 및 Multipath를 완화할 수 있도록 일반적으로 155m, 최소 100m(328ft) 이상 분리 위치시켜야 한다. 또한 3개의 기준국 수신기는 동일선상(Collinear)에 위치해서는 안 되며, 두 개의 기준국 수신기는 동일 장애물(도로, 활주로, 유도도로, 체인 링크 울타리, 행거, 지붕 가장자리 등)과 평행(Parallel)하게 배치되어서는 안 된다. 이는 두 수신기가 동일한 Multipath 영향을 받는 것을 최소화하기 위한 것이다. Fig. 10은 앞의 기준국 수신기 안테나 배치 요구조건을 고려하여 안테나를 배치한 예로써 이러한 배치는 공통된 다중경로 오차를 감소시킬 수 있어, 독일의 브레멘 공항 및 미국의 Houston 공항, Charleston 공항 등은 Fig. 10과 같은 형식으로 기준국 수신기 안테나를 배치하고 있으며, 반면 공항내 빈 공간이 좁은 스페인의 Malaga 공항 및 미국의 Newark 공항의 경우 기준국 수신기 안테나를 일직선 형태로 설치하였다.

Fig. 10 기준국 수신기 배치

4.1.3 그 밖의 기준국 수신기 Siting 조건

GBAS 기준국 수신기는 Siting 시 기준국 수신

기 LOCA와 안테나 배치 이외에도 여러 제한 및 요구조건이 있으며, 이는 다음과 같다. 가) 선정된 후보지는 기준국 수신기에겐 전 방위각에 대해 최소 3도의 Mask Angle 가시성을 확보해 주어야 한다. 이는 일반적으로 GBAS 보정정보가 위성고도각 5도 이상부터 제공하는데, 이를 위해 기준국 수신기는 위성고도각 3도 이상부터 GPS 위성에 대한 Tracking을 수행해야 하기 때문이다. 나) 기준국 수신기 안테나와 셀터간의 거리는 최대 1km 이내이어야 한다. 기준국 수신기는 RS-422 통신을 통하여 수집한 GPS 데이터를 셀터로 전송하도록 되어 있는데, RS-422의 통신 가능 거리가 약 1km 이다. 다) 전리층 Anomaly에 대한 영향 완화를 위해, 4개의 기준국 수신기 안테나의 중심위치는 각 활주로의 DH로부터 반경 6km 이내에 위치하여야 한다. 라) 기준국 수신기 안테나는 공항내 장애물 제한구역 및 안전구역 등을 제외한 구간에 설치되어야 한다. 만약 이들 제한구역 내 설치될 경우 기준국 수신기의 Mast는 부러지기 쉬운 재질이어야 한다. 마) 기준국 수신기 안테나 중심고도는 지표면으로부터 1.9 ~ 4.05m 사이에 위치해야 하며, 바) 기준국 수신기가 설치되는 곳의 지형 반사율도 고려하여 설치되어야 한다. 또한 그 밖에도 기준국 수신기 설치 위치 주변으로 GPS 위성신호에 대한 신호 간섭이 없어야 하고, 지면의 안정성(Stability)이 좋고 지표면이 불룩한 위치에 설치되어야 한다. 뿐만 아니라, 다른 방송시스템으로부터의 잠재적인 전파방해도 고려한 후 설치하여야 한다.

4.2 VDB 안테나 Siting 요구조건

4.2.1 전계강도 및 LOCA

VDB 안테나는 VDB Coverage Volume 내에서 최소전계강도 요구조건은 초과하고 최대전계강도 요구조건은 초과하지 않도록 해야 한다. 따라서 VDB 안테나는 VDB 전계강도 상한치 이상의 포화(saturation) 신호 수신방지를 위해 최소한 항공기로부터 200m 벗어난 위치에 설치해야 한다. VDB 안테나 LOCA는 VDB 안테나 위상중심에서 반경 10m 이내의 실린더 모양을 가지며, LOCA 내에는 VDB 신호전달을 방해하는 어떠한 장애물(고정 및 이동)도 위치해서는 안 된다.

4.2.2 그 밖의 VDB 안테나 Siting 조건

GBAS VDB 안테나는 기존 항행장비(ILS, ASDE, RTR, VOR 등)에 방해요인이 될 수 있으므로, 기존 항행장비가 사용하는 주파수 및 설치 장소에서 완전히 분리되어야 한다. 또한 최적의

VDB 안테나 위상중심 고도는 24~35ft이며, 최대 지표면으로부터 45ft 이내에 위치해야 한다. VDB 안테나는 공항 내 장애물 제한구역 및 안전구역 이내에 위치해서는 안 되며, 만약 위치할 경우 VDB 안테나 Mast는 부러지기 쉬운 재질이어야 한다. VDB 안테나는 GBAS 서비스를 제공받는 모든 활주로의 DH부터 활주로 시단까지의 LOS에 장애물이 위치하지 않도록 해야 한다.

4.3 셀터 Siting 요구조건

4.3.1 Site 접근성

GBAS 셀터는 장비 관리자에 의한 유지·보수를 위해 Site 접근성이 좋아야 하며, 따라서 Site에 접근하기까지 통과해야 하는 활주로 및 유도로의 수가 작아야 한다. 또한 Site 접근을 위한 도로건설을 최소화하기 위해 기존 도로 근처로 Siting이 선호된다. 그러나 기준국 수신기의 경우 도로에 너무 근접할 경우 다중경로 오차가 발생할 수 있으므로 주의해야 한다.

4.3.2 전원 및 통신

GBAS 셀터 위치선정에 있어 전원 근접성(Proximity) 및 가용성(Availability)에 대한 부분을 고려하지 않을 수 없다. 전원 근접성 및 가용성이 떨어질 경우 전원 공급을 위한 케이블의 길이가 길어지고, 이에 따른 건설 비용(케이블 구매 비용, 케이블 설치를 위한 선로공사 비용 등)이 증가하기 때문에 이에 대한 고려가 반드시 이루어져야 한다. 또한 GBAS 셀터는 외부 ANSP와 네트워크 통신을 수행해야하므로 LAN 케이블 사용에 대한 부분도 고려해야 한다. 그 밖에 앞서 다른 구성품과 마찬가지로 기존 항행시설에 미치는 영향을 최소화하기 위해 장애물 제한 표면을 고려한 장소에 위치시켜야 한다.

후기

본 연구는 국토해양부에서 지원한 '위성항법지 역보강시스템 운용기술 개발'과제의 일환으로 수행된 연구결과의 일부이며, 연구비 지원에 감사드립니다.

V. 결 론

본 논문에서는 GBAS 지상장비의 주요 구성품에 대해 소개하고, 전반적인 GBAS 지상장비

Siting 절차 및 CAT-I급 수준의 GBAS 지상장비의 각 구성품 별 Siting 상세 요구조건을 기술하였다. 그리고 Google Earth 및 GE Path 툴을 이용하여 김포국제공항에 대해 Keep Ionospheric Geometry Screening Coverage(반경 6km 이내) 측면에서 간단한 초기대지평가를 수행해 보았으며, 그 결과 김포공항은 공항면적이 크지 않아 공항 내 모든 지역에 대해 기준국 수신기 설치가 가능한 것으로 나왔다.

앞서 언급한 바와 같이 GBAS 지상장비 Siting은 GBAS 지상시스템 구축을 위해 수행되는 절차의 첫 번째 단계로, 그 중요성이 매우 높다. 본 논문은 GBAS 지상장비 Siting 절차 및 상세 요구조건 제시를 통해 공항 내 GBAS 지상장비 설치 후보지 도출 위한 중요한 가이드라인을 제공하였으며, 이는 향후 국내 GBAS 지상시스템 구축 시 유용하게 활용될 것으로 생각된다.

참고문헌

- [1] 전향식, 김동민, 염찬홍, "GBAS 인증체계기술 개발을 위한 환경구축 연구", 한국항공우주학회 추계학술발표회 논문집(II), 2010, pp. 1554~1557.
- [2] Honeywell, "GBAS Siting Plan", Version C, 2009
- [3] 정명숙, 최철희, 고완진, 고유리, 배중원, 전향식, 김동민, "김포공항의 GPS 위성신호 수신환경 분석", 한국항공우주학회 춘계학술대회, 2012
- [4] RTCA Inc., "Minimum Aviation System Performance Standards for Local Area Augmentation System(LAAS)", Washington, D.C, RTCA/DO-245A, 2004
- [5] C. Shively, "Safety Concepts for Mitigation of Ionospheric Anomaly. Errors in GBAS", Proceedings of ION NTM 2008, San Diego, CA, January 28-30, 2008
- [6] Honeywell, "Work Instruction PortaSAT Setup and Configuration", Version 1.0, 2011
- [7] Garrett McKelvey, Pat Shannon, and Brian Koosmann, "Houston Intercontinental Airport(IAH) - Site Assessment Report", Honeywell, 2011
- [8] EUROCONTROL, "PEGASUS: Technical Notes on CMC", PEG-TN-CMC, 2008
- [9] Timothy A. Murphy, William M. Harris, Scott L. Pelton and Ngoc H. Bui, "Volume III - Multipath Flight Test Program & Results",

D6-83447-3, 2005

[10] John Warburton, "LAAS Test Prototype Data Collection and Processing", 7th International GBAS Working Group, 2007

[11] John Warburton, "Technical Activities GBAS Integrity/HMI Update", 7th International GBAS Working Group, 2007