Journal of Digital Convergence
Vol. 19. No. 2, pp. 221-230, 2021

ISSN 2713-6434 / eISSN 2713-6442
https://doi.org/10.14400/JDC.2021.19.2.221

국내 항행안전시스템의 개선에 관한 연구: 한국형 정밀위성항법 보강시스템의 구축을 중심으로

김영필[1], 황경태[2*]
[1]동국대학교 서울캠퍼스 경영정보학과 학생, [2]동국대학교 서울캠퍼스 경영정보학과 교수

A Study on the Improvement of Domestic Navigation Safety System: Focused on the Implementation of Korea Augmentation Satellite System

Yeong-Pil Kim[1], Kyung Tae Hwang[2*]
[1]Student, Dept. of MIS, Dongguk University - Seoul Campus,
[2]Professor, Dept. of MIS, Dongguk University - Seoul Campus

요 약 본 연구에서는 국내 항행안전시스템의 개선을 위해 현재 구축이 진행되고 있는 KASS를 중심으로 구축 과정에서 예상되는 문제점을 식별하여 여기에 대한 대응 방안을 제시하고, KASS 구축 후 예상되는 국내 항행안전시스템의 개선 효과를 분석하여 정리한다. KASS 구축 과정에서 해결해야 할 과제는 정서적인 측면, 기술적인 측면, 비용적인 측면, 운행 안전성 측면 등 네 가지 관점에서 존재한다. KASS가 구축되어 운영되면, 정밀접근 및 이착륙까지 항행안전시스템을 사용하지 않아도 되므로 비용 절약, 항공로 혼잡 해소를 통한 결항 및 이·착륙 지연 감소, 항공기 수용 능력 확대, 탄소배출 저감, 미래 항공수요 대처 및 항공교통 안전성 향상, 항공사고 감소 등 많은 효과를 거둘 수 있을 것으로 기대된다. 결론적으로 향후 항공수요 증가로 인해 현재보다 더욱 극심한 경쟁 시대에 돌입하게 될 것으로 예상되는데, 이러한 경쟁에서 살아남기 위해서는 하루라도 빨리 KASS의 도입이 필요하다. 본 연구의 분석 내용은 이 분야의 학술적인 연구에서 참조할 수 기반 자료가 될 수 있을 것으로 기대된다. 본 연구의 내용을 바탕으로 향후 이 분야에서 연구가 추진되어야 할 내용 중의 하나는 KASS 도입을 통한 항행안전시스템의 변화를 보다 체계적으로 예측하고, 이러한 변화에 대응하기 위한 실질적이고 유용한 방안을 제시하는 것이라고 판단된다.

주제어 : 항행안전시스템, 위성항법보강시스템(SBAS), 한국형 정밀위성항법 보강시스템(KASS), 계기착륙시설, GPS, 공역

Abstract The study attempts to suggest potential problem and solutions expected in the process of implementing KASS, which is currently under development to improve the domestic navigation safety system, and to summarize improvement effects of domestic navigation safety system anticipated by the implementation of KASS. Challenges expected in the process of implementing KASS exists in four aspects: emotional, technical, cost, safety aspects. When KASS is implemented and operates, various benefits can be realized. Benefits include cost savings by not using navigation safety systems during takeoff and landing; reduction of flight delays and cancellations by removing airway congestion; increase of aircraft accommodation capacity; reduction of carbon emissions; preparation for future aviation demands and improvement of air transportation safety; and reduction of flight accidents. In conclusion, it is expected to enter into an era of more intense competition due to increased aviation demands. In order to survive in this competitive environment, early introduction of KASS is indispensable. Analysis results of this study are expected to provide reference information for academic research in this area. A possible future research topic include a study predicting the changes in the navigation safety systems introduced by KASS and proposing practical and useful ways to respond the changes.

Key Words : Satellite Based Augmentation System(SBAS), Korea Augmentation Satellite System(KASS), Air Navigation Safety System, Instrument Landing System, GPS, Airspace

*Corresponding Author : Kyung Tae Hwang(kthwang@dongguk.edu)
Received November 19, 2020 Revised December 24, 2020
Accepted February 20, 2021 Published February 28, 2021

1. 서론

1.1 연구의 배경 및 목적

국가간 여객 운송이 17세기 이후 항구를 시작으로 철도, 도로로부터 21세기 들어 공항 중심으로 급격히 변화하여 항공 수요가 지속적으로 증가하고 있다. 오늘날 전 세계적으로 항공 수요가 급속히 증가하고 있으며, 하루 1만명 이상이 장거리 항공 노선을 이용하는 항공 메가도시의 수가 날로 증가하고 있는 추세이다. 한 연구에 의하면, 이러한 항공메가 도시 수는 2033년에는 약 91개로 2014년 대비 2배 이상 증가할 것으로 예측하고 있으며, 사망사고 발생률 역시 자동차 사망사고 발생률의 약 20배 이상 높은 수준으로 나타나고 있는 것이 현실이다.

이에 따라 향후 항행안전 시설의 안전성, 신속성, 효율성 및 신뢰성 있는 정보의 지속적인 제공이 절실히 필요한 상황이다[1, 2].

국제민간항공기구(ICAO)는 위성 신호의 정확도와 신뢰성을 개선하여 오차범위가 3m 이내인 위성항법보강시스템(SBAS)을 국제표준으로 지정하고, 2025년에 전세계적인 운영을 목표로 권고하고 있다[3].

한편, 지난 20년간 국내 항공 교통량은 매년 평균 약 7.3% 증가율로 성장하고 있고, 20년 내에 3배 규모로 성장할 것으로 예측되고 있다. 이러한 교통량의 증가는 공역의 혼잡도를 가속화시키며, 전체 항공량의 60% 이상을 차지하는 수도권 공역의 혼잡도가 가장 심각한 상태이다. 교통량 증가로 인한 공역의 혼잡은 항공기의 지연을 유발시키며, 효율적인 운항을 저해할 뿐만 아니라 항공기를 관제 업무를 담당하는 관제사의 업무량을 증가시켜 비행안전을 저해하는 원인이 되기도 한다[4].

이에 따라 항공수요 및 다변화되는 항공노선의 증가로 인해 공역혼잡도가 증가하고 있어 공역수용능력 개선을 위해서는 정밀위성항법시스템의 도입이 절실한 상황이다. 한국의 경우에는 2014년부터 추진한 연구·개발을 바탕으로 한국형 정밀위성항법 보강시스템(KASS)[1)]의 공개 시범 서비스 및 항공 서비스 시행을 위해 2020년도부터 본격 인프라 구축을 추진하고 있다. 또한 보정된 GPS 신호를 지역 전역에 송신하기 위한 정지궤도위성 1기의 임차 계약을 마쳐 KASS의 제작 및 구축 단계에 진입하였다[5].

1.2 연구 내용 및 논문 구성

본 연구에서는 국내 항행안전시스템의 개선을 위해 현재 구축이 진행되고 있는 KASS를 중심으로 구축 과정의 예상 문제점을 식별하여 여기에 대한 대응 방안을 제시하고, KASS 구축 후 예상되는 국내 항행안전시스템의 개선 효과를 분석하여 정리하고자 한다. 이를 위해서 먼저 제2장에서는 항행안전시스템과 SBAS의 기본 개념을 정리하는데, 여기에는 항행안전시스템과 SBAS의 정의, SBAS의 필요성, 국내외 추진 동향 등이 포함된다. 다음으로 제3장에서는 2장에서 분석한 SBAS의 기본 개념에 대한 이해를 바탕으로 KASS를 구축하는 과정에서 예상되는 문제점을 분석하고, 여기에 대한 대응 방안을 제시한다. 다음의 제4장에서는 KASS의 구축을 통해서 기대되는 국내 항행안전시스템의 개선 효과를 분석하여 정리한다. 마지막으로 제5장에서는 본 연구의 주요한 결과를 정리하고, 이 분야에 대한 향후 연구 과제를 제시한다.

2. 항행안전시스템의 기본 개념

2.1 항행안전시스템과 SBAS의 정의

항행안전 시설이란 좋지 않은 기상상태에서도 조종사가 항공기를 안전하게 활주로에 이·착륙 할 수 있도록 도와주는 시설로서(Fig. 1), 항행안전무선 시설(전파를 이용), 항공등화 시설(불빛을 이용), 항공관제 시설(음성을 이용)의 세 종류로 구분된다[6]. 본 연구에서는 이 중에서 SBAS와 직접적으로 관련이 있는 항행안전무선 시설에 초점을 맞춘다.

Fig. 1. Air Navigation Safety System Classification[6]

SBAS는 정지궤도의 위성을 활용하여 광역으로 GPS 레인징 신호를 추가로 제공받아 무결성, 연속성, 정밀도 및 가용성 등의 정보를 제공하여 항공기에서 이를 수신,

1) ICAO에 공식 등재된 한국형 SBAS의 명칭

활용하도록 하는 시스템이다. 즉, 추가적인 정보를 생성하여 항공기에 제공함으로써 정밀도 향상, 가용도 향상, 신뢰도 향상 등이 가능한 시스템이다.

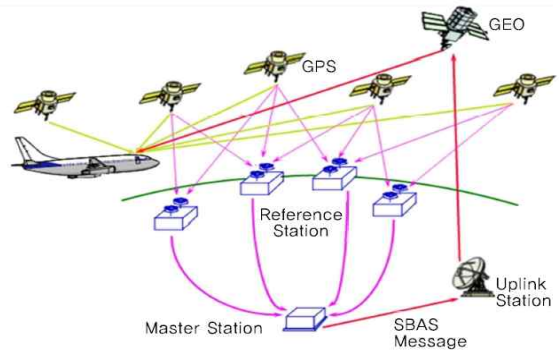

Fig. 2. SBAS Composition Diagram[5]

SBAS는 기준국, 중앙처리국, 위성통신국, 정지궤도 위성 등으로 구성되는데(Fig 2), 각 시설의 역할은 다음과 같다[5, 7].

- 기준국(Reference Station): 위성으로부터 수신한 GPS 신호에서 항법 데이터를 추출하고 일정한 포맷으로 중앙처리국으로 전송한다.
- 중앙처리국(Master Station): 다수의 기준국에서 수집한 항법 데이터를 SBAS 신호로 생성하기 위해 무결성 정보, 보강 정보 등을 생성하여 전송한다.
- 위성통신국(Uplink Station): 중앙처리국으로부터 수신된 위성항법 보강 정보의 무결성을 확인하고 이 정보를 위성기반 보강신호로 인코딩하여 정지궤도 위성을 통해 사용자에게 전송한다.
- 정지궤도 위성(GEO): 항법탑재체를 통해 위성항법 보강 메시지를 위성기반으로 사용자에게 제공하여, 인명의 안전 보장성이 높은 위성항법 서비스의 제공을 가능하게 한다.

2.2 기존 항행안전시설의 문제점 및 SBAS의 필요성

항공기는 이륙–상승–순항–공항 접근–착륙의 5단계를 거치며 출발지로부터 목적지까지 비행을 하게 된다. 이러한 과정에서 기존의 항행안전 시설에는 다음과 같은 몇 가지 문제점이 존재한다.

첫째. 방위 정보와 거리 정보를 무선 전파로 제공하는 전방향표지 시설을 주요 항공로의 지상 지점에 설치하여 운용하고 있으나, 설치 지점으로부터 거리가 멀어질수록 약 2Km에 달하는 상당한 거리의 오차가 발생하게 되는 문제점이 있다.

둘째, 항공기가 안전하게 착륙할 수 있도록 지원하는 계기착륙 시설의 경우 활주로의 방향별로 방위각제공 시설, 활공각제공 시설, 거리측정 시설 등을 설치해야 하므로 여러 개의 활주로를 운영하는 공항은 활주로 방향별, 개수별로 따로 설치하여 운영해야 하는 부담이 있다.

셋째, 계기착륙 시설은 전파를 사용하는 시설의 특징 때문에 주변 지형이나 건물 등 장애물에 영향을 많이 받는다. 계기착륙 시설의 성능을 확보하기 위해서는 일정 고도와 평평한 부지 면적의 확보가 필요한데, 국내 여건상 어려움이 있다.

이렇듯 기존의 지상 기반 항행안전 시설은 가시거리권내에 전파 통달 범위가 한정되어 있고, 정밀하지 못한 항로와 이·착륙 경로로 인해 공항의 공역 용량 확장 또는 미래의 항공교통 수요를 만족하는데 한계를 나타내고 있다.

이에 따라 이러한 기존 항행안전 시설의 문제점을 개선하기 위해서는 SBAS의 도입이 필요하다.

2.3 SBAS의 국내·외 추진 현황

2.3.1 국외 현황 및 계획

현재 전세계에서 SBAS를 보유하고 있는 국가는미국, 인도, 일본, 유럽 등이다(Table 1).

Table 1. SBAS Construction Phase(Status)[14]

구분	WAAS	EGNOS	MSAS	GAGAN
Nation	the United States	Europe	Japan	India
Supervising agency	Federal Aviation Administration	European Space Agency	Ministry of Land, Infrastructure and Transport	Indian Air Corporation
Operation Initiation	2003	2011	2007	2015
Usable Satellite	INMARSAT (3ea)	INMARSAT (3ea)	MTSAT (1ea)	GSAT (3ea)

이들은 모두 GPS 기반의 시스템으로서, 인공위성을 이용하여 해당 지역에서의 사용을 위해 구축되었다 다음에서는 이 네 가지 시스템에 대해 간략하게 알아본다.

먼저 미국의 경우, 항공기의 안전한 착륙을 위한 WAAS는 보정된 GPS 정보를 제공할 수 있도록 미국의 연방항공국(FAA)이 개발하여 2003년에 개통된 광역보정 시스템이다. 미국 전역에 25개의 GPS 수신소를 설치하여 24시간 위성 신호를 수신하고, 수신된 위성 신호로

각각의 위성 상태를 모니터링하여 오차를 계산한다.

25개의 수신소에서 보정된 GPS 신호를 두 곳의 송신소(미국 서부해안, 동부해안)에서 정지위성으로 신호를 발사하고, 이 보정된 신호를 정지위성은 다시 지구로 중계하는 방법을 사용한다. 정지위성에서 중계되는 GPS 신호는 WAAS가 장착된 비행기나 손에 들고 다니는 휴대용 GPS 수신기 등에서 쉽게 수신할 수 있다.

WAAS는 3개의 중앙처리국, 38개의 기준국, 6개의 위성 통신국, 3개의 정지궤도위성, 2개의 운영센터 등으로 구성되어 있다.

WAAS의 단계별 구축 및 업그레이드 진행 현황은 다음과 같다.

- 1단계(2003년) – 무결성, 잠재적 위협 평가를 위해 전문가 그룹을 구성하여 개념적인 연구를 수행함.
- 2단계(2003년~2008년) – 관측된 전리층위 문제 해결 제시 및 수직오차(35m 이내) 해결을 위해 위험안전 관리 및 의사결정 개념을 도입함
- 3단계(2009년~2013년) – 전리층 문제 해결을 위해 시스템 보완 및 무결성 보증, 데이터 감지
- 4단계 (2014년~2028년) – 심각한 태풍의 영향을 받을 시에도 가용성과 연속성을 향상시키고, GPS 간섭을 대비한 추가적인 방비 제공[8-12]

유럽의 경우, 정지위성에 이용하여 의사거리 보정치를 전송하는 광역 DGPS 서비스(GNOS)를 운영하고 있다. EGNOS는 범 유럽의 해양 및 항공, 육상, 그리고 운송 분야에 항법 신호를 제공하며, 기존의 GPS 전위장치(Front End)를 그대로 사용할 수 있는 특징을 가지고 있다.

유럽위원회는 2006년부터 주변 국가로 EGNOS 서비스 영역을 확장하기 위한 작업을 수행하고 있다. 이 프로젝트를 통해 북아프리카, 지중해 연안 주변의 중동국가 알제리, 이집트, 이스라엘, 요르단, 레바논, 리비야, 모로코, 팔레스타인, 시리아, 튀니지를 포함한 지중해 국가들이 EGNOS 서비스를 채택하고 개발할 수 있도록 기술지원 활동 프로그램을 수행하고 있다

유럽위원회(EC)는 2006년부터 주변 국가로 EGNOS 서비스 영역을 확장하기 위해 일련의 작업들을 수행하고 있다. MEDUSA라 불리는 이 프로젝트는 북아프리카, 지중해 연안 주변의 중동국가 알제리, 이집트, 이스라엘, 요르단, 레바논, 리비야, 모로코, 팔레스타인, 시리아, 튀니지를 포함한 지중해 국가와 유럽 간 각료회의를 통해 EGNOS 서비스 영역 확장을 위해 진행 중인 유럽의 발의 중 하나이다. 이 프로젝트를 통해 이러한 국가들에게 유럽의 GNSS 서비스를 채택하고 개발 할 수 있도록 기술지원 활동 프로그램을 수행하고 있다.

EGNOS는 현재 진행되고 있는 유럽의 전지구 위성항법시스템인 Galileo를 이용한 유럽 최초의 항법시스템으로서, EGNOS의 신호는 국제 상호운용성 표준인 MOPS와 ICAO의 SARP를 준수하는 SBAS이다.

EGNOS의 현재 버전(V2)은 미국의 위성항법시스템이 제공하는 신호를 보강하여 GPS의 위치 정확도를 향상할 수 있도록 보정 정보와 무결성 정보를 제공하고 있다. EGNOS V3은 Galileo 신호를 보강할 수 있도록 계획되었다. 2011년부터 항공 분야에서 사용되었고, 이미 150개 이상의 착륙 절차 만들어 노르웨이, 스위스, 건지섬 및 유럽 국가에서 운영하고 있다.

EGNOS는 남유럽, 북아프리카, 몇몇 중동 국가를 포함하는 지역에 걸쳐 서비스를 제공할 수 있는 3기의 정지궤도위성과 지상 기준국 네트워크로 구성되어 있다. EGNOS 네크워크는 점진적으로 서비스 영역을 확대할 수 있도록 유연한 네크워크 구조를 지원한다. 초기에 계획된 서비스 범위가 EU 국가에서 인근 국가로 확대되어 그 수혜 국가의 수는 증가하고 있다[10-14].

일본은 GEO가 없는 상황에서 2002년 1월부터 2월까지 지상 시스템만을 이용하는 MSAS 실험이 센다이 공항에서 진행되었다. GEO 없어 지상시스템으로만 실험을 할 수밖에 없는 상황이어서 지상시스템에서 보정되어 계산된 정보는 공항의 전송장치로 실험 항공기에 전송하여 진행되었다.

MSAS는 보정 메시지를 영역 내에 방송하는 서비스 시스템으로서, 1999년 MTSAT의 발사 실패 이후 잠시 주춤하였으나, 2009년부터 2기의 GEO를 운용하고 있다. 또한 고베와 히타치오타 두 곳에서 항공위성센터를 운영 중이며, 도쿄, 나하, 후쿠오카, 삿포로 등에 감시국(광역기준국에 해당)을 두고 있다.

MSAS는 2기의 GEO를 이용하여 SBAS 신호를 방송하고 있으며, 2007년 9월부터 공식적으로 항공용 서비스를 시작하였다. 현재 후쿠오카 비행정보구역 내에서 항로부터 비정밀 접근이 가능한 GPS 보강정보를 생성하고 있으며, 전리층 영향으로 인하여 수평 방향으로만 유도 서비스를 제공하고 있다. 2015년 8월 기준 51개 공항에서 접근 절차를 제공하고 있다. 2020년 이후에는 전리층 모델 관련 알고리즘 개선을 위하여 기준국을 13기까지 확장하여 수직 방향의 유도 서비스를 포함하여 서비스 영역을 확장할 계획이다[10, 11, 15].

인도의 경우에는 위성기반 보강시스템인 GAGAN을 개발하고 구축하여 운용 중이다. GAGAN은 적도 지역에

서 최초로 서비스 되는 광역 보정시스템으로 ISRO와 AAI가 공동으로 프로젝트를 진행하였다.

GAGAN의 GEO 위성은 SBAS 항법데이터를 전송한다. SBAS 메시지 데이터 포맷은 ICAO 규정을 따르며 항공용 SBAS 수신 장비에 적용되도록 최소 성능 요구사항을 따른다.

GAGAN은 15개의 기준국과 개의 중앙제어국, 3개의 위성통신국, 2개의 GEO로 구성되어 인도의 공역에 신호를 송출하고 있고, 다음과 같이 단계별로 구축되었다[10, 11, 16. 17].

- 1단계: 시스템 개발(2004년) – 기술검증 시스템
- 2단계: 인마셋 구축(2007년) – 인마셋 4F1 임차
- 3단계: 2011년 : GSAT-8 – 2012년 : GSAT-10
  2013년 : RNP 0.1 인증 – 2014년 : 사용인(En-route)
  2015년 : 위성발사 – 2015년 : 인증(APV 1.0)

2015년 5월 18일 한국과 인도는 정상회담을 통해 양국 관계를 '특별 전략적 동반자 관계'로 격상시키기로 결정하였다. 이와 관련하여 현재 개발 중인 한국초정밀 GPS 보정시스템인 KASS와 인도의 시스템인 GAGAN 간 상호운용 협력 및 관련 경험을 공유하기로 합의하였다.

2.3.2 국내 현황 및 계획

한국형 위성항법보강시스템인 KASS 시스템은 ICAO의 요구 성능을 만족하기 위하여 2014년 10월 사업을 착수하였다. 2020년 7월 공개 서비스를 2022년 상용 서비스를 목표로 사업을 추진하고 있다(Table 2).

KASS의 세부 시스템 중 하나인 기준국 시스템은 국제기준에 부합하는 SBAS 기준국 구축을 위한 사이트 선정 및 기준국 시스템 개발을 목적으로 추진하고 있다.

기준국 사이트 선정 환경조사 및 선정 기술에서의 환경조사 절차 개발은 기준국/감시국 및 기타 지역의 전파수신 환경 조사 절차의 설계 및 개발을 수행한다. 국외협력업체 상세요구사항, 국제 위성항법 관측망(IGS), 미국 국가측지국(NGS) 등을 참고하여 환경조사 상세 요구사항 도출 및 절차를 확정한다[18, 19].

Table 2. KASS Construction Phase(Status)[18]

Year	Propulsion details
2014	Research, Development Propulsion
2019	System Development and Deployment Completed
2020	Launch Public Service and Certification of Performance
2022.10	Provide operational services for aviation

한국형 정밀 GPS 위치보정시스템인 KASS는 2014년부터 추진한 연구·개발을 바탕으로 2020년에 공개시범서비스의 시행이 예정되어 있고, 2022년의 본격 시행을 위하여 2020년부터 인프라 구축을 추진하고 있다.

KASS의 시스템 구성은 기준국, 위성통신국, 통합운영국, 중앙처리국, 정지궤도 위성으로 이루어진다. 현재 양주, 양양공항, 광주, 제주공항, 제주위성 추적소, 영도, 울릉도 동도등대에 기준국의 구축을 추진 중이며, 인천에 통합운영국, 청주공항에 중앙처리국 구축을 추진하고 있다. 이외에도 영주와 금산에 위성통신국을 추진 중에 있으며, 정지궤도 위성 1기의 계약을 추진한 바 있다[20, 21].

3. KASS 도입 시 예상 문제점 및 대응방안

수백만 명의 승객들이 매일 세계 곳곳으로 이동함에 따라 공항의 공역이 갈수록 혼잡해지고 있으나, 현재의 지상기반 항행안전시설로는 근본적인 해결이 어려운 것이 사실이다. 이러한 가운데 한국형 정밀위성항법시스템인 KASS를 이용하면 정확한 위치정보를 기반으로 빠르고 안전한 하늘 길을 구축하는 것이 가능할 것으로 예상된다.

우리나라는 한국형 SBAS를 KASS로 명명하고, 국토교통부 주관 연구개발 사업으로 APV-1(수평 16m, 수직 20m, 결심고도 75m)의 정확도와 신뢰성을 갖춘 SBAS의 개발 및 구축 사업을 진행 중에 있다. 본 사업은 검증과 안정화 작업을 걸쳐 2022년 10월부터 항공용 서비스로 확대될 예정으로 KASS를 항공분야에 이용하게 되면 다양한 장점을 가져올 것으로 예상된다.

그러나 이러한 장점들을 최대한 활용하기 위해서는 해결해야할 문제점 또한 존재한다. 본 장에서는 해결 과제를 정서적인 측면, 기술적인 측면, 비용적인 측면, 운행안전성 측면 등 네 가지 관점에서 분석하고, 여기에 대한 대응방안을 제시한다.

3.1 정서적인 측면

3.1.1 문제점

기존 항행안전시스템은 1980년대부터 체계적으로 항행시스템을 확충하여 인천공항 항행시설 14만 시간 무중단 운영, 항공여객 1억명 돌파 등 우리나라가 세계 제6위의 항공강국으로 도약하는데 기여를 한 바 있다[22].

이에 반해 구축을 추진하고 있는 KASS는 국내에서 검

증이 되지 않아 완벽하게 안전하다는 항공기 이용자들의 인식을 확보하기 어려운 문제점을 가지고 있다. 기술의 발전이 빠르고 완벽에 가깝도록 개발되고 있다고는 하지만, 기존에 수십년간 안정적으로 운영해오던 시스템을 사용하는 항공기를 이용할 것인지, 아니면 국내에 설치된 적이 없는 검증되지 않은 새로운 시스템으로 운영되는 항공기를 이용할 것인지 라는 질문을 항공기 이용자에게 질의 한다면 정서적으로 당연히 기존 시스템을 선호할 것으로 예상된다.

3.1.2 대응방안

위에서 정리한 항공기 이용자의 KASS 도입에 대한 정서적인 문제를 해소하기 위해서는 항공기를 이용하는 고객들에게 KASS의 장점에 대해 꾸준하게 홍보하고, 자연스러운 기술의 전환으로 받아들여질 수 있도록 보다 안정적으로 운영하는 모습을 보여주는 것이 중요하겠지만, 사실 이것은 오랜 기간 무사고 운행 실적을 달성하여 안전성을 실증하는 방법 외에는 대안이 없을 것이다.

KASS는 이용·유지보수 측면에서 장점이 많은 시스템인 것이 사실이지만, 항공기를 이용하는 승객들에게는 이러한 장점들이 가시적이지 않을 수 있다. 이러한 측면을 고려하면, 항공기의 이용 승객들도 사용할 수 있는 서비스의 개발이 필요하고, 대표적인 예로는 고객의 휴대폰 등으로 항공기 GPS 정보를 제공하여 이동 경로를 표시해 주는 서비스 (국외 여행 또는 출장 시 이용 승객에게 지도상에 이동 경로 및 이동 시간 등의 비행 정보를 제공하여 그동안 여행 다닌 곳의 비행 경로를 지도상에서 한눈에 확인할 수 있는 서비스)를 들 수 있다.

3.2 기술적인 측면

3.2.1 문제점

우리나라는 전세계에서 유일하게 휴전 지역으로서, GPS 재밍 공격(위성항법 신호의 수신 방해)의 위험에 가장 크게 노출되어 있다고 볼 수 있다. 재밍 공격에는 다음과 같은 종류가 포함된다.

- 전파방해: 위성항법신호에서 사용하는 동일한 주파수대에 강한 전력의 주파수를 발생시켜 수신을 방해(Jamming)
- 전파기만: 상용 GPS 신호로 거짓 정보의 고출력 위성항법 신호를 생성하여 위성항법 수신기가 위치 인식을 잘못하도록 함(Spoofing)
- 항법방해: 교란용 송신기로 위성항법 신호를 수신한 뒤 저장하고 있다가 정상적인 신호와 시차를 두고 재발송하여 수신기의 혼란을 줌(Meaconing)

재밍 공격을 받게 되면 해당하는 방위각의 정상적인 신호를 수신할 수 없게 되는데, 이렇게 되면 최소 4개의 위성신호(충분한 위치정보 획득을 위해 필요한 위성신호)를 수신하지 못하게 될 가능성이 크다.

이렇게 된다면 항공기의 안전성에 엄청난 문제가 발생할 소지가 있으며, 이는 항공기 이용 승객의 생명과 밀접한 관계가 있기 때문에 반드시 해결되어야 하는 문제이다.

3.2.2 대응방안

KASS의 안정성이 확보되기 전까지는 단독으로 운영하지 않고 현재 운영하고 있는 항행안전시스템을 주로 사용하고 KASS를 보조로 사용할 가능성이 크므로 당장 문제가 발생하지는 않겠지만, 재밍 대항 안테나 및 기술력 개발과 같은 대응 방안의 마련이 필요하다.

재밍 공격에 대한 대응 기술에는 다음과 같은 것들이 포함된다.

- 재밍대항 안테나: GPS 재머로 인해 상대적으로 강한 신호가 발생하는 방위각의 수신 데이터는 무시하고, 무시된 방위각 이외의 안테나는 수신을 계속 받는 수신패턴의 제어가 가능하게 하여 재밍 환경에서도 지속적인 GPS 데이터를 수신 및 분석이 가능하도록 한다.
- 필터링 기술(Front-End): 강한 신호가 수신기에 입력되면 대역 이외의 신호를 제외하고 위성항법 신호만 통과시킨다.
- 자동이득조정 기술: 왜곡된 위성항법 신호를 추적할 경우 동기신호를 잃어버리게 되는데, 이런 경우 신호를 수신기에 전달하지 않는 것도 하나의 방법일 수 있다.
- 디지털 항재밍 신호처리기술: 전처리 항재밍 위성항법 시스템의 대표적인 기술로 수신신호가 복조되기 전, 신호 샘플을 통해 간섭신호 및 재밍을 제거하는 기술이다.

3.3 비용적 측면

3.3.1 문제점

KASS가 구축되고 현재의 항행안전시스템을 그대로 유지하게 된다면 유지보수 비용 및 인력이 증가하여 유지보수 기관의 부담이 증가될 것이다.

반대로 현재 사용하고 있는 항행안전시스템을 사용하지 않고 KASS만 사용하게 된다면, 현재 운영 중인 인력의 감소가 예상되므로 이에 따른 대책 마련도 필요하다.

그리고 현재 대부분의 공항에서는 계기착륙시설를 운

영하고 있는데 거리가 멀수록 오차가 커지기 때문에 비콘과 같은 시설을 추가로 설치해야 하는 부담도 가지고 있다. 또한 항공기는 모두 정해진 경로를 따라 이동해야 하기 때문에 항로가 매우 제한적이며, 항공기 스스로 자신의 정확한 위치를 알 수 없기 때문에 수많은 안전장치가 필요하다.

3.3.2 대응방안

KASS를 도입하고 현재 사용 중인 항행안전시스템을 사용하지 않는다면 분명히 유지보수 비용 측면에서는 장점이 있을 것이다.

그러나 KASS 도입 초기에는 두 가지 시스템을 동시에 운영할 것으로 예상되기 때문에 유지보수 인력과 비용 측면에서는 증가 추세를 보일 것으로 판단된다. 하지만, 점진적으로는 이러한 사용·유지보수 비용은 감소할 것으로 예상된다.

또한 KASS 도입을 통하여 기존 항행안전 시스템의 오차를 현저하게 줄일 수 있어 항공기의 항로를 개선하여 비행 간격 단축, 운항비용 절감, 지연 운항 해소등의 시간적, 경제적 손실을 최소화할 수 있다(Fig 2).

그리고 KASS 도입으로 인하여 발생할 수 있는 비용절감 항목으로 연료절감 효과, 탄소배출절감 효과, 지연 및 결항감소 효과. 사고위험감소 효과, 기존 시설 대체 효과 등을 환산한다면 그 시너지 효과도 상당할 것으로 예상된다.

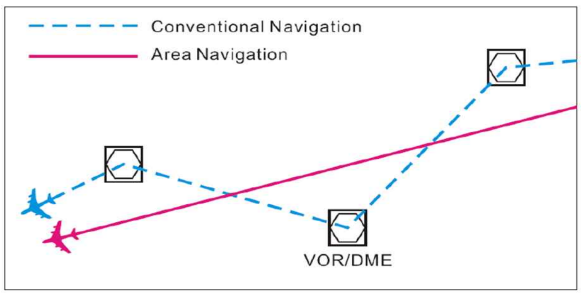

Fig. 3. Comparison of Conventional Navigation and Area Navigation[22]

3.4 운행 안전성 측면

3.4.1 문제점

국내 안전사고 위험 감소을 위한 시스템 개발의 필요성과 글로벌 스탠다드의 중요성이 부각됨에 따라 항공분야에서도 안전을 위한 시스템 개발과 장비 구축에 대한 중요성이 더욱 커지고 있다.

만일 KASS로 사용하고 있는 위성 중 단 한 개라도 문제가 생기게 된다면 이는 항공기 안전에 직접적인 위험이 될 수 있다. 일반적으로 GPS 신호를 사용하는 지상의 서비스는 수초의 수신 지연이 발생하더라도 생명에 크게 지장을 받는 일은 없을 것이다. 하지만 항공기의 경우 수신 지연이 단 몇 초만이라도 발생하게 되면 그 동안에 수십~수백 미터를 운행하게 되는데 이 거리 동안의 안전을 보장할 수 없게 된다.

3.4.2 대응방안

항행안전시스템은 생명과 직결되는 시스템이므로 적게는 2~3개 많게는 4~5개의 예비(back up) 시스템이 추가로 구성된다. 앞에서 언급한 바와 같이 KASS가 도입 완료되면 기존의 항행안전시스템은 사용을 하지 않게 될 것으로 예상된다. 기존 시스템을 예비 시스템으로 유지하여 사용하게 되면 유지보수 비용이 발생할 수 있겠지만, KASS 전용 예비 시스템을 추가로 구축하는 것보다는 비용적인 측면에서 이득일 것이며, 기존에 안전성이 검증된 시스템인 만큼 사용에 무리가 없을 것으로 판단된다.

단 KASS 시스템에서 수신 오류가 발생할 경우 이를 최단 시간에 파악하여 기존의 재래식 항행안전시스템으로 전환하여 줄 수 있는 감시 시스템 및 전환 시스템의 개발이 필요할 것이며, 수 초안에 이루어져야 하는 시스템 전환을 위하여 관련 절차 수립 및 시스템의 충분한 테스트를 진행하는 것이 사전에 필요할 것이다.

4. 국내 항행안전시스템의 개선 기대효과

국내 항행안전시스템의 대부분은 외산 장비에 의존하고 있다. 그 이유는 간단한데, 국내 공항의 숫자가 많지 않아 수요가 적기 때문에 국산 장비의 개발을 진행하는 것에 대한 부담이 크고, 설령 개발이 가능하다 하더라도 이를 구축하여 설치한 공항이 존재하지 않기 때문에 신뢰성을 확보하는데 기간이 오래 걸리며, 안정적으로 운영하고 있는 기존의 장비 시장에 진입하기는 사실상 불가능에 가깝기 때문이다.

하지만 현재 전세계적으로 항행시스템은 위성항법 체계로 전환되고 있는 중요한 시기이며, 2022년 KASS가 구축되면 항공기의 위치 및 정보를 실시간으로 확인(파악)할 수 있어 보다 효율적이고 정확한 항로를 제공할 수 있을 것이다.

다음에서는 KASS 구축에 따라 예상되는 우리나라 항행안전시스템의 개선 효과들을 정리한다.

첫째, 항공기의 활주로 접근 및 착륙 방식은 항행안전시설의 설치 유·무에 따라 정밀 및 비정밀 접근절차로 구분된다. SBAS 기반의 접근절차를 사용하게 되면 전방향표지 시설, 계기착륙 시설 등의 장비를 설치하지 않아도 비정밀 접근절차를 운용하는 활주로 상에서 정밀접근에 근접한 수직유도 접근절차를 제공해 안전도를 개선할 수 있게 된다. 또한 정밀접근절차 운용 활주로 상에서 계기착륙 시설이 고장났을 때도 대체 시설로 활용이 가능하게 된다.

둘째, 항공기가 의도하지 않게 산이나 지면 등의 장애물로 비행하여 생기는 기체 파손 사고는 대부분 수직정보 부족으로 발생한다. 이에 따라 ICAO는 제37차 총회 결의 사항(37-11)으로 2016년까지 모든 접근절차에 수직유도 정보의 제공을 의무화하였다. 이에 따라 SBAS에 의한 수직유도 접근 절차가 항공안전에 많은 기여를 하게 될 것으로 예상된다.

셋째, SBAS는 항공기가 출발하여 목적지 공항까지 비행하는데 모든 비행 단계별로 요구되는 지역 항법 및 필수 항행 성능을 지원하여 성능기반항행(PBN)을 가능하게 해 준다. 이를 통해 공역 및 계기 비행 절차를 더욱 효율적으로 설계할 수 있는 유연성을 확보할 수 있게 된다.

넷째, 계기착륙 시설이 없거나 전방향표지 시설만으로 운영하고 있는 공항 및 활주로 상에서 SBAS 기반의 낮은 시정치(결심고도 75m)로 착륙이 가능하게 되어 대체 공항으로 회항하거나 항공기가 취소되는 횟수가 줄어드는 등 항공기의 지연도 감소될 것으로 예상된다.

다섯째, SBAS 기반의 PBN을 활용하면 오차가 적은 항공로 운행을 통해 비행연료 절감과 소음 및 탄소배출 감소 등 친환경적이고 경제적인 부분에 기여할 수 있다.

여섯째, SBAS는 자동종속감시방송 시설의 감시 요구사항을 충족하는 위치 정확도와 무결성을 제공할 수 있게 된다.

일곱째, 무인항공기 수요가 급증하면서 비행 안전성에 대한 염려가 증가되고 있는데 SBAS는 GPS 위치정보에 비해 정확한 위치를 제공하므로 무인항공기의 비행 안전성에도 기여할 수 있게 된다.

5. 결론

SBAS는 항행안전시스템의 정밀도 향상, 한정적인 자원의 절약 등의 측면에서 도입이 필요한 시스템임은 분명하나, 다른 선진국에 비해 한국은 SBAS의 도입이 다소 늦은 편이다. 미국, 유럽, 일본 등 SBAS를 보유한 선진국에서는 2025년경 전세계를 대상으로 서비스가 가능하도록 현재 시스템의 개량 및 성능 개선을 추진하고 있다.

하지만 반대로 본다면 선진국들이 구축하여 사용하고 있는 안정적인 시스템을 도입하여 활용함으로써 KASS 도입의 시행착오를 줄일 수 있다는 장점도 분명히 존재한다. 따라서 KASS는 기구축된 선진국들의 사례를 기반으로 하여 구축을 추진하는 것이 바람직할 것이다. 즉, KASS 구축 시 새로이 도입될 미래 항행시스템에 대하여 특정 선진국에 전적으로 의존하지 않을 수 있으므로 국내 일자리 창출과 항공 및 운항 산업의 잠식을 예방할 수 있음은 물론이고 차세대 항공산업 발전에 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

KASS가 구축되어 운영되면, 정밀접근 및 이착륙까지 항행안전시스템을 사용하지 않아도 되므로 비용 절약, 항공로 혼잡 해소를 통한 결항 및 이·착륙 지연 감소, 항공기 수용 능력 확대, 탄소배출 저감, 미래 항공수요 대처 및 항공교통 안전성 향상, 항공사고 감소 등 많은 효과를 거둘 수 있을 것으로 기대된다.

결론적으로 향후 항공수요 증가로 인해 현재보다 더욱 극심한 경쟁 시대에 돌입하게 될 것으로 예상되는데, 이러한 경쟁에서 살아남기 위해서는 하루라도 빨리 KASS의 도입이 필요하다.

본 연구에서는 항행안전을 향상시킬 수 있는 SBAS의 국내외 추진 현황을 살펴보고, 한국형 SBAS인 KASS 도입 시 발생할 수 있는 문제점을 도출하여 위험을 방지할 수 있는 방안을 제시하고, KASS 운영을 통해 기대되는 국내 항행안전시스템의 개선 효과를 정리하였다. 이를 통해 본 연구의 분석 내용은 이 분야의 학술적인 연구에서 참조할 수 기반 자료가 될 수 있을 것으로 기대된다.

본 연구의 내용을 바탕으로 향후 이 분야에서 연구가 추진되어야 할 내용 중의 하나는 KASS 도입을 통한 항행안전시스템의 변화를 보다 체계적으로 예측하고, 이러한 변화에 대응하기 위한 실질적이고 유용한 방안을 제시하는 것이다. 또 다른 주제로는 KASS 구축 후 개선된 시스템의 성능을 실증적으로 분석하여, 개선 효과를 명확하게 살펴보고, 혹시라도 부족한 측면이 있으면 개선을 제안하는 연구가 필요하다고 판단된다.

REFERENCES

[1] Kim Hyeong ho, Jun Jun u & Yoe Gi tae. (2018). Forecasting Model of Air Passenger Demand Using System Dynamics. *Journal of Digital Convergence*, 16(5), 137?143. https://doi.org/10.14400/JDC.2018.16.5.137

[2] Kim Jeong hun, Kim Tae un & Yoo Dong hui. (2019). Analysis of the Factors and Patterns Associated with Death in Aircraft Accidents and Incidents Using Data Mining Techniques. *Journal of Digital Convergence*, 17(9), 79?88. https://doi.org/10.14400/JDC.2019.17.9.079

[3] Lee Byeong seok. (2015). SBAS Overseas Operations Center Case. *SBAS Program Office*. http://www.kass.re.kr/bbs/config/filedown.php?f_idx=27

[4] Kim Je cheol.(2015). A Study on the Establishment of the 5th Airport Development Mid- and Long-term Comprehensive Plan. *PRISM*. http://www.prism.go.kr/homepage/origin/retrieveOriginDetail.do?cond_organ_id=1613000&research_id=1613000-201500052&pageIndex=1&leftMenuLevel=120

[5] Lee S U, Hyoung C H, You M H, Sin C S, Ahn J Y. (2016). Trends of GNSS Augmentation System and lts Technologies. Electronic Communication Trend Analysis(pp. 20-31). Daejeon : Electronics and Telecommunications Research Institute

[6] Lee Yeong hyeok. (2017). A Study on the Advancement of National Navigation Safety Facility Operation. *PRISM*. http://www.prism.go.kr/homepage/entire/retrieveEntireDetail.do?research_id=1613000-201700080

[7] Nam Gi uk. (2013). A Study on the Establishment of Satellite Navigation Correction System Management Operation System for Aviation. *PRISM*. http://www.prism.go.kr/homepage/origin/retrieveOriginDetail.do?cond_organ_id=1613000&research_id=1613000-201300072&pageIndex=1&leftMenuLevel=120

[8] Nam Gi uk, Huh Mun beom, Shim Ju yeong. (2007). Current Status of Satellite Navigation System and Reinforcement System. Aerospace Industries Technology Trend(pp. 65-74). Seoul : Korea Aerospace Research Institute.

[9] Kim Geun su. (2010). A Study on the Promotion of Navigation Safety Related Industry. *Government e-Learning Platform*. http://e-learning.nhi.go.kr/mobile/oer/view/oerCntnsView.do?id=89193&cid=NB00012006120110005954 4

[10] Lee Gun Young. (2014). A Study on the development and Implementation of Multi-purpose All Airspace Satellite Based Augmentation System(SBAS). *The Korean Society for Aviation and Aeronautics*, 22(1). 15-21. http://dx.doi.org/10.12985/ksaa.2014.22.1.015"

[11] Kim Tae Sik, Jang Jae Won. (2013). Technology Trends on the Multilateration of Aeronautical Surveillance. Aerospace Industries Technology Trend(pp. 24-32). Seoul : Korea Aerospace Research Institute.

[12] Han Ji Ae, Lee Eun Sung, Kim Youn Sil, Kang Hee Won, (2018). Plan of KASS NOTAM Service Provision & System Architecture Through Analysis of Overseas Case. *Journal of Advanced Navigation Technology*, 22(2), 96-104. https://doi.org/10.12673/jant.2018.22.2.96

[13] Park Jae ik. (2015). European Union EGNOS Service Extension Project. *SBAS Program Office*. http://www.kass.re.kr/bbs/config/filedown.php?f_idx=26

[14] Yoon Sange un. (2018). Trends in Satellite Navigation Reinforcement System (SBAS) Operation. *Korea Aerospace Research Institute*. https://www.kari.re.kr/cop/bbs/BBSMSTR_000000000151/selectBoardArticle.do?nttId=6926

[15] Yoon Yeong seon. (2015). MSAS Operation Status and Plan in Japan. *SBAS Program Office*. http://www.kass.re.kr/bbs/config/filedown.php?f_idx=91

[16] Lee Jaee un. (2015). Trends and Implications of GAGAN Technology in India's Satellite Navigation Reinforcement System. *SBAS Program Office*. http://www.kass.re.kr/bbs/config/filedown.php?f_idx=30

[17] Lee Hyeong ryeol. (2012). A Study on the Improvement of Navigation Safety Service through the Analysis of User Satisfaction in Navigation Safety Facilities(pp. 1-69). Gyeonggi Province : Korea Aerospace University

[18] Son Min hyeok. (2016). KASS Standards Bureau Technical Development Plan. *SBAS Program Office*. http://www.kass.re.kr/bbs/config/filedown.php?f_idx=91

[19] Hong Ji pyo, kim yeong pil. (2020). Design Case of New Instrument Landing System (ILS/DME) in Cheongju International Airport. Corporation yooshin. *Technical bulletin of bulletin 26*. http://www.yooshin.com/technique_yooshin/technical_bulletin_list.asp?tableName=BOARD_TECH&b_etc=%C1%A6%2026%20%C8%A3%20%B1%E2%BC%FA%C8%B8%BA%B8

[20] The Korean Navigation Institute. (2014). CNS TODAY 8. Sejong City : KANTIS. Ministry of Land, Infrastructure and Transport

[21] Han Young hoon, Park Sul Gee, & Park Sang-hyun. (2016). A Site Environment Analysis of NDGPS Reference Stations Co-operating for SBAS. *Journal of the Korea Institute of Information and Communication Engineering*, 20(9), 1696-1703. https://doi.org/10.6109/JKIICE.2016.20.9.1696

[22] Han Jae hyeon. (2012). Master plan for Technology Development of Multi-purpose Wide Area

Augmentation System. *SCIENCS ON*. https://scienceon.kisti.re.kr/srch/selectPORSrchReport.do?cn=TRKO201600003789

김 영 필(Yeong-Pil Kim) [정회원]

· 2005년 10월 : ㈜안세기술
· 2011년 7월 : 대영유비텍 주식회사
· 2015년 6월 : ㈜기술과가치
· 2017년 8월 ~ 현재 : ㈜유신 공항부
· 2021년 2월 : 동국대학교 경영정보학과 정보시스템 전공(경영학 석사)
· 관심분야 : IT 서비스, IT 거버넌스, 항행안전시스템, 항공정보통신, KASS
· E-Mail : phil0021007@naver.com

황 경 태(Kyung Tae Hwang) [정회원]

· 1983년 2월 : 연세대학교 상경대학 응용통계학과(경제학사)
· 1986년 5월 : 조지워싱턴대 경영학과(경영학석사)
· 1991년 12월 : 뉴욕주립대 경영학과(경영학 박사)
· 1994년 9월 ~ 현재 : 동국대학교 경영대학 경영정보학과 교수
· 관심분야 : IT 전략, IT 서비스 관리, IT 거버넌스
· E-Mail : kthwang@dongguk.edu