

# ICAO 표준 기반 KASS 운영 상 완화조치 및 연속성 사례 분석

최윤정<sup>†</sup>, 배동환, 윤효중, 윤동환

## The Analysis of KASS Operational Mitigation Methods and Continuity Cases Based on ICAO Standards

Yun-Jung Choi<sup>†</sup>, Dong-Hwan Bae, Hyo-Jung Yoon, Donghwan Yoon

Department of UAM-ANS-Security Department, Korea Institute of Aviation Safety Technology, Incheon 22851, Korea

### ABSTRACT

This paper deal with a method for calculating the continuity of Korea Augmentation Satellite System (KASS), which was completed in Korea in December 2023, and a plan to respond in the event that a continuity hazard situation occurs during operation. For this purpose, the International Civil Aviation Organization (ICAO) Satellite Based Augmentation System (SBAS) continuity standards, Wide Area Augmentation System (WAAS), and European Geostationary Navigation Overlay Service (EGNOS) continuity cases are examined in this paper. According to the measures recommended by the ICAO, when the number of continuity risks exceeds a certain level and the level drops drastically, various mitigation operations by country are implemented. Through this, if KASS does not meet ICAO continuity standards in the future, such measures can be referred to. In addition, this paper computes the short-term KASS continuity during the test broadcast period. Although continuity does not meet the ICAO standards, although this test period is too short, further meaningful analysis in the future is required. Additionally, this paper carried out an analysis of the timing and period to systematically calculate the meaningful value of continuity.

**Keywords:** GNSS, SBAS, KASS, continuity, operational mitigation, performance

**주요어:** 위성항법시스템, 위성기반보정시스템, 한국형 항공위성서비스, 연속성, 운영 상 완화조치, 성능

### 1. INTRODUCTION

Satellite Based Augmentation System (SBAS)의 연속성 (continuity)은 시스템이 운용을 시작한 후 예기치 못한 중단 없이 연속적인 서비스 제공이 가능한지에 대한 성능을 말하며, 수치적으로는 각 비행단계 별 단위시간 동안 성능이 유지될 확률을 의미한다. 국제민간항공기구 (International Civil Aviation Organization, ICAO) Standards and Recommended Practices (SARPs)에서 제시하는 Satellite Based Augmentation System (SBAS) 연속성 요구사항은 비행단계 별로 상이하하며, Non-Precision Approach (NPA)는 1-10-6/h에서 1-10-8/h, Approach and Landing Operations with Vertical Guidance (APV)-I의 경우

1-8×10-6/15s로 이는 항공기의 최종접근 100만회 당 8건 이하의 서비스 손실만 허용하는 수준이다.

항공기가 접근절차 수행 시 극심한 전리층 이상상황이 발생하거나 일부 기준국 고장 등이 발생할 경우 SBAS의 무결성 (integrity)을 보장할 수 없는 상황이 발생할 수 있으며, 이러한 경우 서비스가 손실되어 항공기에 missed approach가 발생한다. 이는, 수평/수직 각 성분의 보호수준 (Protection Level, PL)이 경보한계 (Alert Limit, AL)보다 클 경우인 'Horizontal Protection Level (HPL) > Horizontal Alert Limit (HAL)' 또는 'Vertical Protection Level (VPL) > Vertical Alert Limit (VAL)'일 때, 또는 위성 고장이나 SBAS 기준국 등 시스템 고장으로 인해 SBAS 쉷다운이 발생하여 SBAS 신호 자체가 단절되는 경우 보호수준 계

Received Feb 15, 2024 Revised Mar 04, 2024 Accepted Mar 15, 2024

<sup>†</sup>Corresponding Author E-mail: yjchoi@kiast.or.kr



Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

**Table 1.** WAAS continuity requirements compared to ICAO SARPs.

En-Route	LNAV	LNAV/VNAV	LPV	LPV 200
N/A	1-10 <sup>-6</sup> /h	1-8×10 <sup>-6</sup> /15s	1-8×10 <sup>-6</sup> /15s	1-8×10 <sup>-6</sup> /15s
N/A	Within ICAO standard	Same as ICAO standard	Same as ICAO standard	Same as ICAO standard

**Table 2.** EGNOS safety of life service continuity value (ESSP 2023).

En-Route	Terminal	NPA	APV-I	LPV 200
1-1×10 <sup>-3</sup> /h (in most of ECAC)	1-1×10 <sup>-3</sup> /h (in most of ECAC)	1-1×10 <sup>-3</sup> /h (in most of ECAC)	1-1×10 <sup>-4</sup> /15s (in the core of ECAC)	1-1×10 <sup>-4</sup> /15s (in the core of ECAC)
1-2.5×10 <sup>-3</sup> /h (in other areas of ECAC)	1-2.5×10 <sup>-3</sup> /h (in other areas of ECAC)	1-2.5×10 <sup>-3</sup> /h (in other areas of ECAC)	1-5×10 <sup>-4</sup> /15s (in other areas of ECAC)	1-5×10 <sup>-4</sup> /15s (in other areas of ECAC)

산이 불가하여 연속성이 상실된다.

본 논문에서는 ICAO 연속성 권고 기준 및 국외 SBAS 연속성 사례를 살펴보고, 연속성 위해사건의 개수가 일정 수준 이상으로 발생하여 연속성 수준이 극심하게 떨어질 경우 ICAO에서 권고 하는 조치사항과 국가별 대응현황을 고찰한다. 또한 SBAS 연속성 산출 방법을 구현하여 Korea Augmentation Satellite System (KASS) 시험방송 기간 동안 단기간의 연속성을 확인하였으며, 향후 시스템 적으로 유의미한 연속성을 산출하기 위해 포함하여야 하는 분석기간 및 분석시기에 대해 고찰한다. 이를 통해 2023년 12월 국내 구축 완료된 KASS가 연속성을 산출할 방법과 운영 시 연속성 위해상황이 발생할 경우 대응할 수 있는 방안을 제시한다.

## 2. SBAS CONTINUITY REQUIREMENTS AND ACHIEVEMENT STATUS

미국 Federal Aviation Administration (FAA)는 Wide Area Augmentation System (WAAS) 규격서인 FAA-E-2892에 SBAS 연속성 기준을 제시한 바 있으며, Table 1에 이를 ICAO 기술기준과 비교하였다 (FAA 2008). WAAS는 분기별로 Performance Analysis Report (PAN)를 발행하여 연속성 수치 대신 공항 별 SBAS 서비스 손실 횟수인 outage 수치를 제시하고 있다. 2023년 4분기 기준 미국 대부분의 영역에서 0에서 5 정도의 매우 근소한 outage를 갖고 있고, 서비스 영역 외곽 지역 공항에서는 월 평균 outage가 최대 약 120회 정도까지도 발생하는 것을 볼 수 있다 (FAA 2024). 연속성이 끊기는 outage 수치와 연속성 간 관계성은 성능 산출 시 활용하는 sliding window 기법 특성을 통해 개략적으로 유추할 수 있다. 해당 기법에서, window 크기보다 긴 시간 동안 SBAS 신호 상실 시 데이터 처리 단위의 경계 부분에서 outage가 빈번하게 발생할 경우 등 다수의 고려사항으로 인해 단순 환산이 불가하여 outage 수치만으로는 정확한 연속성을 산출할 수 없다. 그러나 분기 당 5 미만의 outage의 경우 보수적인 관점에서도 매우 근소한 수치이기 때문에 WAAS의 core 영역 공항은 ICAO APV-I 연속성 기준을 충족하는 것으로 판단된다. 특히 주요 공항의 경우 APV-I보다 향상된 Localizer Performance with Vertical Guidance (LPV)-200을 현재 활용하고 있을 정도로 안정적인 운영을 보인다.

유럽 European Satellite Service Provider (ESSP)는 European

Geostationary Navigation Overlay Service (EGNOS) 항공용 서비스 정의서 (Service Definition Document, SDD)에 인증요구 성능 뿐 아니라, Table 2와 같이 EGNOS 사용자와 EGNOS Working Agreement (EWA)를 위한 최소보장성능을 동시에 제공하고 있다 (ESSP 2023). 해당 성능은 최소 보장 수치로 EGNOS 사용자의 연속성은 이보다 향상되어 있을 것이다.

EGNOS의 경우 ESSP가 발간한 월간성능분석서 (Monthly Performance Report, MPR)에 정확한 연속성 수치가 나와 있어 ICAO 기준과 명확한 비교가 가능하며, 공항 별로 월간 단위로 산출한 연속성과 APV-I, LPV-200 절차 발행 후 현재까지의 연속성 수치를 제공하고 있다 (ESSP 2024). 이를 통해 European Civil Aviation Conference (ECAC) 본토 대부분에서 ICAO 연속성 기준을 만족하고 있는 것을 볼 수 있다. 그러나 EGNOS 서비스 영역 외곽 지역인 아이슬란드, 노르웨이, 스웨덴, 덴마크 등의 일부 공항에서는 ICAO 기준을 만족하지 못하며, APV-I Outage의 개수도 최 외곽 공항의 경우 월간 30개 이상이다 (ESSP 2024).

인도 GPS-Aided GEO Augmented Navigation (GAGAN)의 경우 인도공항당국 (Airports Authority of India, AAI)이 서비스에 대해 발행한 Aeronautical Information Publication (AIP)에 Required Navigation Performance (RNP) 0.1이 인도 Flight Information Region (FIR) 전체 영역에서 가용하며, APV-I의 경우 인도 본토 대부분의 영역에서 ICAO 연속성을 만족하는 것을 명시하고 있다 (AAI 2015). 또한 온라인으로 5분 간격의 실시간 가용성 지도를 제공한다.

## 3. SBAS OPERATION MITIGATION FOR FAILURE TO MEET CONTINUITY

ICAO SARPs에서는 평균 연속성 위험이 연속성 기술기준을 충족하지 못하는 지역에서도 접근절차 발행이 가능하나, 이러한 낮은 연속성에 대응하기 위해 적절한 운영 상 조치사항 (operational mitigation)이 필요한 것을 명시하고 있다 (ICAO 2023). 즉, 이러한 운영 상 조치는 실질적인 SBAS 연속성을 향상시키는 방법이 아니라, 공항 운영자가 위성항법 기반의 비행계획을 승인하지 않고 재래식 항법시설을 사용하거나 GPS RAIM 기반의 LNAV를 적용하는 등 SBAS를 사용하지 않고 대응하는 수단을 의미한다.

연속성 위험이 높은 상황에서 미국 WAAS의 경우 항공기 조

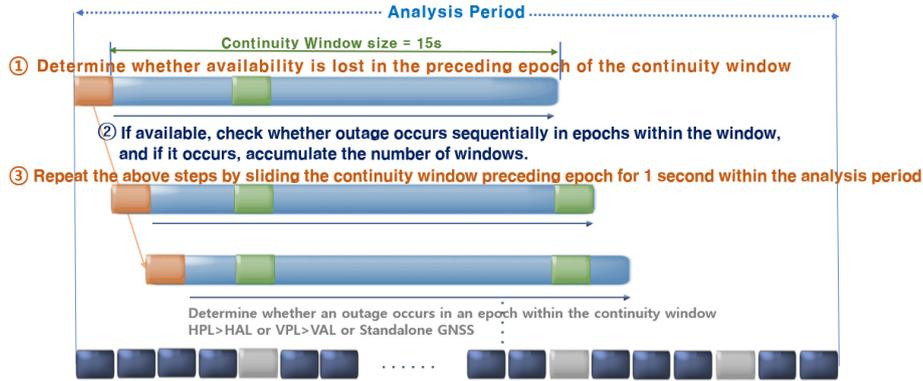


Fig. 1. Concept of SBAS APV-I continuity analysis.

종사는 복행 (go around)을 수행한 후 SBAS를 사용하지 않고 해당 공항 재착륙 또는 대체 착륙공항을 사용하여 착륙하며, 대체 착륙공항 활용 시 재래식 항행시설이 갖추어졌거나, 수직정보가 없는 LNAV (GPS) minima 사용만 승인한다. 유럽 EGNOS의 경우에도 복행 수행 후 재 착륙 시도하는 절차는 동일하나, 대체 착륙공항의 Area Navigation (RNAV)/RNP 차트에 LPV (SBAS) minima뿐 아니라 LNAV (GPS) minima를 병행하여 기재하고 있다. 유럽 항공사는 수립된 대체절차에 적합한 조종사 훈련을 수행하며, 비행계획 수립 시에 적절한 대체 착륙공항을 선정한다. 또한 EGNOS 서비스 영역 외곽 지역의 경우 별도의 연구 수행을 통해 서비스 가능 여부를 판단하였다. 아이슬란드의 경우, APV-I 서비스 제공 전 EGNOS 신호 품질 관련 지역 연구인 EGNOS 보정신호 및 위험 평가 연구를 선제적으로 수행하였으며, 아이슬란드 교통국은 이에 따라 서경 019° 기준 동쪽으로 지역을 한정하여 EGNOS APV-I 접근 방식 설계를 승인 후 EGNOS 사용을 통한 접근절차를 허용하였다 (Kristinsson 2019).

유럽지역 ICAO 사무소에서는 RNP APCH guidance manual 인 EUR Doc 025을 발간하여 절차 수립을 위한 표준 가이드를 제시하였으며, 이 가이드는 비행절차 구축을 다루는 PANS-OPS Doc8168 Vol.2, PBN 공역설계 매뉴얼인 Doc9992, GNSS 매뉴얼인 Doc9849 등을 참조하여 만들어졌다. 해당 절차 중 Activity 12인 Local Safety Assessment에서는 SBAS가 설치될 공항에 장애물 위치, 높이, 대체 항법시설 등을 고려하여 설계된 절차가 적절한지 평가하게 된다 (ICAO 2021).

우리나라의 경우도 이와 유사하게 향후 KASS를 국내 공항에서 운용하기 전 연속성을 확인하고, ICAO 기준보다 낮다고 판단될 경우 국내 항공법령의 비행절차 업무기준에 따라 유관기관 간 협의, 안전성평가 및 검증을 통해 해당 공항에 운영 상 조치사항을 구현해야 할 것이다. 구체적으로는 국토교통부 고시 제2023-246호 비행절차 업무 기준 (Standards for Flight Procedures) 제 18조 (관계기관과의 협의), 제19조의2 (비행절차 안전평가), 제21조 (유효성 확인), 제22조 (문서확인), 제23조 (비행확인) 등의 규정을 적용하여 KASS를 실제 운영 가능한지 검증하는 공항 별 안전평가를 수행하여야 한다.

또한 KASS 서비스 영역의 외곽 지역 및 연속성이 상당히 떨어지는 것으로 분석되는 공항의 경우, 성능 관련 위험 평가 연구를

추가로 수행하여야 한다. 이를 통해 항공기의 KASS 접근 절차 사용 가능 여부에 대한 판단, 특정 지역에 한정된 운용 등을 결정하고 대체 접근절차 방법을 활용할 경우 별도의 조종사 전문훈련을 시행해야 할 것이다.

#### 4. SBAS CONTINUITY CALCULATION METHOD

SBAS 연속성은 1에서 연속성 위해사건 발생확률을 제외한 값이며, 연속성 위해사건 발생확률은 Eq. (1)과 같이 연속성 위해사건 개수를 가용한 window 개수로 나눈 값으로, 분석기간 동안 보호수준을 경보한계와 비교해 연속해서 시스템 사용이 가능한지를 sliding window 기법을 활용하여 추정하게 된다.

$$\text{Continuity Risk} = \frac{\text{total number of continuity outages}}{\text{total number of available windows}} = \frac{\sum_1^{\text{total time}} \text{continuity outages in each slide window}}{\text{sliding window size} \times \sum_1^{\text{total time}} \text{available windows}} \quad (1)$$

EGNOS의 경우 연속성 위해사건인지 여부를 판단하는 window 크기로 NPA의 경우 1시간 (ESSP 2024), APV-I의 경우 15초를 사용한다. 또한 각 sliding window의 선행 epoch에서 시스템이 가용한지 판단하고, 가용한 경우에는 window 내에서 수평/수직 각 성분에 대해 보호수준이 경보한계보다 클 경우 또는 SBAS 시스템 중단 상황이 발생할 경우 중 하나라도 속하는 epoch가 있을 경우에 대한 window 개수를 산출한다.

즉, Fig. 1과 같이 window 별로 선행 epoch에서 HPL > HAL 또는 VPL > VAL일 경우 또는 SBAS 서비스가 중단되어 수신기가 Standalone GNSS 모드로 동작할 경우를 시스템 가용성이 상실된 것으로 판단하며, 가용성이 상실되지 않은 epoch 개수를 누적하여 총 가용한 window 개수를 산출한다. SBAS APV-I의 경우, HPL은 40 m, VPL은 50 m를 사용한다 (ICAO 2023). 이후 후행 연속성 window 내에서 순차적으로 Outage 발생여부를 확인하고, 발생하였을 경우 연속 위해사건으로 식별하여 누적한다. 이러한 연속성 위해사건 개수는 window 크기만큼 중복하여 잡히

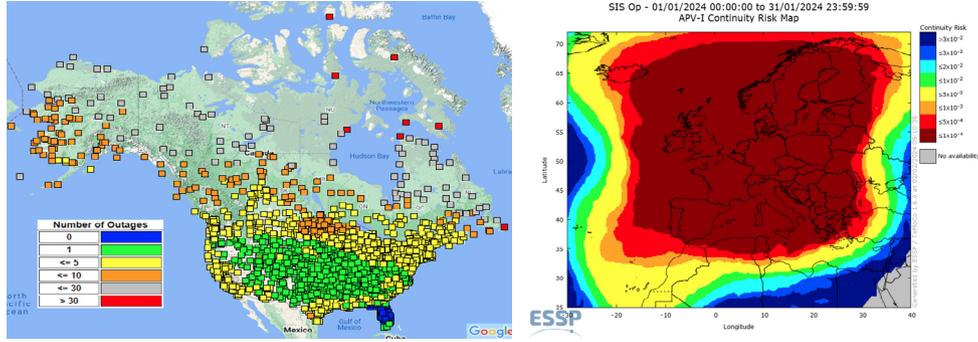


Fig. 2. WAAS outages (FAA 2024) and EGNOS continuity map (ESSP 2024).

므로, slide window 방식으로 산출한 outage 개수를 window 크기로 나눔으로써 실제 outage 개수 산출이 가능하다 (Veerman et al. 2014).

### 5. KASS CONTINUITY FOR FUTURE WORK AND APPROPRIATE ANALYSIS PERIOD

KASS 서비스가 2023년 12월 28일에 시작되어 현 시점 상 수집 가능한 운용데이터가 단기간이기 때문에 시험적으로 연속성 산출 기법을 구현 후 Septentrio사의 AsteRx-SB3 Prot 수신기 장비를 true position ECEF가 [-3.052144917194790e+06, 4.039497476342220e+06, 3.866248589279750e+06]인 세종대에 설치 후 KASS 시험방송 기간인 2023년 12월 21일부터 28일까지 8일 간의 데이터를 분석하였다. 그 결과 APV-I 연속성은 1-3.77×10<sup>-4</sup> / 15s였다. 그러나 해당 분석기간은 극히 짧기 때문에 KASS 성능으로 판단하기엔 어려운 것을 유의하여야 한다.

SBAS 연속성의 경우 유의미한 검증을 위해서는 정확성, 무결성, 가용성보다 상대적으로 긴 기간의 누적 데이터 분석이 필요하다. ESSP 월간성능분석서에서 EGNOS 최신 6개월 이상의 데이터를 사용하여 NPA 연속성 지도를 제시하고 있으며, APV-I은 월간뿐 아니라 공항 별 접근 절차가 수립된 이후의 연속성까지 제공하고 있다 (ESSP 2024).

연속성에 영향을 미치는 전리층 지연의 경우 계절적인 영향성이 크기 때문에 이를 반영하기 위해서는 최소 1년 이상의 데이터를 누적하여 연속성을 산출하는 것이 바람직하다. 약 11년 주기로 전세계적 전리층 교란을 일으키는 태양 극대기가 반복되고 특히 봄과 가을에 전리층 활동이 활발하기 때문에 (Kim & Kim 2014, Kang et al. 2018), 이를 고려하여 다가오는 태양활동 극대기의 춘분 및 추분 시기가 포함된 3~4월과 9~10월을 연속성 산출 기간에 포함시키는 것이 유의미할 것이다.

KASS의 연속성은 향후 오랜 기간 동안 서비스 영역 내의 다양한 위치, 특히 SBAS를 활용한 접근절차가 수립된 주요 공항에서의 데이터 분석이 중요하다. 특히 Fig. 2와 같은 WAAS outage와 EGNOS 연속성 사례로 봤을 때 외곽지에 위치할수록 연속성이 하락할 것이다. 그러나 우리나라의 경우 3면이 바다인 특성으로 인해 기준국 배치 경도 범위를 일정 이상 확장하는 것이 불가하며, 전리층 투과점 (Ionospheric Pierce Point, IPP) 위치에서의

전리층 지연치 산출 시 선형 보간에서 활용하는 전리층 격자점 (Ionospheric Grid Point, IGP)이 위치한 범위가 상대적으로 좁기 때문에 내륙에서는 미국, 유럽보다 연속성 수치 변동폭이 경미할 것으로 예상된다.

KASS는 현재 정지궤도위성 (Geostationary Satellite) 1기로 운용 중이며, 향후 추가 정지궤도위성 1기를 추가로 활용할 예정이기 때문에 연속성이 좀 더 향상될 것으로 보인다. 그러나 SBAS 연속성을 유의미하게 향상시키기 위해서는 KASS 기준국 범위 확장을 통해 의사거리 보정에서 활용하는 IGP의 경도 범위를 넓히거나, Dual-frequency를 활용하여 iono-free 의사거리 (pseudo-ranges)를 수신하는 등의 대대적인 시스템 개선이 필요하다. KASS는 양주, 함평, 제주, 서귀포, 영도, 울릉, 양양에 위치한 7개의 기준국 (KASS reference station)으로 설계되었으며, 이미 울릉 등 섬까지 활용하여 기준국 경도 범위를 극대화한 상황이다. 이로 인해 해외 기준국 데이터를 활용하지 않는한 한국 내 기준국 확장으로는 연속성이 크게 개선되지 않을 것이다. 또한 KASS는 L1 SBAS로 구축되었기 때문에 Dual-Frequency Multi-Constellation (DFMC) SBAS를 활용하기 위해서는 현행과는 다른 완전히 새로운 시스템 연구 및 구축이 필요하다.

즉, 현재 상황에서 시스템 추가 개발을 통해 연속성 수치 자체를 향상시키는 것보다는 서비스 영역 내 KASS 연속성을 분석하여 공항 별 접근절차 설계 및 운영 상 완화조치 논의를 진행하는 것이 보다 당면한 과제라고 할 수 있다.

### 6. CONCLUSIONS

본 논문에서는 ICAO에서 권고하고 있는 SBAS 연속성 성능과 해당 성능을 만족하지 못할 경우 적용해야 하는 운영 상의 조치를 고찰하였다. 미국 WAAS, 유럽 EGNOS는 이미 서비스 영역 중심부에 위치한 각 공항에서 SBAS APV-I 및 LPV-200을 운영하고 있는 상황으로, 운영 기간 동안 누적된 SBAS 데이터를 분석하여 주기적으로 공항 별 Outage 또는 연속성이 포함된 성능분석서가 산출되고 있다.

우리나라도 앞으로 KASS를 국내 각 공항에서 안정적으로 운용하기 위해서는, 태양활동 극대기 및 1년 이상 충분한 기간의 SBAS 데이터를 획득하고 연속성을 분석하여 ICAO 권고 기준에 미치지 못하는 공항이 있을 경우 적절한 운영 상 완화조치 설계

및 적용에 대한 구체적인 논의가 이뤄져야 할 것이다.

## AUTHOR CONTRIBUTIONS

Conceptualization, Y. Choi; and D. Bae; formal analysis, Y. Choi and D. Bae; software, H. Yoon and D. Yoon, validation, Y. Choi, H. Yoon and D. Yoon; methodology, Y. Choi, D. Yoon and H. Yoon; data curation, Y. Choi and H. Yoon, writing—original draft preparation, Y. Choi; writing—review and editing, Y. Choi and D. Bae; visualization, Y. Choi.

## CONFLICTS OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

## REFERENCES

- AAI (Airports Authority of INDIA) 2015, PBN & SBAS (GAGAN) Implementation in India, p.20-21. <https://www.icao.int/APAC/Meetings/2015PBN/3-11%20INDIA'S%20PBN%20and%20GAGAN%20presentation%20-%20India.pdf>
- ESSP 2023, European Geostationary Navigation Overlay Service (EGNOS) Safety of Life (SoL) Service Definition Document, ver.3.5, Table 6-2. <https://egnos-user-support.essp-sas.eu/documents/egnos-safety-life-service-sdd>
- ESSP 2024, European Geostationary Navigation Overlay Service (EGNOS), Monthly Performance Report #153, p.17, pp.37-57. <https://egnos-user-support.essp-sas.eu/documents/153-monthly-performance-report-january-2024>
- FAA 2008, Global Positioning System Wide Area Augmentation System (WAAS) Performance Standard, 1st Edition, pp.14-15. <https://www.gps.gov/technical/ps/2008-WAAS-performance-standard.pdf>
- FAA 2024, Wide Area Augmentation System (WAAS) Performance Analysis Report #87, p.194. [https://www.nstb.tc.faa.gov/reports/FAA\\_WAAS\\_PAN\\_Report\\_87\\_v1.0.pdf](https://www.nstb.tc.faa.gov/reports/FAA_WAAS_PAN_Report_87_v1.0.pdf)
- ICAO 2021, EUR RNP APCH Guidance Material (EUR Doc 025), Second Edition, p.32, p.42. <https://www.icao.int/EURNAT/EUR%20and%20NAT%20Documents/EUR%20Documents/EUR%20Documents/025%20-%20EUR%20RNP%20APCH%20Guidance%20Material.pdf>
- ICAO 2023, SARPs Aeronautical Telecommunications, Vol.1 Radio Navigation Aids, Eighth Edition, Attachment D, pp.625-641.
- Kang, S., Song, J., Kim O.-j., & Kee, C. 2018, Analysis on Normal Ionospheric Trend and Detection of Ionospheric Disturbance by Earthquake, *Journal of Advanced Navigation Technology*, 22, 49-56. <https://doi.org/10.12673/jant.2018.22.2.49>
- Kim, J. & Kim, M. 2014, Extending Ionospheric Correction Coverage Area by using Extrapolation Methods, *Journal of the Korean Society for Aviation and Aeronautics*, 22, 74-81. <https://doi.org/10.12985/ksaa.2014.22.3.074>
- Kristinsson, A. B. 2019, Implementation of EGNOS based Approaches at the border of the service area, EGNOS workshop, p.10. <https://egnos-user-support.essp-sas.eu/sites/default/files/EWS19%20ISAVIA%20-%20Implementation%20of%20EGNOS%20based%20approaches%20at%20the%20border%20of%20the%20SA.pdf>
- Veerman, H. P. J., Van Kleef, A. J. P., & Van Bruggen, J. 2014, Performance measurement of EGNOS Integrity and Continuity, European Navigation Conference-GNSS 2014, Rotterdam, Netherlands, April 15-17 2014. <https://mycoordinates.org/performance-measurement-of-egnos-integrity-and-continuity/>



**Yun-Jung Choi** is a senior engineer in Korea Institute of Aviation Safety Technology (KIAST). She received the B.S. in the Physics and M.S. degrees in the Aerospace Engineering from Korea Advanced Institute of Science and Technology. Her research interests include Navigation and Surveillance system.



**Dong-Hwan Bae** is a principal engineer in Korea Institute of Aviation Safety Technology (KIAST). He received the B.S. and M.S. degrees in the Aerospace Engineering from Seoul National University. His research interests include CNS/ATM system and Software Safety.



**Hyo-Jung Yoon** is an engineer in Korea Institute of Aviation Safety Technology (KIAST). He received the B.S. and M.S. in Aerospace Engineering from the Sejong University. His research interests include GNSS, SBAS, RTK and Time Latency Correction.



**Donghwan Yoon** is a senior engineer in Korea Institute of Aviation Safety Technology (KIAST). He received the B.S. and M.S. in the Aerospace Engineering from Sejong University. His research interests include GNSS, Software Engineering and Security.