

Development and Verification of Operation Management Tool for KASS

Minhyuk Son[†], ByungSeok Lee



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.

Development and Verification of Operation Management Tool for KASS

Minhyuk Son[†], ByungSeok Lee²

¹System Engineering & Integration Team, SBAS Program Office, Korea Aerospace Research Institute, Daejeon 34133, Korea

²SBAS Program Office, Korea Aerospace Research Institute, Daejeon 34133, Korea

ABSTRACT

In order to provide continuous Korea Augmentation Satellite System (KASS) services, the operation organization should continuously and systematically perform operations, maintenance, and technical activities. All subsystems of KASS, all Line Replacement Units (LRUs), and Software Replacement Units (SWRUs) should be operated and maintained continuously. In order to effectively manage these activities, it is necessary to develop an Operation Management Tool (OMT). For this purpose, operation management, operation organization, and operation activities were defined. The defined requirements were divided into general, function, interface, and database for OMT development, and functions and decision-making procedures consisting of site/asset/trouble/work order/schedule management were designed. The OMT developed by reflecting the site and asset information as well as the design content met predefined requirements. The OMT will be actively used in actual KASS operation and will evolve by continuously reflecting the additional requirements of operators. Through this tool, KASS will support continuous service provision.

Keywords: SBAS, KASS, operation, working order, schedule management

1. INTRODUCTION

전세계적으로 항공용 위성항법보정시스템으로 알려진 Satellite Based Augmentation System (SBAS)를 공식적으로 운영하고 있거나 개발 중인 국가는 9개로 알려져 있다. 2023년 현재, 항공용 서비스로 운영 중인 시스템은 미국 Wide Area Augmentation System (WAAS), 유럽 European Geostationary Navigation Overlay Service (EGNOS), 인도 GPS-aided GEO augmentation system (GAGAN), 일본 MSAS가 있으며 개발 중인 시스템은 대한민국 Korea Augmentation Satellite System (KASS), 중국 BeiDou SBAS (BDSBAS), 러시아 System for Differential Corrections and Monitoring (SDCM), 아프리카 Augmented Navigation for Africa (ANGA), 호주/뉴질랜드 Southern Positioning Augmentation Network (SouthPAN)이 있다 (ESA 2023).

Received Oct 31, 2023 Revised Nov 17, 2023 Accepted Nov 25, 2023

[†]Corresponding Author

E-mail: mhson@kari.re.kr

Tel: +82-42-870-3991 Fax: +82-42-860-2789

Minhyuk Son <https://orcid.org/0000-0003-4250-0006>

ByungSeok Lee <https://orcid.org/0000-0003-3964-0139>

SBAS의 지속적인 신호 서비스 제공을 위해서는 시스템을 운영하기 위한 전담조직이 필요하다. 미국 WAAS는 Federal Aviation Administration (FAA), 유럽 EGNOS는 European Union Agency for the Space Programme (EUSPA)가 운영 전담기관으로 선정한 European Satellite Services Provider (ESSP), 인도 GAGAN은 Airports Authority of India (AAI), MSAS는 Japan's Ministry of Land, Infrastructure and Transport and Civil Aviation Bureau (JCAB)에서 운영하고 있다 (Deane 2015, ICAO 2018, ESSP 2023, AAI 2023).

KASS는 2021년 2월부터 국토교통부 항공교통본부 내 항공위성항법센터를 신설하여 서비스 제공 조직체계 정립, 국제기준에 부합하는 서비스 제공 준비, 시스템 운영관리 총괄 등의 임무로 운영전담기관의 역할을 수행하고 있으며 2023년 전문운영기관으로 한국항공우주연구원이 지정되었다 (KASS 2023).

SBAS 운영기관은 시스템의 지속적이고 효과적인 운영을 위해 다양한 운영지원 도구를 자체적으로 개발하여 운영하고 있으며 유럽 ESSP의 경우, 효과적인 시스템의 운영, 유지보수, 기술 등의 활동 관리를 위해 Tool of Operation Management (TOM)으로 불리는 운영 도구를 자체적으로 개발하여 운영에 활용하고 있다.

본 논문에서는 KASS 시스템의 효과적인 운영, 유지보수, 기술 활동 등을 위한 운영관리도구 개발을 위해 운영 관리, 조직, 활동

을 정의하고 운영관리도구의 요구사항 정의, 설계, 개발, 검증에 대한 일련의 과정을 제시하였다.

2. KASS OPERATIONS MANAGEMENT

2.1 Scope of KASS Operation Management

KASS의 운영관리 대상은 기준국, 중앙처리국, 통합운영국, 위성통신국으로 구분된 하위시스템과 하위시스템 간을 연결하는 KASS 네트워크, KASS 신호/메시지 제공을 위한 항공위성으로 구성된다. GPS 및 항공위성 데이터를 수신하고 중앙처리국에 전달하는 기준국은 양주, 함평, 제주, 서귀포, 영도, 울릉, 양양에 각각 구축되어 있으며 채널 P와 I로 구분된다. 기준국 데이터를 활용하여 보정정보를 생성하는 중앙처리국은 청주, 인천 운영센터에 각각 구축되어 있으며 기능 분류에 따라 처리부, 검증부로 구분된다. 각 하위시스템을 모니터링, 제어하고 데이터를 저장하는 통합운영국은 청주, 인천 운영센터에 중앙처리국과 함께 구축되어 있으며 기능 분류에 따라 중앙제어기능, 지원기능으로 구분된다. 보정정보 데이터를 항공위성에 전달하는 위성통신국 영주, 금산에 구축되어 있으며 기능 분류에 따라 신호생성부, 무선주파수로 구분된다. 각 하위시스템 간에 데이터 송수신하는 이중화 구성의 KASS 네트워크가 전국에 구축되어 있으며 위성통신국에서 보정정보 데이터를 신호로 전환하여 사용자 및 하위시스템에게 전달되는 항공위성은 동경 91.5도 정지궤도에 위치하고 있다 (Houllier et al. 2022).

KASS의 각 하위시스템은 단위교체장비 (Line Replacement Unit, LRU)로 조합되어 있으며 연산, 처리, 모니터링 등의 핵심 기능을 수행하는 단위교체소프트웨어 (Software Replacement Unit, SWRU)는 핵심컴퓨터, 무결성컴퓨터, 수신기 등의 단위교체 장비에 탑재되어 동작된다.

운영 관리는 시스템, 하위시스템의 대분류 단위, LRU, SWRU의 세부단위를 연속적으로 동작하게 하기 위해 운영 조직의 운영, 유지보수, 물류 등의 활동을 체계적으로 관리하는 것이다.

2.2 Definition of KASS Organization and Activities

KASS 운영에 관련된 조직 구성은 기능적으로 운영체계팀, 기술지원팀, 운영유지보수팀으로 구분된다. 운영체계팀은 운영체계 총괄하는 상위 관리자와 운영체계 관리 담당, 인터페이스 관리 담당, 사이트 관리 담당, 서비스 유지 관리 담당으로 구성된다. 기술지원팀은 기술지원을 총괄하는 상위 관리자와 이상상황 관리 담당, 상태/성능 감시 관리 담당, 운영 지원도구 관리 담당으로 구성된다. 운영유지보수 팀은 운영유지보수를 총괄하는 상위 관리자와 운영 관리 담당, 유지보수 관리 담당, 시스템 운영 담당, 시스템 유지보수 담당으로 구분된다 (Son et al. 2022).

운영체계팀은 운영/유지보수팀의 단기 운영계획, 형상관리 내역 등의 운영관리 내용과 예방/교정정비의 불일치성, 예비품 재고 소요 등의 유지보수 내용을 확인하고 검토한다. 기술지원팀의 주요 이상상황 보고, 제조사 수준 처리 현황 등의 이상상황 내용

시스템 상태, 서비스 성능 상태 보고 등의 상태/성능 감시 내용, 도구 추가 개발 소요, 도구 유지보수 소요 및 개선 보고 등의 운영 도구 유지보수 내용을 확인하고 검토한다.

기술관리팀은 운영/유지보수팀의 이상 운영보고 판단, 유지보수 수행 판단. 기타 기술적인 지원 내용을 확인하고 검토한다.

운영/유지보수 관리팀 내의 시스템 운영과 시스템 유지보수에서 발생하는 이벤트는 운영관리담당, 유지보수관리담당이 내용을 확인하고 검토한다.

3. DEFINITION AND DESIGN OF OMT

3.1 Definition of OMT

Operation Management Tool (OMT)의 주요 요구사항은 Table 1과 같다. 일반 분류에서는 일반적인 요구사항 및 하드웨어 요구사항을 정의하였으며 기능에서는 사이트 관리, 장비 관리, 문제해결 관리, 작업지시, 프로젝트 관리, 주 일정 관리, 성능 표시 관리를 정의하였으며 인터페이스, 데이터 베이스에 대한 요구사항을 설정하였다.

3.2 Functional definition of OMT

OMT 기능은 사이트, 장비, 문제해결, 작업지시, 프로젝트, 주 일정, 성능표시자 관리 기능으로 구분된다. 장비 관리 기능은 KASS 하위 장비 관리 기능, 장비 배송 관리 기능, 도구 관리 기능으로 세부 구분된다. OMT를 위해 2.2절에서 정의된 운영 조직에 대해 ID를 할당하였다. 운영체계팀은 체계총괄 (System Header, SH), 운영체계 (Operation Engineer, OS)로 할당하였으며 운영유지보수팀은 운영총괄 (Operation Header, OH), 운영관리 (Operation Management, OM), 유지보수관리 (Maintenance Management, MM), 시스템 운영 (System Operation, SO), 시스템 유지보수 (System Maintenance, SM), 기술지원팀은 기술총괄 (Technical Header, TH), 기술관리 (Technical Management, TM)로 세부 할당하였다. OMT 기능에 대한 운영조직은 할당은 Table 2와 같다.

3.3 Site and Asset Management for OMT

사이트 관리 기능은 운영체계팀에서 담당하며 KASS 하위시스템 장비의 물리적 위치, 장소 정보를 결정하고 관리할 수 있다. 사이트 정보는 하위시스템명, 위치, 분류체계 순으로 구성된 코드로 구성된다. 예를 들어 양주 기준국의 P채널 안테나는 KRS-YJV-K21-A1으로 정의된다. 모든 하위시스템의 장비는 사이트 ID로 매칭되며 운영체계팀은 이에 대한 데이터의 관리, 변경을 관리한다.

장비 관리 기능은 LRU, 배송, 도구 관리 기능으로 세부 구분되며 운영유지보수팀에서 담당한다. LRU 관리 기능은 KASS의 모든 장비 정보와 품목 정보를 결정하고 관리할 수 있다. 장비 정보는 제조/개발사 품목 (Manufacture Product Number, MPN), 제

Table 1. Key requirements for OMT.

Category	Req. ID	Requirement	Contents
General	GEN-01-07	General Req.	Development purpose, Storage policy, Operation period, System access, Data protection, User account, Main functions, Centralization, Dev. availability
	HR-01-02	Hardware Req.	Hardware specifications, Storage device usage
	SM-01-06	Site management	Site info., Member info. Member info. Update policy, Member account, Member grouping 1/2
Function	AM-A01-06	Asset management	Asset Management authority, Equipment Location, Location Abbreviation, Management scope, Asset Info. matching, Cataloging, Info. Synchronization
	AM-S01-05	Asset shipping management	Shipping Tracking, Linking with Assets, Status output
	AM-T01	Tool management	Scope and functions
	TM-01-05	Trouble management	Functionality, convenience, traceability of solution process, work order correlation, automation creation
	WM-01-06	Working order management	Scope, clarity of work instructions, work tracking, work output, work replication
	PM-01-03	Project management	Scope, WO combination function, replication function
	MM-01-05	Master schedule management	Scope, GANTT function, access restrictions, Linkage with other functions, output of schedule
	PIM-01	Performance indication management	Visual monitoring (Indicators, Targets, Achievements)
Interface	IM-01	OMT interface	Additional connectivity with other tools
Database	DM-01	Database management	Database cataloging

Table 2. Assignment of operation organization to OMT's functions.

	Management	Key actor	Key header (approver)	Maximum no. of OMT ID (depend of license)
Asset management	Site management	OM, OS	SH	15
	LRU management	SM, OM	OH, OS → (SH)	15
	Shipping management	SM, OM	OH, OS	15
	Tool management	SM, OM	OH, OS	15
	Trouble management	All	OM, TM, TH	No limits
	Working order management	OS, OM, MM, SM, TM	TM, TH → (SH)	15
	Project management	TM, OS	OH, TH, SH	15
	Master schedule management	OH, TH, SH	OH, TH, SH	3
	Performance indication management	TM	OH, TH → (SH)	15

조사, 예상 수명, 가격, 무게 및 치수 등을 반영한 단위교체장비의 이름으로 구성되며 품목정보는 각각의 고유 시리얼번호 (Serial Number, SN), 획득일 등을 포함한 단위교체장비 세부 정보로 구성된다. 예를 들어, 청주 중앙처리국 처리부 핵심컴퓨터의 장비 정보는 'KPS Processing Set'이며 품목정보는 '2017421020002'이다. 배송관리 기능은 하위시스템 고장발생, 예비품 추가 소요 등의 활동 수행 시 개발사 및 제조사와 운영기관과의 배송을 추적하며 배송 수량, 위치, 처리과정 등의 세부 정보를 관리한다. 도구 관리 기능은 운영기관의 운영/유지보수 활동을 위한 모든 기계, 전기적 도구의 수량, 위치를 관리한다. 장비 관리 기능은 운영유지보수팀의 시스템 유지보수 담당과 운영관리 담당이 이 기능을 직접 활용하고 운영총괄은 이에 대한 관리 책임을 가진다.

3.4 Procedure of Trouble and Working Order Management

문제해결 관리 기능은 모든 KASS 운영자가 활용할 수 있다. 다만, KASS 시스템을 직접적으로 운영, 유지보수 하는 운영유지보수팀의 시스템 운영, 시스템 유지보수 담당자, 지속적인 성능을 모니터링하는 기술지원팀이 주로 활용한다.

시스템에 고장, 동작 이상 등의 이상현상 발견되면 각 담당자는 OMT의 문제해결 관리 기능을 열어 이상 현상을 상세하게 기록하고 최초 처리 담당자를 설정하여 문제해결 티켓을 완성한다. 최초 담당자는 티켓의 적절성을 확인하고 작업지시서와 처리 담

당자를 포함한 작업지시서를 생성한다. 단, 최초 담당자가 작업지시서 생성을 결정하지 못하면 이는 다른 담당자에게 전달할 수 있다.

작업지시서는 운영 및 유지보수로 구분하거나 작업에 따라 모두 포함하여 작성할 수 있으며 기존 식별된 운영, 유지보수의 작업 표준을 선택하여 작성할 수 있다. 운영관련 작업 표준은 운영매뉴얼의 시나리오 운영 활동 (Elementary Activities, EA), 단위 운영 활동(Macro Step, MS), 유지보수 작업 표준은 유지보수 매뉴얼의 교정유지보수(Corrective Maintenance, CM)의 활동이 사전에 입력된다. Fig. 1은 문제해결 및 작업지시에 대한 절차를 도식화한 것이다.

청주 중앙처리국 처리부 고장을 예로 들면 이상현상 발견자는 문제해결 관리 기능을 활용하여 처리부에 대한 상세 고장현상을 기록하고 운영절차에 따라 운영관리자에게 작업지시 생성을 요청한다. 운영관리자는 고장해결을 위해 기술지원팀 기술관리자를 할당하여 운영총괄에게 승인되면 작업지시서 작성 및 관리는 기술관리자에게 할당된다. 기술관리자는 고장을 분석하고 작업수행자에게 작업지시서를 제공하고 해결되면 종료한다.

3.5 Project and Master Schedule Management for OMT

프로젝트 관리 기능은 3.4절의 작업지시를 종합하여 프로젝트 단위로 관리하는 기능이다. 작업지시의 경우, 단위 운영 또는 단

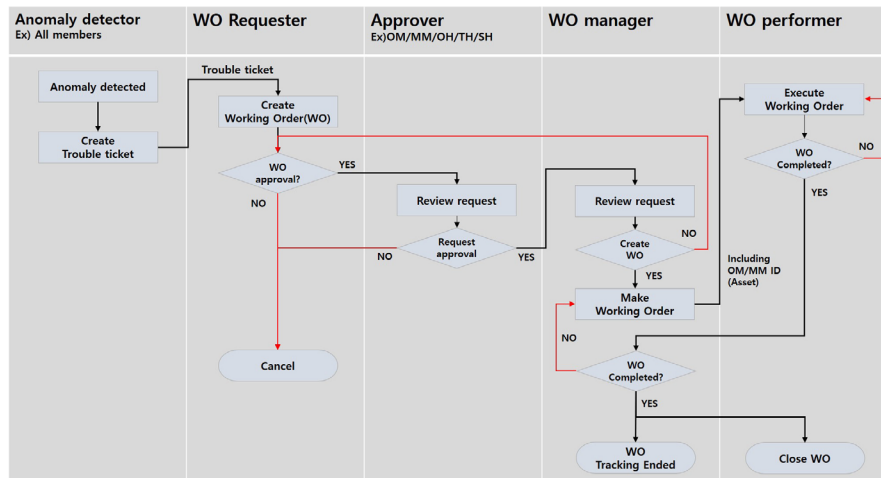


Fig. 1. Procedures for trouble and working order management.

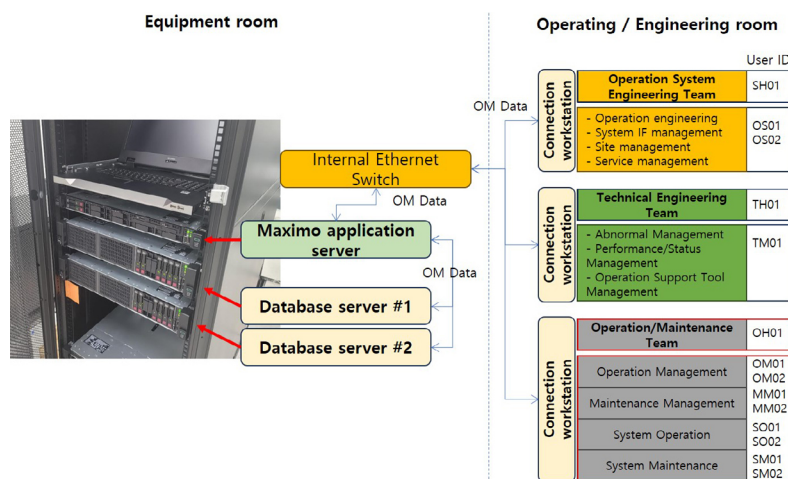


Fig. 2. Hardware configuration of OMT (including operation organization allocation).

위 유지보수 활동 단위로 구성되지만 프로젝트 관리 기능은 이를 하위시스템 또는 시스템 단위로 수행하기 위한 기능이다. 따라서 운영체제총괄, 운영총괄, 기술총괄에게 결정의 최종 책임이 있다.

주 일정 관리 기능은 작업지시, 프로젝트를 GANTT 차트를 통해 관리하기 위한 총괄 관리 도구이다. 운영관리도구를 통해 생성되는 모든 활동은 이 기능을 통해 계획 일정을 수정할 수 있으며 일정에 관련된 포괄적인 정보를 기반으로 KASS의 운영 계획을 최종 결정할 수 있다. 따라서 운영체제총괄, 운영총괄, 기술총괄에게 결정의 최종 책임이 있다.

4. DEVELOPMENT AND VERIFICATION OF OMT

4.1 Hardware Overview of the Developed OMT

OMT의 하드웨어는 이중화, 설계 수명 등의 운영 요구사항을

고려하여 선정하였다. 하드웨어는 HP사의 DL380 서버 3식으로 구성되며 운영자 접속 서버 1식, 데이터베이스 서버 2식으로 구분된다. OMT 소프트웨어는 유럽 ESSP에서 활용하고 있는 TOM의 기반인 IBM사의 Maximo Asset Management 소프트웨어 7.6.1.2 버전 선정하여 커스터마이징 하였다. Fig. 2는 실제 구축된 OMT 하드웨어 구성과 할당된 운영조직을 도식화한 것이다.

OMT 하드웨어는 OMT 응용프로그램 서버와 이중화 데이터베이스 서버로 구성된다. 응용프로그램 서버는 내부 이더넷 스위치를 통해 연결되며 통합운영실, 기술지원실에 구분되어 배치된 조직 인원은 연결 워크스테이션을 이용하여 OMT에 웹으로 접속할 수 있다. Fig. 3은 실제 개발 완료된 OMT 소프트웨어의 주요 기능 페이지를 나타낸 것이다.

Fig. 3a는 운영체제 총괄이 접속한 최초의 메인 페이지 창이며 각 기능 접속을 위한 킷메뉴, 진행 중인 장비관리, 문제해결, 작업지시의 내용을 리스트화하여 나타낸다. 성능 표시관리 기능은 목표 대비 진행사항을 시각적으로 나타낸다. Fig. 3b는 장비관리 기능의 등록 장비 리스트를 나타낸다. Fig. 3c는 작업관리 추적리스트

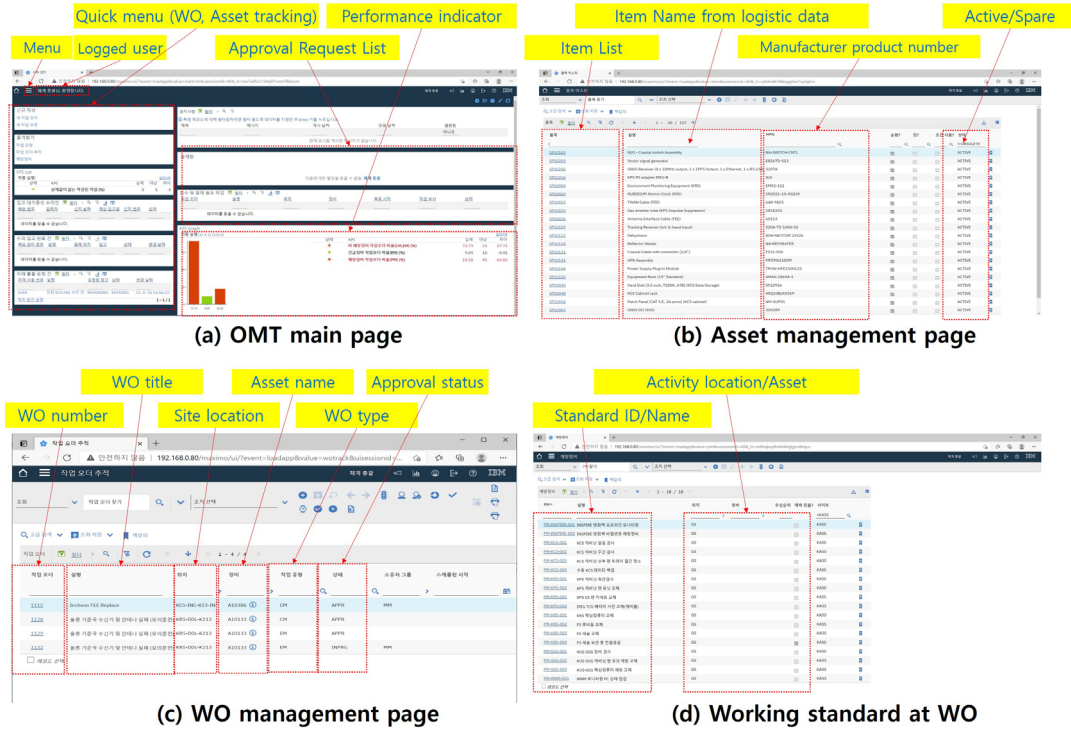


Fig. 3. Results for OMT main functions (a) OMT main page, (b) Asset management page, (c) WO creation results page, (d) KASS working standard applicable to WO.

Table 3. Verification results on key functions and requirements for OMT.

Category	Req. ID	Requirement	Functional verification	No. of requirement	No. of verified Req.
General	GEN-01-07	General Req.	-	7	7
	HR-01-02	Hardware Req.	-	2	2
Function	SM-01-06	Site management	Confirmed	6	6
	AM-A01-06	Asset management	Confirmed	6	6
	AM-S01-05	Asset shipping management	Confirmed	5	5
	AM-T01	Tool management	Confirmed	1	1
	TM-01-05	Trouble management	Confirmed	5	5
	WM-01-06	Working order management	Confirmed	6	6
	PM-01-03	Project management	Confirmed	3	3
	MM-01-05	Master schedule management	Confirmed	5	5
	PIM-01	Perform. indication management	Confirmed	1	1
Interface	IM-01	OMT interface	Confirmed	1	1
Database	DM-01	Database management	Confirmed	1	1
Total			-	49	49

를 나타낸 것이며 작업관리는 위치, 장비, 작업형태 등을 관리한다. Fig. 3d는 작업지시 관리에 사용되는 표준 작업을 관리하는 창을 나타낸다.

4.2 Verification of OMT Functionality and Requirements

OMT는 23년 하반기 초기 운영을 시작하였으며 사이트 관리 기능에서 7개소의 기준국 사이트, 2개소 중앙처리국, 2개소 통합운영국, 3개소 위성통신국, 1개소 중앙저장소로 15개소의 사이트를 생성하였다. OMT 운영자는 라인스스 제약을 고려하여 15개의 ID를 3.2절의 운영 조직에 따른 할당에 맞춰 9분류로 생성하였다. 장비관리 기능에서는 KASS 물류정보 리스트와 대조하여 1,060

개의 품목, 75개의 제조사가 적절히 할당되어 있음을 확인하였다. 작업지시 관리 기능에서 기존 112개의 작업표준이 적합하게 할당되어 있음을 확인하였다.

문제해결 관리 및 작업지시 관리 기능의 설계 절차는 기준국 안테나 및 수신기 고장사항, 위성통신국 실패 사항 등의 모의 고장상황을 기반으로 절차의 적절성을 검증하였다. 프로젝트 관리, 주 일정 관리, 성능 표시자 기능은 직접적인 KASS 운영에 활용하여 기능 및 동작이 설계와 동일함을 확인하였다.

Table 3과 같이 OMT의 일반, 기능, 인터페이스, 데이터베이스와 관련된 요구사항 49건 중 49건이 만족함을 자체적으로 확인하였다. OMT의 최종 검증은 기능 적합성, 운영 적정성 등을 객관적으로 평가하기 위해 관련 전문기관 또는 전문가를 선정하여 2024년 상반기에 수행될 예정이다.

5. CONCLUSION

지속적인 KASS 서비스 제공을 위해서는 운영 조직이 운영, 유지보수, 기술 활동을 지속적, 체계적으로 수행되어야 한다. KASS의 모든 하위시스템, 교체가능장비, 교체가능소프트웨어는 연속적으로 운영되어야 하며 지속적으로 유지보수 되어야 한다. 이러한 활동을 효과적으로 관리하기 위해서는 운영관리도구 개발이 필요하며 이를 위해 운영관리, 운영조직, 운영활동을 정의하였다. 운영관리도구 개발을 위한 일반, 기능, 인터페이스, 데이터베이스로 구분된 요구사항을 정의하였으며 사이트 관리, 장비 관리, 문제해결티켓 관리, 작업지시 관리, 일정관리 등으로 구성된 기능 및 의사결정 절차 등을 설계하였다. 사이트, 장비 정보 및 설계 내용이 반영되어 개발 완료된 운영관리도구는 사전 정의된 요구사항 49건을 충족하는 결과를 나타냈다.

운영관리도구 OMT는 실제 KASS 운영에 적극적으로 활용될 예정이며 운영자의 추가 요구사항을 지속적으로 반영하여 진화할 예정이다. 이 도구를 통해 KASS의 지속적인 서비스 제공을 지원할 예정이다.

ACKNOWLEDGMENTS

본 연구는 국토교통부 위성항법보정시스템 안전운용기술개발 사업의 연구비 지원 (RS-2021-KA164208)에 의해 수행되었습니다.

AUTHOR CONTRIBUTIONS

Conceptualization, Son, M.; methodology, Son, M.; validation, Son, M., Lee, B.; formal analysis, Son, M.; investigation, Son, M., Lee, B.; resources, Son, M., Lee, B.; data curation, Son, M.; writing-original draft preparation, Son, M.; writing-review and editing, Son, M., Lee, B.; visualization, Son, M.; supervision, Son, M.; project administration, Lee, B.

CONFLICTS OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

REFERENCES

- AAI 2023, What is GAGAN? [Internet], cited 2023 Oct. 29, available from <https://www.aai.aero/en/content/what-gagan>
- Deane, B. 2015, Presentation to EGNOS on WAAS successful implementation and return on experience in the US, in EGNOS Service Provision Workshop, Copenhagen, 29-30 Sept 2015.
- ESA 2023, [Internet], cited 2023 Oct. 29, available from: https://www.esa.int/Applications/Navigation/Harmonizing_satnav_for_aviation_SBAS_experts_meet
- ESSP 2023, About us [Internet], cited 2023 Oct. 29, available from <https://www.essp-sas.eu/about-us/#the-essp-in-brief>
- Houllier, C., Authié, T., Comelli, G., Lee, B., Lee, E., et al. 2022, Korea Augmentation Satellite System (KASS): First System Performance with Deployed System, in Proceedings of the 35th International Technical Meeting of the Satellite Division of The Institute of Navigation (ION GNSS+ 2022), Denver, Colorado, 19-23 Sep 2022, pp.103-116. <https://doi.org/10.33012/2022.18309>
- ICAO 2018, MSAS Status and Future Plan [Internet], cited 2023 Oct. 29, available from <https://www.icao.int/Meetings/anconf13/Pages/default.aspx>
- KASS 2023, KASS signal ICD [Internet], cited 2023 Oct. 29, available from https://kass.re.kr/sub06/sub06_02.php
- Son, M., Yun, Y., & Lee, B. 2022, Development Status of Operation Concept and Procedures for KASS, JPNT, 11, 51-58. <https://doi.org/10.11003/JPNT.2022.11.1.51>



Minhyuk Son received his B.S., M.S. degrees in Electrical Engineering from Daegu University, South Korea, in 2009, and 2011, respectively. He received B.S. degree from the same university. He joined Korea Aerospace Research Institute in 2011 and is currently involved in Korea Augmentation Satellite System (KASS) development program. His research interests include SBAS, GNSS, and control engineering.



ByungSeok Lee received the B.S. degree in Electric and Electrical Engineering, the M.S. degree and the Doctor's degree in Electrical and Computer Engineering from University of Seoul, Seoul, Korea, in 2002, 2009, 2015, respectively. He has been conducting research related to a Global Navigation Satellite System (GNSS) including the Satellite Based Augmentation System (SBAS) in Korea Aerospace Research Institute.