

KASS 유지보수 정의 및 절차 개발

Development of maintenance concept and procedures for KASS

손민혁^{1*} · 윤영선¹ · 이병석²

¹한국항공우주연구원 SBAS사업단 체계종합팀

²한국항공우주연구원 SBAS사업단

Minhyuk Son^{1*} · Youngsun Yun¹ · ByungSeok Lee²

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

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

[요 약]

KASS (korea augmentation satellite system)는 국제민간항공기구 (ICAO; international civil aviation organization)의 항공통신 관련 국제표준권고 (SARPs Annex 10)에 따른 항공용 서비스 성능이 보장되어야 하는 한국형 SBAS (satellite based augmentation system)이다. 목표 서비스 성능의 보장을 위해서는 운영 시스템이 안정적으로 동작하고 유지, 관리되어야 하며 이를 위해 유지보수 체계가 확립되어야 한다. 유지보수 관점에서 KASS 하위시스템을 교체유닛 단위로 정의하고 유지보수 조직, 유지보수 절차를 정의하였다. 또한, 유지보수 수행을 위한 교체유닛 단위의 유지보수 임무를 산출하였으며 산출된 임무가 앞서 정의된 교체유닛 단위를 충분히 포괄하는지 검증하였다. 본 연구를 통해 산출된 유지보수 임무는 2023년 말 본격적인 항공용 서비스 제공 전, 실 운영 준비과정에서 검증될 것이며 지속해서 업데이트될 것이다.

[Abstract]

KASS (korea augmentation satellite system) is an SBAS (satellite based augmentation system) that must ensure the performance of aviation service in accordance with the International Civil Aviation Organization's SARPs (standards and recommended practices) Annex 10 - Aeronautical Telecommunications. In order to guarantee the target service performance, the operating system must be operated, maintained and managed stably, and a maintenance system must be established for this purpose. From the maintenance point of view, the KASS subsystems were developed to consist of replacement units, and the maintenance organization and procedures to manage those subsystems and units were defined. In addition, the maintenance task for each the replacement unit was developed to ensure the availability performance required for the successful KASS operation, and the developed tasks were verified to sufficiently cover the activities to maintain the previously defined replacement units. The maintenance tasks developed through this study will be continuously verified in the actual operation preparation process prior to the full-scale provision of aviation services in the end of 2023, and will be updated accordingly.

Key word : KASS, Maintenance, Maintenance tasks, SBAS.

<http://dx.doi.org/10.12673/jant.2022.26.6.373>



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Received 2 November 2022; **Revised** 1 December 2022

Accepted (Publication) 19 December 2022 (30 December 2022)

***Corresponding Author** ; Minhyuk Son

Tel: +82-042-870-3991

E-mail: mhson@kari.re.kr

I. 서 론

KASS (korea augmentation satellite system)는 2023년 이후 APV-I급 항공용 서비스 (SoL service) 제공을 목표로 하는 대한민국에서 개발 중인 SBAS (satellite based augmentation system)이다.

SBAS 는 국제민간항공기구 (ICAO; international civil aviation organization)의 항공통신 관련 국제표준 및 권고방식 (SARPs Annex 10)의 성능 기준을 준수하는 서비스를 제공하기 위해 SBAS 운영 시스템에 대한 적절한 운영 체계 및 유지보수 체계를 마련하여야 한다 [1].

2003년부터 서비스를 제공한 미국 WAAS (wide area augmentation system)는 FAA가 운영 및 유지보수를 담당하고 있으며 일반적인 유지보수 핸드북, 국가 항공우주 시스템의 유지보수 정책 등이 적용된 FAA-E-2892에 배포계획, 표준 운영 절차 등이 기술된다 [2]. 2011년부터 서비스를 시작한 유럽 EGNOS (european geostationary navigation overlay service)는 단일 유럽항공규정 EC No 549/2004와 항공 항법 서비스 EC No 1035/2011 등의 규정에 따라 ESSP (egnoss satellite service provider)가 구성, 선정되어 EGNOS 시스템의 운영 및 유지보수를 담당하고 있다 [3].

국내의 경우, 공항시설법에 따라 항행안전시설 운영 및 유지보수자를 선정하여야 하며 항행안전시설 운용 및 검사 기준 행정규칙의 운용 및 유지관리, 유지보수 및 예방점검 등에 따라 KASS를 운영해야 함을 명시하고 있다 [4].

안정적인 KASS 시스템의 운영 및 유지보수를 위해서는 성능 기준, 국내 규정을 준수하고 국내 환경을 고려한 세부 운영 및 유지보수 체계를 확립하여야 하며 이를 고려한 세부 임무, 세부 절차 등이 수립되어야 한다.

본 연구에서는 국내 규정 및 국내 환경을 고려하여 KASS 시스템의 유지보수 체계를 정의하고 이에 따른 유지보수절차 및 세부 유지보수 절차를 산출하였다. 또한, 산출된 절차의 적합성을 장비 최소단위 구성과 비교하여 입증하였다.

II. 본 론

2-1 KASS 시스템 정의

KASS는 지상 부문과 위성 부문으로 구분되며 지상 부문은 7식 기준국 (KRS; KASS reference station), 2식 중앙처리국 (KPS; KASS processing station), 3식 위성통신국 (KUS; KASS uplink station), 2식 통합운영국 (KCS; KASS control station)의 하위시스템으로 구성되며 각 하위시스템은 네트워크 (WAN; wide area network)를 통해 연결된다. 위성 부문은 보정정보 및 무결성 정보 방송을 위한 정지궤도위성 2식으로 구성된다 [5].

운영 레인 (operational lane)은 KASS 서비스 제공과 직접적

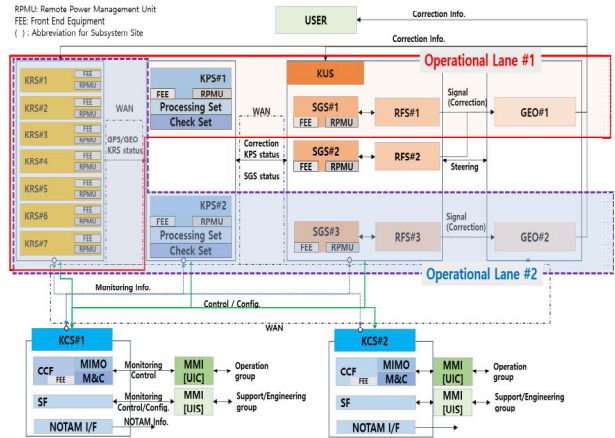


그림 1. KASS 시스템 구성
Fig. 1. KASS system configuration

으로 연관, 활용되는 하위시스템 및 정지궤도위성을 지칭한다. KASS의 시스템 구성은 서비스의 연속성을 보장하기 위해 운영 레인을 고려하여 물리적 이중화로 구성된다. 그림 1은 이러한 구성을 도식화한 것이다.

KASS의 각 하위시스템은 각 구성품 단위의 현장교환품목 (LRU; line replacement unit) 조합으로 구성된다. LRU는 유지보수 관점에서의 최소 구성품 단위로 이상 현상이 발생한 LRU는 사이트에서 단순 교체를 수행할 수 있다. 하위시스템의 연산, 처리와 관련된 주요 LRU는 핵심컴퓨터 (CC; core computer), 처리/검증 세트, 서버, 워크스테이션, 노트북 등이 있으며 이는 교체 가능한 소프트웨어 (SWRU; software replaceable unit)를 탑재하고 있으며 유지보수 활동을 통해 교체할 수 있다. 표 1은 KASS의 LRU와 SWRU를 나타내고 있다.

유지보수 세부 활동은 LRU, SWRU 등의 교체 가능한 단위에 맞춰 활동이 구분 정의되어야 한다. 이러한 구분 정의에 따라 세부 유지보수 절차가 정의되어야 한다.

2-2 KASS 운영 조직

운영 조직은 안정적인 KASS 운영을 위해 체계, 운영, 유지보수, 기술로 구분된다. 체계 조직은 운영 체계, 계약, 사이트 관리, 서비스 유지관리 등의 운영 전반에 관한 체계 관리 업무를 수행한다. 운영 조직은 단기 운영계획수립, 운영지원, 데이터 수집, 형상 관리 등의 관리 업무와 실제 KASS 시스템의 상시 운영 활동을 수행하는 운영 업무로 구분된다. 유지보수 조직은 예방정비, 교정정비, 예비품 및 노후화 장비 관리 등의 관리 업무와 실제 KASS 시스템의 유지보수 활동을 수행하는 유지보수 업무로 구분된다. 기술 조직은 시스템 이상 상황에 대한 대응, 상태 감시, 성능 감시, 운영 도구 관리 등의 KASS 시스템의 기술적 지원 업무를 수행한다 [6].

KASS 운영 조직은 실 운영단계에서 선정된 운영기관의 요구사항, 제약사항 등에 의해 변경될 수 있다.

표 1. KASS 하위시스템 단위 유닛 구성

Table 1. Configuration of LRU in KASS subsystems

S/S	Line Replacement Unit (underline: including SWRU)	No. LRU (SWRU)
KRS	Cabinet, <u>Core Computer</u> , Antenna, Receiver, Frequency Standard (FS), Power Distribute Unit (PDU), Environment Monitoring Equipment, Temp. & Humidity Sensor, Door Sensor, Patch Panel, Cables	11 (1)
KPS	Cabinet, Cabinet Fan, <u>KPS-Processing Set</u> , <u>KPS-Checking Set</u> , Antenna, Gas Arrester (Antenna), IIRIG, Ethernet Switch, Fan unit, Cabinet light, Electrical design, KPS-CS PSU, Cables	13 (2)
KCS	Cabinet, <u>M&C/MIMO/NOTAM/DMZ/A&C</u> (server), <u>UIC/UIS-C/UIS-A/EDA</u> (workstation), <u>Local Maintenance Equipment</u> (laptop), Cabinet Monitor, KVM switch, KMM, Patch Panel, Data Storage(3), PDU, L3 switch, Temp. Sensor, Alarm Beacon, KCS Monitor, Cables	23 (10)
KUS-SGS	Cabinet, <u>Core Computer</u> , Integrity Box, GNSS Antenna, Surge protector, SBAS receiver, GNSS DO, Signal Generator, 2 type Frequency Converter, Patch Panel, Ethernet Switch, RF Adapter, Fan Unit, Door detector, Cables	15 (1)
FEE	<u>Front End Equipment</u> , GPS antenna, Lightning protection, Cables	4 (1)
RPMU	<u>Remote Power Management Unit</u> , Cables	2 (1)
INSPIRE	<u>INSPIRE</u> , Cables	2 (1)
WAN	<u>WAN Network Monitoring PC</u>	1 (1)

2-3 KASS 유지보수 정의

KASS의 유지보수 활동은 이 시스템의 서비스 연속성을 보장하기 위한 목적으로 수행되며 이 활동은 서비스 제공에 영향을 주지 않도록 설계되어야 한다.

유지보수 활동은 활동 종류에 따라 예방유지보수 (PM; preventive maintenance), 교정유지보수 (CM; corrective maintenance), 지원 (SUPP; support)으로 구분된다. 예방유지보수의 경우, 하위시스템 제작사의 권장 유지보수 사항은 물론 각 하위시스템의 연속적인 동작을 보장하기 위한 육안 검사, 예방 교체 등의 활동으로 구성되며 활동의 주기성을 가진다. 교정유지보수는 각 하위시스템의 LRU 단위 고장/이상에 따른 LRU 교체, 연산 및 처리 LRU 교체에 따른 저장소에서의 SWRU 사전 설치로 구성된다. 예방 및 교정유지보수 범주에 포함되지 않는 활동은 지원으로 구분되며 주로 각 하위시스템의 ON/OFF, 유지보수 활동 전후의 준비 활동 등으로 구성된다.

또한, 유지보수 활동은 활동의 주체, 장소에 따라 레벨과 라인으로 각각 구분된다. 레벨의 경우 4단계 (0~3단계), 라인의 경우 3단계 (0~2단계)로 구분된다. 활동의 주체와 관계되는 레벨의 경우, 레벨 0은 운영 조직, 레벨 1은 유지보수 조직, 레벨 2는 기술 조직으로 정의된다. 레벨 0의 경우, 운영 조직은 운영

실에서 통합운영국을 활용하여 하위시스템 장비 재시작, 전원 재시작, SWRU 재 업데이트, 하위시스템 모드 전환 등의 세부 활동을 수행할 수 있다. 레벨 1의 경우, 유지보수 조직은 각 사이트에 구축된 하위시스템의 점검, LRU의 교체, SWRU의 단순 교체 등의 세부 활동을 수행할 수 있다. 레벨 2의 경우, 기술 조직은 운영실 또는 사이트에서 시스템과 하위시스템의 상태 점검, 상태 분석, SWRU 수정 및 업데이트 등의 세부 활동을 수행할 수 있다.

활동 장소로 구분되는 라인의 경우, 라인 0은 유지보수 대상 위치, 라인 1은 유지보수 대상 위치의 테이블과 같은 별도 유지보수 공간, 라인 2는 장비 보관실과 같은 전문 유지보수를 위한 별도 공간을 지칭한다. 앞서 정의된 운영 조직을 라인에 정의에 적용하면 운영 조직은 라인 0의 운영실, 유지보수 조직은 라인 0의 사이트 LRU 위치, 라인 1의 사이트 테이블 위치, 기술 조직은 라인 0의 운영실 또는 사이트 LRU, 라인 1의 사이트 테이블 위치, 라인 2의 장비 보관실 위치로 정의할 수 있다. 레벨과 라인의 조합에 따른 세부 유지보수 활동은 표 2와 같이 정리된다.

레벨 0, 라인 0은 운영 조직이 유지보수를 위한 원격 제어 활동이 포함되며 레벨 1, 라인 0/1은 유지보수 조직이 사이트나 사이트의 테이블에서 LRU 교체나 간단한 구성 업데이트를 수행하는 것이다. 레벨 2, 라인 0/1/2는 기술 조직이 사이트, 사이트 테이블, 저장소에서 복잡한 분석, 복원 활동, 복잡한 구성 업데이트 등을 수행하는 것이다. 레벨 2에서 복원 불가능한 고장/이상은 레벨 3으로 상향하며 레벨 3, 라인 2에 의해 제조업체에서 해당 LRU가 복원, 교체될 수 있다. 기술 조직은 고장 /이상 LRU의 문제가 해결되어 정상 운영 레인에 복귀할 때까지 이를 추적해야 한다.

표 2. 레벨/라인 정의에 따른 유지보수 활동 분류

Table 2. Classification of maintenance activities by Level-Line definition

Level /Line	Organization	Activity Location	Detailed Maintenance Activities
Level 0 / Line 0	Operation Team	MCC (Center)	Remote control for maintenance
Level 1 / Line 0	Maintenance Team	In front of LRU (Site)	LRU replacement Simple configuration update
Level 1 / Line 1	Maintenance Team	On table (Site)	Simple recovery (repair)
Level 2 / Line 0	Engineering Team	In front of LRU (Site)	Fault analysis, Recovery, Complex configuration update
Level 2 / Line 1	Engineering Team	On table (Site)	Support maintenance team
Level 2 / Line 2	Engineering Team	Storage room	Fault analysis, Recovery, Pre-Configuration update
Level 3 / Line 2	Engineering Team	Manufacture	Detailed fault analysis, LRU Repair/Replacement

III. 유지보수 절차 설계

3-1 작업지시에 따른 유지보수 활동

모든 유지보수 활동은 작업지시 (WO; work order)에 의해 수행된다. 작업지시는 예방유지보수 활동에 설정된 유지보수 주기, 단위 장비의 평균 고장간격 (MTBF; mean time between failure)를 고려한 관리 정책 및 노후화 장비 관리 정책 등에 의한 물류 관점의 트리거 등에 의해 계획적으로 발행되거나 LRU, 하위시스템 및 시스템의 예상치 못한 고장/이상에 의해 비 계획적으로 발행될 수 있다.

그림 2는 계획적인 작업지시에 따른 고장/이상 LRU의 교체 유지보수 절차를 나타내고 있다.

운영, 유지보수, 기술 조직은 유지보수 활동 특히 실패 LRU의 교환을 위해 연계하여 수행하며 운영 조직의 고장/이상 LRU 장비 모드 전환, 전원 OFF를 시작으로 유지보수 조직은 고장/이상 LRU를 교체하고 전원 ON 준비를 완료한다. 운영 조직은 교체가 완료되면 해당 LRU를 운영 레인으로 복귀시킨다.

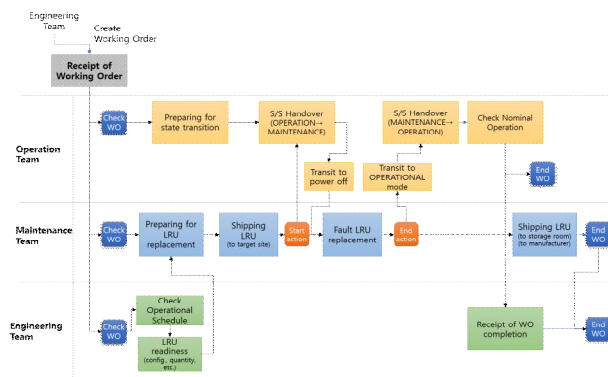


그림 2. 작업지시에 따른 교체 유지보수 흐름도
Fig. 2. Maintenance flow for replacement according to Working Order

3-2 비정상 운영에 따른 유지보수 활동

비정상적인 운영환경은 하드웨어 및 소프트웨어의 동작 이상, 하드웨어 고장 등으로 인해 하위시스템의 비정상적인 동작을 하는 상태를 지칭한다. 이러한 상태는 운영 조직의 일상 모니터링, 유지보수 조직의 점검, 기술 조직의 점검, 분석에서 발견되며 이를 고장/이상 감지 (FD; fault detection) 라 정의한다. 대부분의 고장/이상 감지는 통합운영국을 통해 모든 장비 및 기능의 상태를 상시 점검하는 운영 조직의 상시 모니터링에 의해 검출된다. 시스템 ICD (interface control document)에 정의된 이벤트/알람이 고장/이상 하위시스템으로부터 주기적인 모니터링 정보에 담겨 통합운영국의 사용자 인터페이스로 전달되며 운영 조직은 이 인터페이스에서 알람/이벤트 발생 여부를 일상 모니터링 함으로써 이를 감지한다. 하위시스템이 아닌 네트워크 관련 고장/이상은 인터페이스의 주기적 통신 모니터링에 의해 하위시스템의 상태를 ‘Unknown’으로 보고

함으로써 고장/이상을 감지한다.

고장/이상 상태는 연산 및 처리 LRU의 정상 모드 (operational mode)를 실패 모드 (failed mode)나 성능저하 모드 (degraded mode)로 전환하고 전환된 연산 및 처리 LRU는 주의 (warning)나 경고 (caution)의 이벤트/알람을 생성하여 통합운영국으로 전달한다.

통합운영국을 제외한 모든 하위시스템의 실패 모드는 운영 레인에서 자동 분리되며 운영 레인에서 제외되며 다른 운영 레인으로 자동 전환된다. 이를 고장/이상 격리 (FI, fault isolation)로 정의한다. 운영자는 이러한 현상을 정의된 FDIR (fault detection, isolation and recovery) 테이블을 통해 분류하며 문제해결 티켓 발행 또는 WO를 발행하여 문제해결 절차를 실행한다. 그림 3은 이러한 절차를 도식화한 것이다.

FDIR 테이블에 따라 문제가 운영팀 수준에 해당하면 운영팀은 자체적으로 작업지시를 발행하고 복구 절차를 실행한다. 모드 전환, 전원 사이클 등의 해당 절차에 따라 문제가 해결되면 문제 하위시스템을 운영 레인으로 복귀시키고 작업지시를 종료한다. 단, 해당 절차를 통해 문제 해결할 수 없으면 기술팀 수준으로 작업지시를 상향하고 기술팀의 문제해결 완료를 기다린다. 문제가 유지보수팀 수준에 해당하면 운영팀은 작업지시 발행하고 유지보수팀의 복구 절차를 지시한다. 운영팀은 유지보수팀 활동 전·후 모드 및 상태 전환, 전원 제어를 지원하며 유지보수팀의 점검, 교체 활동이 종료되면 문제 하위시스템을 운영 레인으로 복귀시키고 작업지시를 종료한다. 문제해결이 불가능하면 기술팀 수준으로 작업지시를 상향한다.

문제가 기술팀 수준에 해당하면 운영팀과 유지보수팀은 기술팀의 문제해결을 위한 원격, 현장에서의 다양한 활동을 지원한다. 기술팀은 분석 장비 및 도구를 활용하여 문제를 해결하며 해결되면 작업지시를 종료하고 해결되지 않으면 제조사, 전문가 수준으로 상향하며 복구가 완료될 때까지 추적 관리한다. 이러한 문제해결 과정 중, FDIR 테이블에 일치하지 않는 문제들은 운영 부적격 검토 위원회를 통해 문제해결 과정을 수정, 보완한다.

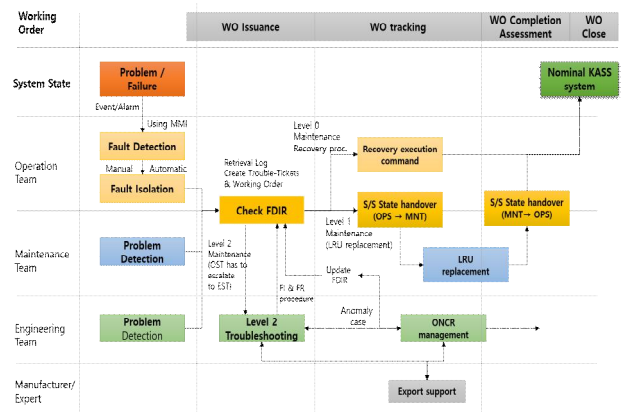


그림 3. KASS 문제해결 절차
Fig. 3. Troubleshooting flow for KASS

IV. 유지보수 임무 산출 및 검증

4-1 유지보수 임무 산출

표 3. 유지보수 임무의 정의 및 예시

Table 3. Definition and examples of Maintenance tasks

Contents	Explanation	Standard Format	Example (KRS case)
ID	Task's ID (assign an ID)	C/P/S-(S/S)-Number	C-KRS-001
Name	Task's name (object)	Description	Pre-configuration of the KRS channel spare
Description	Information necessary to perform the task	Description	To pre-config a KRS Core Computer spare and a KRS Receiver spare
Type	Type of task	CM/PM/SUPP	CM
Level	Level of task (person)	Level 0/1/2/3	Level 2
Line	Line of task (position)	Line 0/1/2	Line 2
Stock	Inventory LRU	Description	N/A
Person	No. of people to carry out the task	Number (organization)	1 (Engineering Team)
Duration	Estimated time	time(min/hour)	20 min
Frequency	Task cycle	time(day/year)	N/A
State / Mode	S/S mode before/during/after	S/S state-state-state	KRS OFF - LOADED - OFF
Tools	Tools for performing tasks	Description (Generic / Special)	Network cable, LME
Spare	MPN of spare parts	MPN ID : LRU	CG-GCC-02: Core Computer
Trigger	Conditions for maintenance	Description	A KRS has been detected as faulty on site and WO has been issued for a replacement KRS is OFF, Pre-configuration files exist for replacement units. ...
Pre-requisites	Preparation for the task performance	S/S state, Description	The SWRU pre-configuration of the spare LRU is to be performed by Engineering Team using LME. ...
Warning / Caution	Warning or Caution for task performance	Description	The password change has to be defined in accordance with the KSP security policy.
Note	Additional description of task performance	Description	KRS maintenance manual C-KRS-035
Detailed Steps	Refer to S/S manual	Description (S/S manual ID)	

유지보수 임무는 고유번호 (id), 이름 (name), 임무 상세 설명 (description), 종류 (type), 레벨 (level), 라인 (line), 저장소의 예비품 유무 (spare), 수행 최소 인원 (person), 수행 예상 시간 (during), 임무 수행 주기 (frequency), 임무 수행 전/중/후 시스템 또는 장비 상태 (state/mode), 필요 도구 (tool), 필요 LRU (spare), 임무 발령조건 (trigger), 사전 조건 (pre-requisites), 주의/경고 사항 (warning/caution), 참고 (note)로 구성되며 이 임무는 세부 수행을 위해 하위시스템 임무 및 절차 (detailed steps)로 연결된다. 관련 정의는 표 3과 같이 도식화된다.

예를 들어, 기준국 C-KRS-001 유지보수 임무는 기준국 연

산, 처리 LRU인 핵심컴퓨터의 사전 구성 임무이다. C-KRS-001의 C는 교정유지보수, KRS는 기준국을 나타내며 001은 유지보수 활동의 순번을 나타낸다. 타입의 CM은 교정 유지보수, 기술 조직이 장비 저장소에서 관련 유지보수 활동을 수행하여야 하므로 레벨 2, 라인 2로 정의되며 하위시스템에서 제안한 활동 인원 1명, 소요 시간 20분을 반영하였다. 또한, 상태 항목에서 KRS는 OFF 상태에서 전원을 켜므로써 작동으로 LOADED가 되며 구성 업데이트를 수행한 후, 배송을 위해 전원을 끄므로써 OFF 상태가 된다. 이 활동의 사전 요구 사항은 KRS가 OFF 상태이고 교체 장비의 구성과일이 준비되어야 한다. 또한, 로컬 유지보수 장비 (LME; local maintenance equipment)는 기술 조직에서 사용되므로 이 활동은 기술 조직에서 수행하여야 함을 주의사항으로 명시한다. 비밀번호의 변경은 정책에 의해 변경될 수 있음을 참고로 작성한다. 이 활동은 KRS 하위시스템 유지보수 매뉴얼 C-KRS-035의 세부 절차를 따라야 함을 명시한다.

이러한 방법을 활용하여 지원, 예방 및 교정 유지보수 임무를 하위시스템 단위로 산출하였다. 표 4는 생성된 KASS 유지보수 임무를 정리한 표이다.

표 4. 산출된 KASS 유지보수 임무

Table 4. Maintenance tasks developed for KASS

S/S	Type	ID	Detailed Activities
Site	SUPP	S-SITE-01~02	Site ready/close out for Maintenance actions
	SUPP	S-KRS-01~03	KRS powered ON / OFF, power-cycle
KRS	PM	P-KRS-01~04	Preventive replacement of CC / FS(2) / FS storage power up
	CM	C-KRS-01~15	Pre-configuration of KRS spare, Each LRU replacement for KRS
KPS	SUPP	S-KPS-01~02	KPS powered ON / OFF
	PM	P-KPS-01~04	Visual Inspection KPS cabinet, Preventive replacement KPS fan / KPS-CS fan / IRIG TCG battery
KCS	CM	C-KPS-01~13	Pre-configuration of KPS spare, Each LRU replacement for KPS
	SUPP	S-KCS-01~02	KCS powered ON / OFF
KCS	PM	P-KCS-01~04	Inspection of each LRU for KCS (3), Cleaning Roof Fan
	CM	C-KCS-01~20	Pre-configuration of KCS spare, Each LRU replacement for KCS
KUS-SGS	SUPP	S-SGS-01~02	KUS-SGS powered ON/OFF
	PM	P-SGS-01~03	Inspection of the SGS equipment, Preventive replacement SGS fan unit / SGS Core Computer
FEE	CM	C-SGS-01~16	Pre-configuration of SGS CC (2), Each LRU replacement for SGS
	CM	C-FEE-01~05	Pre-configuration of FEE spare, Each LRU replacement for FEE
RPMU	CM	C-RPMU-01~05	Pre-configuration of RPMU spare, RPMU replacement, RPMU configuration update
INSPIRE	SUPP	S-INSPIRE-01~02	INSPIRE powered ON / OFF
	PM	P-INSPIRE-01	Offline monitoring
WAN	CM	C-INSPIRE-01~05	Update password / configuration, INSPIRE replacement, Connection checking, Cycling interface status
	PM	P-WNM-01	Inspection of the Status of WNM PC

4-2 산출된 유지보수 임무 검증

KASS 시스템의 유지보수를 위해 산출된 유지보수 임무는 총 109개이며 운영 중 고장/이상 요인이 없는 LRU인 캐비닛을 제외하였고 유지보수 주체가 서비스 제공자에 있는 WAN은 점검을 위한 예방 유지보수 임무만이 포함된다.

산출된 유지보수 임무가 표 1과 같이 구분된 LRU, SWRU를 포괄하는지 검토하였고 그 결과 KCS의 워크스테이션 관련 통합 임무를 제외하면 산출된 유지보수 임무가 KASS 하위시스템의 모든 LRU, SWRU를 포함함을 알 수 있다. 이는 KASS 유지보수자가 모든 하위시스템 구성 요소를 어떻게 관리하고, 문제 발생 시 교체 및 후속 조치를 어떻게 수행하여야 하는지에 대한 지침을 모두 확보하게 된다는 것을 의미한다. 표 5는 산출된 유지보수 임무와 LRU 및 SWRU의 숫자를 비교하고 평가한 내용을 도식화한 것이다.

산출된 유지보수 임무는 실제 KASS 시스템의 운영 준비 단계에서 적합성을 검토할 예정이며 필요하면, 이를 업데이트할 예정이다.

표 5. 산출된 유지보수 임무에 대한 검증

Table 5. Verification of maintenance tasks

S/S	Type			No. of LRU (SWRU)	Assessment
	PM	CM	SUPP		
Site	-	-	2	-	-
KRS	4	15	3	11 (1)	All LRUs, SWRU included
KPS	4	13	2	13 (2)	
KCS	4	20	2	23 (10)	The replacement task of workstations (UIC, UIS-A/C, EDA) is integrated. All LRUs, SWRU included
KUS -SGS	3	16	2	15 (1)	All LRUs, SWRU included
FEE	-	5	-	4 (1)	
RPMU	-	5	-	2 (1)	
INSPIRE	1	5	2	2 (1)	
WAN	1	-	-	1	Maintenance activities performed by external personnel

V. 결 론

2023년 이후 항공용 서비스 제공을 목표로 개발 중인 KASS 시스템의 지속적인 운영을 위해 필수적인 유지보수 활동을 위해 유지보수 개념, 절차를 정의하였다. KASS의 모든 시스템을 현장 교환유닛 (LRU) 단위로 구분하고 각 하위시스템의 연산

및 처리 LRU에 탑재되는 소프트웨어 교환유닛 (SWRU) 정의 하였다. 유지보수 활동은 서비스 및 운영 영향 검토 후 발행된 작업지시에 따라 수행되며 이를 정상, 비정상 상태로 구분한 유지보수 활동 절차를 설계하였다. 또한, 각 하위시스템 LRU 단위의 유지보수 세부 임무를 산출하였으며 산출된 유지보수 임무가 2장에서 정의한 KASS 하위시스템의 LRU, SWRU를 포괄함을 알 수 있었다.

KASS 서비스를 위한 운영준비 과정에서 산출한 유지보수 활동의 적합성을 검증할 계획이며 이를 통해 유지보수 임무를 업데이트하고 유지보수 체계를 확립할 예정이다.

Acknowledgments

본 연구는 국토교통부 위성항법보정시스템 안전운용기술개발사업의 연구비지원(22KASS-C164208-02)에 의해 수행되었습니다.

References

- [1] ICAO, "International Standards and Recommended Practices(SARPs) Annex 10-Aeronautical Telecommunication Vol I, Radio Navigation Aids, International Civil Aviation Organization, Sixth Edition, Jul. 2006.
- [2] FAA, "System Specification for the Wide Area Augmentation System", FAA-E-2892d, 2012
- [3] Access to European Union law. Regulation (EC) No 1285/2013 of the European Parliament and of the Council of 11 December 2013 on the implementation [Internet]. Available: <http://eur-lex.europa.eu/legalcontent/EN/>
- [4] Ministry of Land, Infrastructure and Transport, AIRPORT FACILITIES ACT, No.17689, 2020.
- [5] Korea Augmentation Satellite System. Overseas trends for SBAS operation [Internet]. Available: <http://kass.re.kr>
- [6] M. H. Son, Y. S. Yun, and B. S. Lee "Development Status of Operational Concept and Procedures for KASS," *Journal of Positioning, Navigation, and Timing*, Vol. 11, No.1, pp.51-58, Mar. 2022.



손민혁 (Minhyuk Son)

2009년 2월: 대구대학교 전자공학 공학사

2011년 2월: 대구대학교 전자공학 공학석사

2011년 9월~현재: 한국항공우주연구원 선임연구원

※관심분야: 위성항법 보정시스템, 위성항법 정밀위치결정, 위성항법시스템 고장 검출



윤영선 (Youngsun Yun)

2000년 2월: 서울대학교 기계항공공학부 공학사 2002년 2월: 서울대학교 기계항공공학부 공학석사

2007년 2월: 서울대학교 기계항공공학부 공학박사 2004년 3월~2005년 3월: Stanford University GPS Lab, Visiting Researcher

2007년 5월~2010년 3월: 삼성전자 무선사업부 책임연구원

2010년 4월~현재: 한국항공우주연구원 선임연구원

※관심분야: 항공용 위성항법 보강시스템(GBAS, SBAS, ABAS) 개발·구축·운영·인증 대응, 항공용 위성항법 보강시스템 안전성 분석, 위성항법 정밀위치결정, 위성항법시스템 무결성 감시 알고리즘



이병석 (ByungSeok Lee)

2002년 2월: 서울시립대학교 전자전기 공학사

2009년 2월: 서울시립대학교 전자전기컴퓨터 공학석사

2015년 2월: 서울시립대학교 전자전기컴퓨터 공학박사

2011년 4월~2015년 4월 : 한국항공우주연구원 프로젝트 연구원

2015년 4월~현재: 한국항공우주연구원 선임연구원

※관심분야: 위성항법 보정시스템, 최적 및 강인제어, 군집제어