항공기술연구사업

13항공-항행02

발 간 등 록 번 호
11-B551959-000003-01

SBAS 개발·구축을 위한 기반조성 연구 최종보고서

2014. 6. 25

Infrastructure
R&D Report

주관연구기관 / 한국항공우주연구원
공동연구기관 / 한국전자통신연구원
한국해양과학기술원
한국정보통신기술협회
위탁연구기관 / 서울대학교

국 토 교 통 부
국토교통과학기술진흥원

제 출 문

국토교통부 장관 귀하

이 보고서를 "SBAS 개발·구축을 위한 기반조성 연구"과제의 보고서로 제출합니다.

2014 . 6. 25

주관연구기관명 : 한국항공우주연구원
주관연구책임자 : 남기욱 박사/책임연구원
연 구 원 : 염찬홍 박사/책임연구원
" : 허문범 박사/책임연구원
" : 이은성 박사/선임연구원
" : 박재익 박사/선임연구원
" : 윤영선 박사/선임연구원
" : 최광식 연구원
" : 홍운기 연구원
공동연구기관명 : 한국전자통신연구원
공동연구책임자 : 신천식 책임연구원
연 구 원 : 이상욱 박사/책임연구원
" : 정성균 선임연구원
공동연구기관명 : 한국해양과학기술원
공동연구책임자 : 박상현 박사/책임연구원
연 구 원 : 서상현 박사/책임연구원
" : 조득재 박사/선임연구원
" : 신미영 박사/선임연구원
공동연구기관명 : 한국정보통신기술협회
공동연구책임자 : 정영은 단장
연 구 원 : 차순일 책임연구원
" : 강인석 책임연구원
" : 윤상은 책임연구원
" : 진현석 선임연구원
위탁연구기관명 : 서울대학교
위탁연구책임자 : 기창돈 박사/교수
연 구 원 : 윤 호 박사/선임연구원
" : 한덕화 박사과정

보 고 서 요 약 서

<table>
<tr><td>과제고유번호</td><td>13ATRP-C069945-01</td><td>해 당 단 계
연 구 기 간</td><td>2013.12.26~
2014.6.25</td><td>단 계 구 분</td><td></td></tr>
<tr><td>연 구 사 업 명</td><td colspan="5">항공기술연구사업</td></tr>
<tr><td rowspan="2">연 구 과 제 명</td><td>최 상 위
과 제 명</td><td colspan="4">SBAS 개발·구축을 위한 기반조성 연구</td></tr>
<tr><td>단위과제명</td><td colspan="4">SBAS 체계 국외 기술협력 방안 연구
SBAS 위성 및 위성통신국 국외 기술협력 방안 연구
SBAS 기준국 국외 기술협력 및 활용 방안 연구
SBAS 인증 기반조성 연구</td></tr>
<tr><td>연 구 책 임 자</td><td>남기욱</td><td>총연구기간
참 여
연구원수</td><td>총 : 35 명
내부 : 명
외부 : 명</td><td>총연구비</td><td>정부 : 575,000 천원
계 : 575,000 천원</td></tr>
<tr><td>연구기관명 및
소 속 부 서 명</td><td colspan="2">한국항공우주연구원
위성항법팀</td><td>참여기업명</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>국제공동연구</td><td colspan="5">상대국명 : 상대국연구기관명 :</td></tr>
<tr><td colspan="4">요약(연구결과를 중심으로 개조식 500자 이내)</td><td>보고서면수</td><td>449</td></tr>
<tr><td colspan="6">SBAS 개발·구축 사업 착수 예정에 따라 예비타당성 검토과정에서 제시된 검토의견 보완과 SBAS 개발·구축 사업 계획을 구체화하기 위해 SBAS 기반조성 연구 필요성이 대두되었음. SBAS 사업은 국외 기술협력을 바탕으로 국내 주도로 추진되며 이를 위해 국외 기술분석, 국외 기술협력 방안, 국내외 SBAS 인증 확보 방안 등에 대한 사전 연구를 통해 SBAS 개발·구축 사업의 사업단 및 핵심과제 과제제안요구서(RFP)를 도출하는 것이 본 연구의 최종 목표임. 미국의 SBAS인 WAAS를 개발한 Raytheon사와 유럽의 EGNOS를 개발한 Thales Alenia Space 사와의 기밀유지협약(NDA) 체결을 통해 제공된 자료를 바탕으로 이를 분석하여 한국 실정에 맞는 국외 기술협력 방안 및 인증 방안의 기반을 마련하였고 이를 바탕으로 SBAS 사업단 및 핵심과제 제안요구서를 도출하였음.</td></tr>
<tr><td rowspan="2">색 인 어
(각 5개 이상)</td><td>한 글</td><td colspan="4">전공역위성항법보강시스템, 기반조성, 국외협력방안, 인증방안, 과제제안요구서</td></tr>
<tr><td>영 어</td><td colspan="4">SBAS, Foundation Plan, International Cooperation Plan, Certification Plan, Request for Proposal</td></tr>
</table>

요 약 문

I. 제목

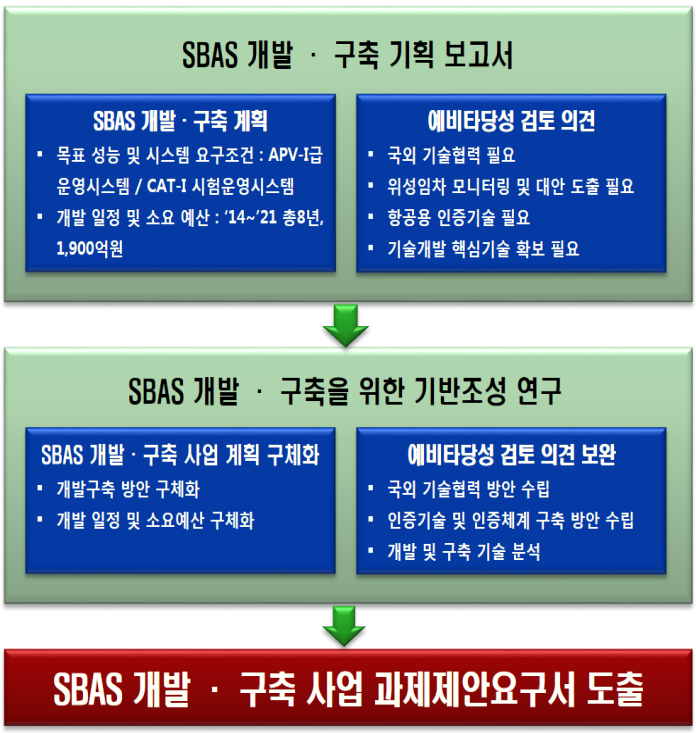
SBAS 개발·구축을 위한 기반조성 연구

II. 연구개발과제 개요

1. 연구 목적 및 필요성

○ 다목적 전공역 위성항법보정시스템(SBAS) 개발·구축 사업 착수 예정에 따라 예비타당성 검토과정에서 제시된 검토의견 보완과 SBAS 개발·구축 사업 계획을 구체화하기 위해 SBAS 기반조성 연구 필요성 대두

○ SBAS 사업은 국외 기술협력을 바탕으로 국내 주도로 추진되며 이를 위해 국외기술 분석, 국외 기술협력 방안, 국내에 기반이 마련되어 있지 않은 SBAS 인증 능력 확보 방안 등에 대한 사전 연구를 통해 본 사업 사업단 및 핵심과제 과제제안요구서 도출을 목표로 함



2. 연구 목표 및 내용

○ SBAS 사례조사·분석 및 국외 기술협력 방안 수립

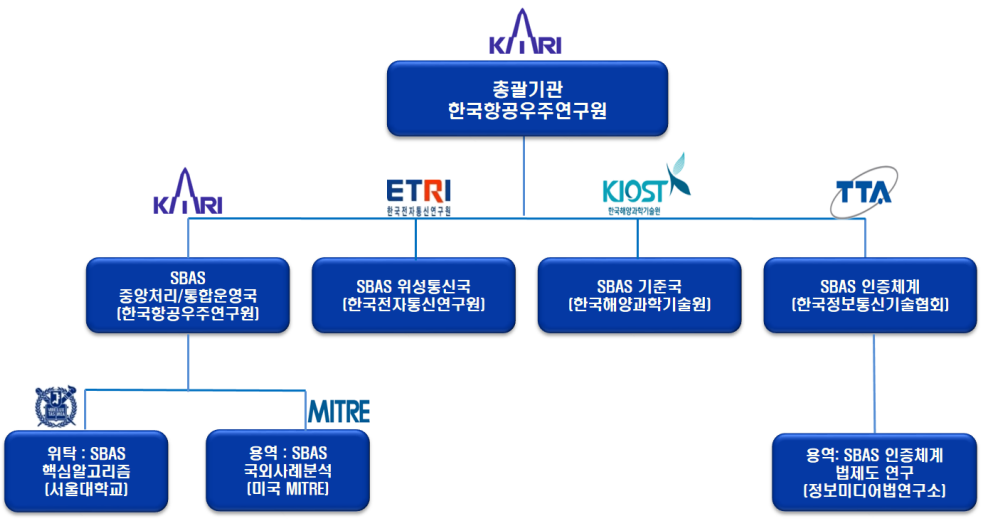
○ SBAS 인증 기반 수립

○ SBAS 개발·구축 사업단 및 핵심과제 제안요구서 도출



Ⅲ. 연구개발 수행내용

3. 연구 추진체계



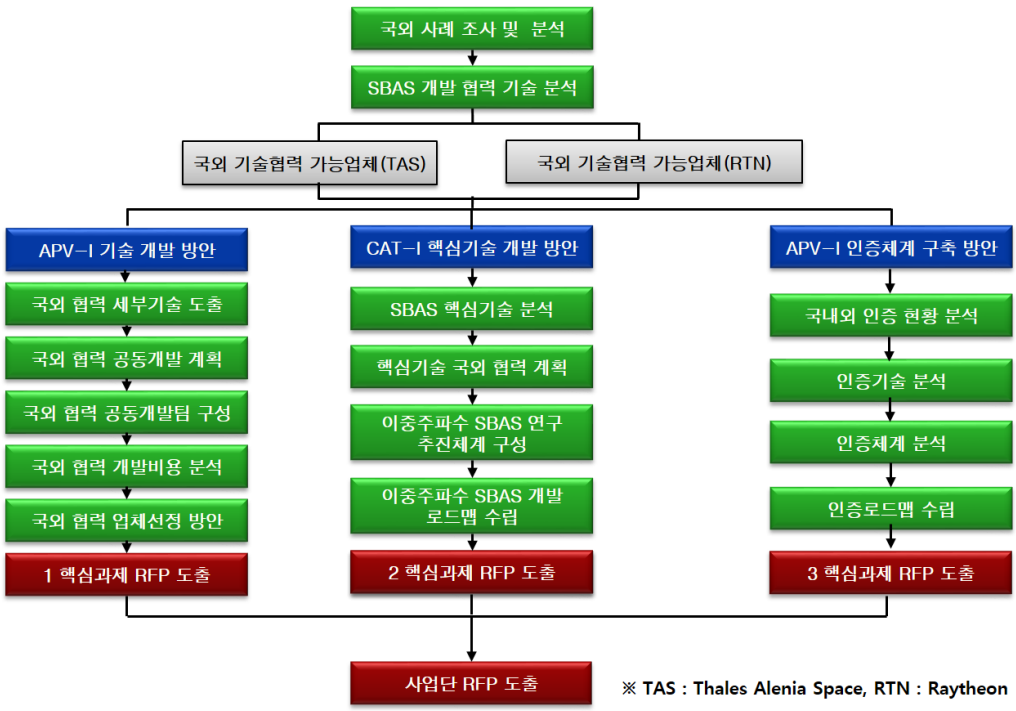
○ 총괄기관인 한국항공우주연구원과 공동연구기관인 한국전자통신연구원, 한국해양과학기술원은 APV-I급 SBAS 개발 체계 및 중앙처리국, 통합운영국, 위성통신국, 기준국 관련 국외 기술협력 방안 및 RFP 도출 연구 수행

○ 위탁연구기관인 서울대학교는 SBAS 핵심기술 분석 및 국외 기술협력 방안과 CAT-I급 SBAS 핵심기술 개발 방안 및 RFP 도출 연구를 수행

○ 공동연구기관인 한국정보통신기술협회와 위탁연구기관인 법제도 연구소는 SBAS 인증기반 수립 연구 및 RFP 도출 연구 수행

4. 연구 수행방법

- APV-I급 SBAS 시스템 개발 관련 연구 수행 절차는 국외 사례 조사 및 분석, SBAS 세부기술 분석, 국외 협력 세부기술도출, 국외 협력 공동개발 계획수립, 국외 협력 공동개발팀 구성 방안 도출, 핵심과제 RFP 도출 순으로 진행
- CAT-I급 SBAS 핵심기술 관련 연구 수행 절차는 APV-I급 SBAS 시스템 개발 관련 연구 수행 절차에 따라 진행
- APV-I급 SBAS 인증체계 관련 연구 수행 절차는 국외 사례 조사 및 분석, SBAS 세부기술 분석, 국내외 인증현황 분석, 인증기술 분석, 인증체계분석, 인증로드맵 분석, 핵심과제 RFP 도출

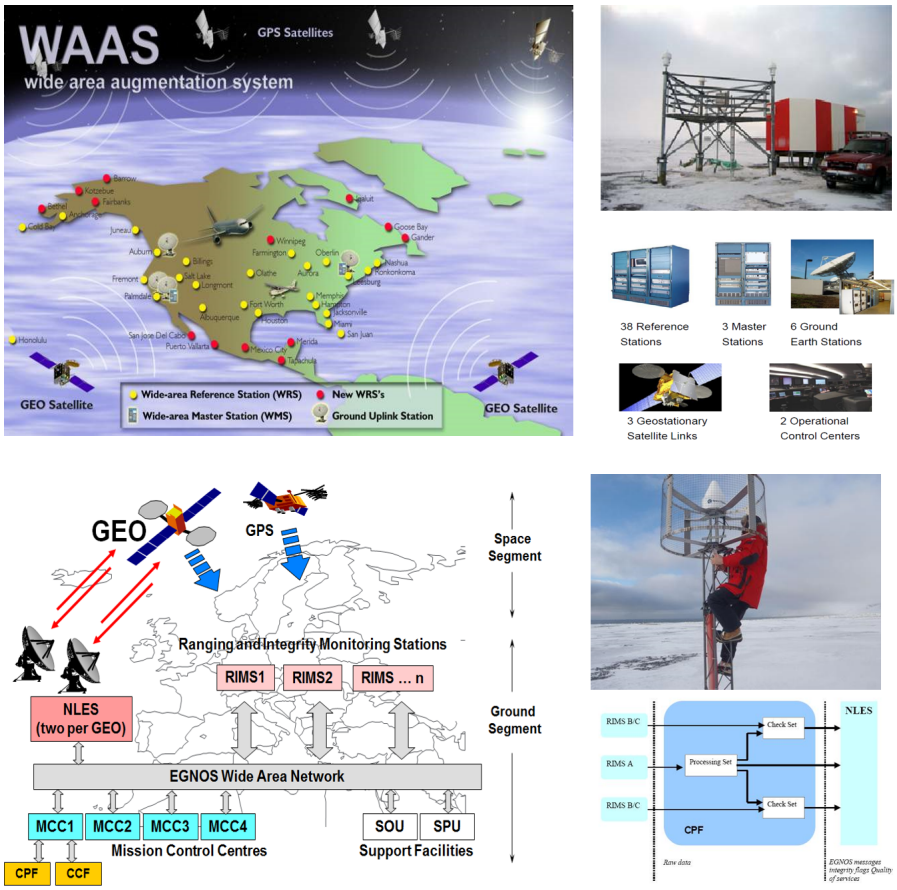


Ⅳ. 최종 연구성과

5. SBAS 사례·조사 분석 및 국외 기술협력 방안 수립

○ 국외 SBAS 개발 사례 조사 및 분석

- 미국 WAAS, 유럽 EGNOS, 일본 MSAS, 인도 GAGAN 구축 사례를 조사하여 국외 SBAS 개발 추진 체계 사례, 개발 위험관리 사례, 위성 PRN 확보 사례, 위성통신국 레인징 신호 생성 기법 및 구축 장비 사례, 설계 검증 사례, 소프트웨어 안정성 검증 사례, 구성 시스템 운영시험 및 검증체계 사례, 애로기술 식별 및 해결 사례등을 분석



○ APV-I급 SBAS 시스템 개발을 위한 세부 기술 분석 및 도출

- APV-I급 SBAS 시스템의 체계, 기준국, 중앙처리국, 위성통신국, 통합운영국별 세부 기술 분석을 통해 국외 기술협력 항목 도출

○ APV-I급 SBAS 시스템 개발을 위한 국외 기술협력 방안 수립

- 기술분석을 통해 도출된 기술협력 항목 분석을 통해 국외 기술협력 공동개발 전략 및 계획, 공동개발팀 구성 방안, 기술협력(공동개발) 비용 산정, 위성 임차 및 위성 PRN 확보 방안 등 국내 현실에 적합한 국외 기술협력 방안 제시

- 국외 기술협력 공동개발 전략 및 계획

▸ 공동개발 추진전략은 국내 연구기관은 APV-I급 SBAS 시스템 개발을 위한 시스템 설계, 하위 시스템 요구사항 도출, 시스템 및 장비 검증, 시험 운행 등을 수행하며, 국내 체계/협력업체는 하위 시스템 장비 개발 및 시스템 통합, 국외 체계/협력업체는 하위 시스템 장비 개발 및 시스템 통합을 위한 자문 및 기술 제공

▸ 필요한 기술의 국내 보유 수준과 시스템 성능 목표 달성에 필요한 기술 수준을 TRL(Technology Readiness Level) 구분하여 국내 기술 보유 수준, 주어진 일정 및 예산, SBAS 개발을 위한 업무 내용 및 기술 수준등을 고려하여 기술협력 비중 산정

▸ 체계, 기준국, 중앙처리국, 위성통신국, 통합운영국 하부시스템별 국외 기술협력 세부내용을 바탕으로 개발 단계 별 개발 목표 및 개발 방안을 정리하여 공동개발 계획 수립

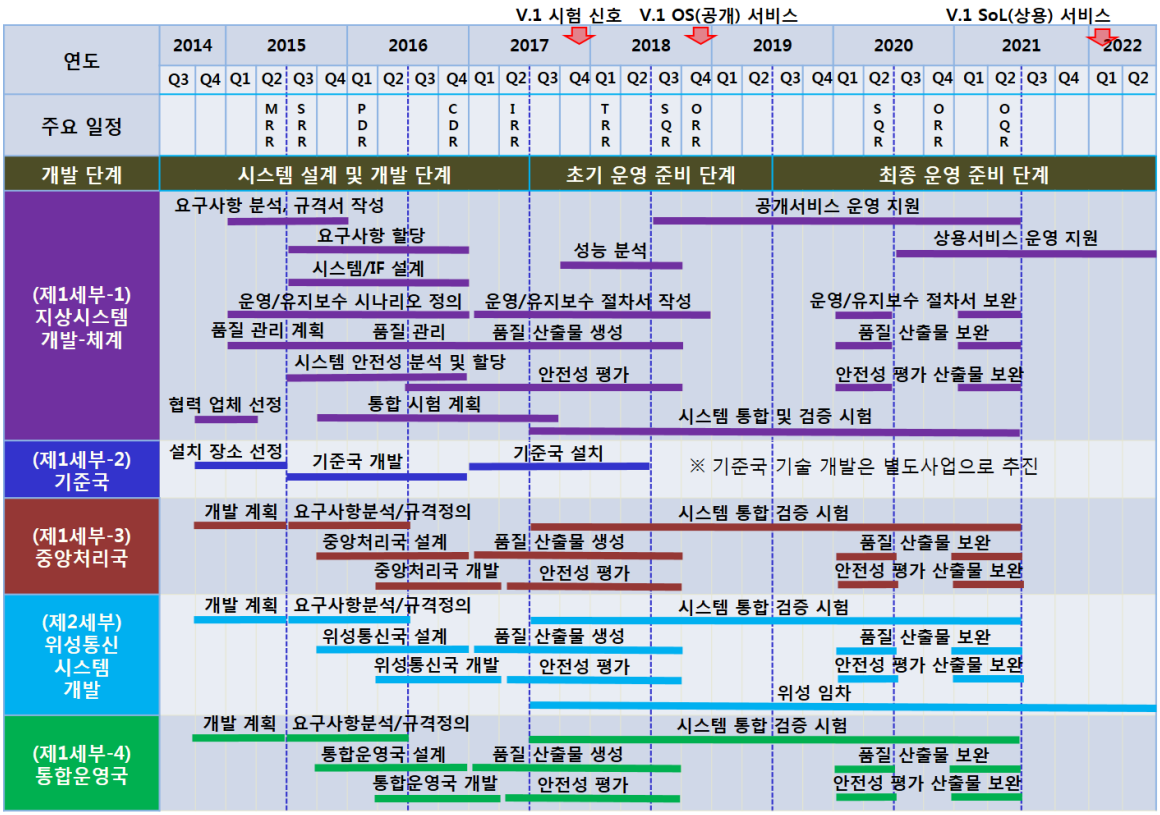
구분	해외기술도입 (구매)	해외기술협력 개발	해외공동개발	국내주도개발	국내독자개발
책임	해외 기관	해외기관	해외기관	국내기관	국내기관
기술 이전	x	○	○	○	○
비고	국내 인력을 OJT 가능 원칙적으로 후속사업에 대한 기술자립화 계획 없음	국내 인력은 참여, 기술이전으로 기술 확보 개발 참여 및 기술이전의 정도가 높지 않음	국내 인력은 공동개발참여, 기술이전으로 기술확보 후속 유사사업의 경우 국내주도 이상의 기술자립화를 목표	국내기술기반 중심의 개발 방식 포괄적 기술자문 가능	국내기술기반 중심의 개발 방식 부분적, 제한적 기술 자문 가능
위성 사업 사례			아리랑 1호 해외:체계, 핵심부품 국내:공동개발참여	아리랑 2호 해외:핵심부품 국내:체계,일부부품	아리랑 3호 해외:핵심부품 국내:체계,주요부품
SBAS 사업			예타 (1,280억원)	기획 (1,900억원)	
			공동개발 국내 44.9% 공동개발 해외 39.1% 기술자문/도입 16.0% 국외비용 약 705억	공동개발 국내 62.2% 공동개발 해외 9.2% 기술자문/도입 28.6% 국외비용 약 719억	

- 국외 기술협력 공동개발팀 구성 및 개발 일정 수립

  ▸ 공동개발팀 구성을 위하여 국내기관 및 국외기관 후보기관 선정, 다음의 고려사항을 기반으로 공동개발팀 구성 방안 마련

  - 사업단 운영 자문을 위한 국외 후보기관은 국외 SBAS 총괄 시스템 개발의 자문 경험이 있으며, 국외 SBAS 개발 업체들과의 관계에 있어서 중립적인 입장
  - APV-I급 SBAS 시스템 개발을 위한 국외 후보기관은 국외 SBAS 총괄 시스템 개발의 경험이 있으며, 현재 운영되고 있는 시스템에 대한 기술지원이 가능
  - APV-I급 SBAS 시스템 인증기술 개발을 위한 국외 후보기관은 국외 SBAS 총괄 시스템 인증을 위한 자문 경험이 있으며, 현재 운영되고 있는 시스템에 대한 추가적인 인증기술 지원이 가능

  ▸ 전체 공동개발 일정은 핵심기술 개발 일정을 고려하여 각 개발 항목 단위로 산출



- 국외 기술협력 개발 비용 분석

▸ SBAS 개발·구축 사업에서 국외 기술협력 주요 고려사항은 국외기관과 국내기관 간의 적절한 역할 및 비용 분담

▸ 소요비용 항목은 기술 및 시스템을 일괄적으로 들여오는 '도입', 기술 및 시스템의 개발을 공동 수행하는 '공동', 기술 및 시스템을 자체적으로 개발하는 '독자'로 세부 분류

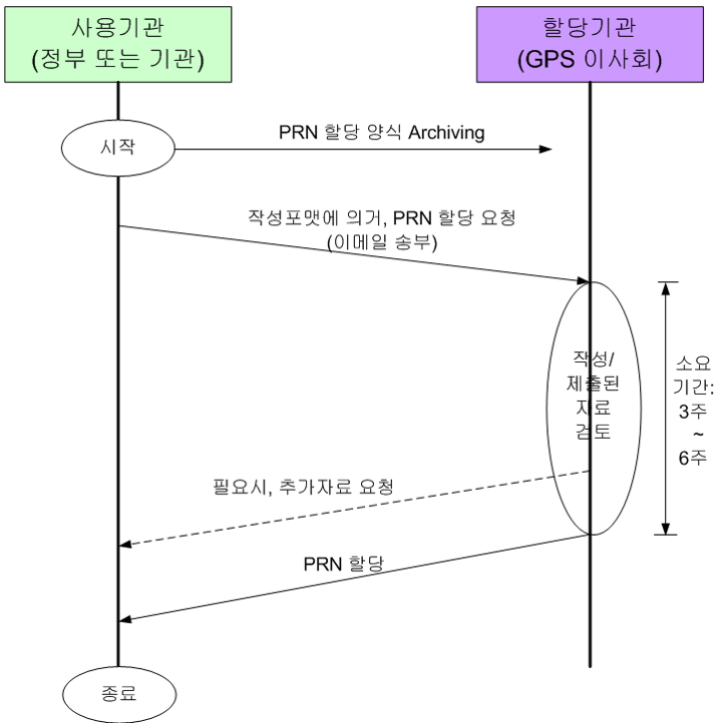
▸ '국외 도입'은 SBAS 개발구축에 있어 절차, 설계, 기술, 시스템 등을 직·간접적인 구매형태로 취득하는 행위를 의미하며 세부적으로 핵심 및 운영기술, 시스템 유형물(하드웨어, 소프트웨어 등의 유형물)이 포함, '기술협력'은 SBAS 개발구축에 있어 절차, 설계, 기술, 시스템 등을 직·간접적인 협력형태로 개발하는 행위를 의미하며 세부적으로 핵심, 검증, 운영의 기술, 절차 및 시스템 유형물(하드웨어, 소프트웨어 등의 유형물)이 포함, '국내 독자개발'은 SBAS 개발구축에 있어 절차, 설계, 기술, 시스템 등을 직·간접적으로 독자 개발하는 것을 의미하며 세부적으로 핵심, 검증, 운영의 기술, 절차 및 시스템 유형물(하드웨어, 소프트웨어 등의 유형물)이 포함

[단위: 백만원]

내역		국내/국외 비용	연도								합계
			'14년	'15년	'16년	'17년	'18년	'19년	'20년	'21년	
□ 다목적 SBAS 개발·구축사업 (국토교통부)		국내	2,614	6,696	14,793	9,864	6,891	7,574	5,776	2,441	56,649
		국외	3,386	8,984	21,358	7,032	5,974	5,780	5,485	6,554	64,553
		합계	6,000	15,680	36,151	16,896	12,865	13,355	11,260	8,995	121,202
□ 다목적 SBAS 개발·구축사업 (해양수산부)		국내	-	1,790	1,780	1,580	-	-	-	-	5,150
		국외	-	530	600	520	-	-	-	-	1,650
		합계	0	2,320	2,380	2,100	0	0	0	0	6,800
○ SBAS 사업단		국내	689	854	855	855	855	855	880	445	6,290
		국외	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1핵심	APV-I급 SBAS 개발	국내	1,925	7,632	15,717	9,788	4,736	4,919	3,696	1,095	49,508
		국외	3,386	9,514	21,958	7,552	5,974	5,780	5,485	6,554	66,203
1세부	▪ 체계 개발	국내	670	1,716	6,560	4,039	1,332	1,112	385	195	16,009
		국외	2,390	4,623	6,858	4,836	2,972	2,192	611	1,553	26,035
	▪ 기준국과 중앙처리국 간의 IF(연동) 및 통합시험	국내	300	400	400	400	-	-	-	-	1,500
		국외	-	-	-	-	-	-	-	-	0
	▪ 기준국 (해양수산부 예산)	국내	-	1,790	1,780	1,580	-	-	-	-	5,150
		국외	-	530	600	520	-	-	-	-	1,650
	▪ 통합운영국	국내	96	111	788	620	886	1,171	1,209	600	5,481
		국외	386	978	3,850	213	190	381	406	0	6,404
	▪ 중앙처리국	국내	134	435	1,564	380	318	686	702	0	4,219
		국외	536	2,562	8,274	253	212	457	468	0	12,762
2세부	▪ 위성통신국 및 위성임차	국내	225	1,650	3,025	1,250	1,100	1,250	1,000	0	9,500
		국외	75	1,350	2,975	2,250	2,600	2,750	4,000	5,000	21,000
3세부	▪ 시스템 인증지원 및 품질보증	국내	500	1,000	1,000	1,000	1,100	700	400	300	6,000
		국외	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2핵심	CAT-I급 SBAS 핵심기술 개발	국내	0	0	0	800	1300	1800	1200	900	6,000
		국외	0	0	0	0	0	0	0	0	0

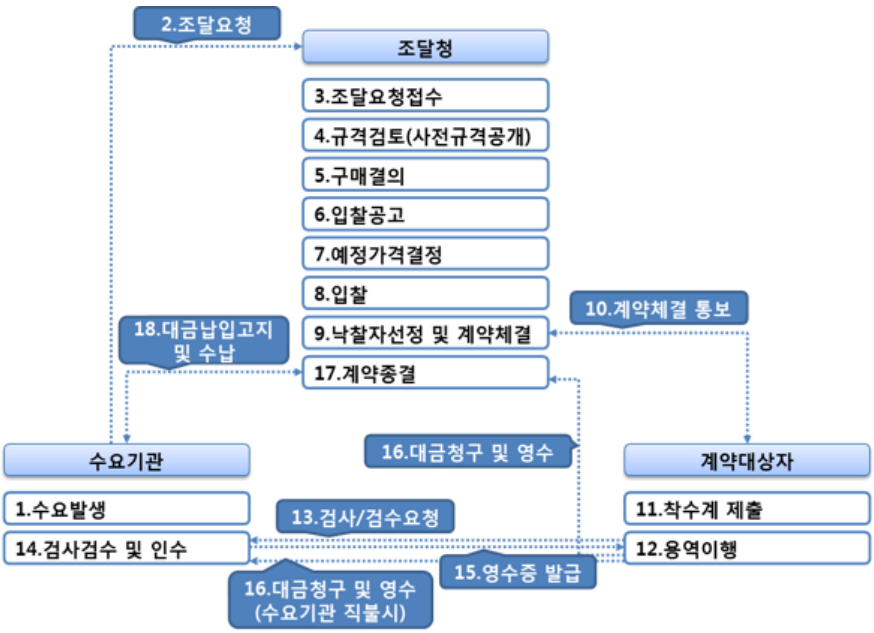
- SBAS 위성 임차 및 위성 PRN 확보 방안

  - APV-I급 SBAS 개발을 위해 필요한 정지궤도 위성은 2기로 그 중 1기 위성은 주위성으로 활용하고 나머지 한기는 부위성으로 주위성 고장에 대비
    - APV-I급 SBAS 개발에서는 주/부위성이 모두 L1 C/A 신호만 송출할 수 있어야 하며 CAT-I급 SBAS 핵심기술 결과에 대한 시험단계에서는 L1 C/A 신호 외에 L5 신호까지 송출
    - APV-I급 SBAS 개발/구축 및 CAT-I급 핵심기술 시험용으로 활용하기 위해서는 L1 및 L5 신호를 송출할 수 있는 항법보정중계기를 탑재된 위성 임차
  - 현재 항법탑재체가 탑재되어 운용중인 위성의 서비스 종료 시점 등을 감안할 때 가장 적합한 위성은 인마셋 4 시리즈 위성과 인마셋 사가 발사 계획중인 인마셋 6 시리즈가 타당할 것으로 판단
  - L1 및 L5 신호까지 제공할 수 있는 항법중계기는 인마셋 4 시리즈 위성 3기 모두 가능한바, 현 시점에서 임차가 가능할 것으로 예상되는 F1 위성 외에 인마셋이 개발할 계획인 인마셋 6시리즈에 대한 사용의향서 교환을 통해 위성 확보
  - CAT-I급 핵심기술 개발을 위해 이중주파수가 요구되므로 APV-I급 SBAS에서 사용할 GPS L1 C/A코드용 PRN 이외에 L5용 PRN을 확보
  - PRN 코드 할당을 위한 요청 양식은 GPS 이사회가 사전에 정의해 놓은 3페이지 분량의 포맷으로 구성되어 있으며 요청양식을 작성하여 제출



- 국외 기술협력 업체선정 사례 조사 및 선정 절차

  - 방위사업청의 “펜저-3 발사기” 및 “터보프롭 항공기” 국외 업체 선정 사례 조사를 통해 선정 절차 분석
  - “국외 협력업체” 선정을 위해서는 국내 연구기관과 국외 협력업체 직접 계약, 국내 연구기관과 컨소시엄(국내 체계업체/국외 협력업체)의 계약, 국내 연구기관이 국내 체계업체와 계약 후, 국내 체계업체가 국외 협력업체와 계약 등 3가지 선정 방법 중에서 선택 가능
  - 사업단에서 3가지 방법 중에서 구매비용 절감 및 기술획득을 고려하여 가장 효과적인 방법을 결정
  - 업체 선정 과정에서 발생할 수 있는 분쟁을 최소화하기 위하여 정부 조달청 시스템 활용 필요



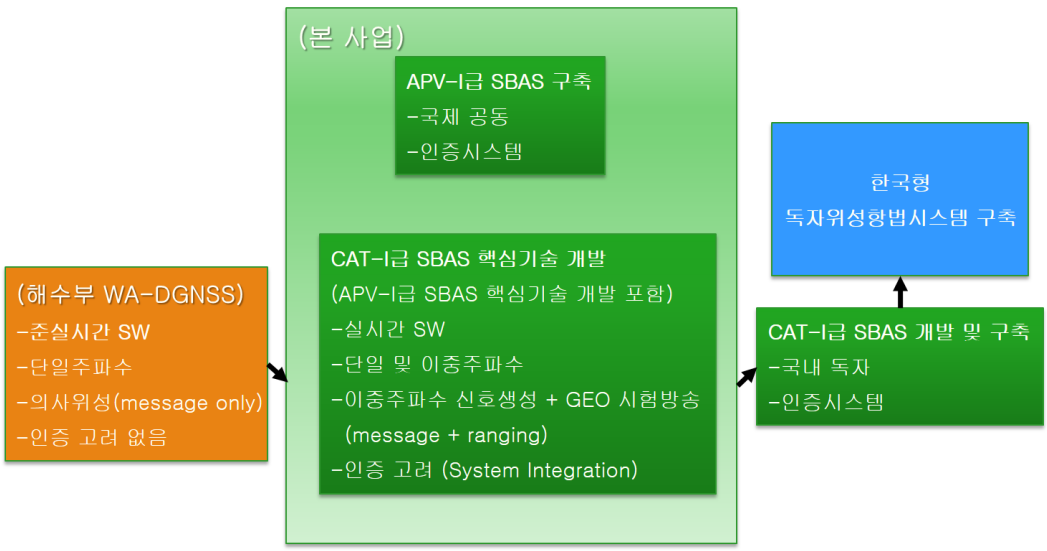
구 분	평가분야		평가항목	배점한도
기본 평가항목 (75점 이상)	가격		제안가격의 적정성	50점 이상
	적기납품		납기지체 여부	10점 이상 20점 이하
	기술 (15점)	고도기술	세부품명 기준 인증 보유여부	15점
		일반기술	세부품명 기준 인증 보유여부	7점
		녹색기술	세부품명 기준 인증 보유여부	7점
선택 평가항목 (25점 이하)	경영상태		업체 경영상태	10점 이하
	납품실적		해당 제품 납품실적	10점 이하
	사후관리		계약이행실적평가 전체등급	5점 이하
	선호도		자체 선호도 조사	5점 이하
	지역업체		지역업체 여부	5점 이하
	약자지원		중증장애인생산제품.장애인기업.사회적기업	5점 이하

○ CAT-I급 SBAS 핵심기술 개발을 위한 세부 기술 분석

- CAT-I급 SBAS 핵심기술 개발을 위한 세부 기술 분석을 통해 CAT-I급 SBAS 핵심기술 개발 방안, 성능평가 방안 제시 및 중요도 분석
  - ▸ 국내 기개발 SBAS 관련 기술은 단일 주파수 SBAS 기술
  - ▸ SBAS 핵심 알고리즘의 인증을 위한 개발 요구사항을 조사 분석하고, 선진 기술 벤치마킹을 위한 APV-I급 SBAS 핵심 알고리즘 단위 모듈별 성능 분석을 수행한 후 각각의 기개발 기술요소를 부분적으로 활용하여 이중주파수 핵심 알고리즘 개발
  - ▸ 인증과 밀접한 연관이 있는 부분은 기개발 기술의 활용이 한계가 있을 것으로 판단되므로 선진 기술을 벤치마킹하여 기술을 개발하고 필요시 국외 자문을 구함

○ CAT-I급 SBAS 핵심기술 개발 국외 기술협력 방안

- APV-I급 SBAS 시스템의 국외 기술협력 경험을 바탕으로 CAT-I급 SBAS 핵심기술의 국내 독자개발을 통하여 기술자립화 추진
- 수평 정확도 요구조건을 16 m에서 8m로 강화하여 항공분야 이외의 타분야에도 활용 가능하도록 개발 추진
- 이중주파수 SBAS 기술시범시스템을 구축하여 시스템 성능 평가 및 검증
- 이중주파수 SBAS의 핵심기술 개발 시 인증 완료된 APV-I급 SBAS의 핵심 알고리즘을 벤치마킹하고 이를 통해 인증 가능한 수준의 SBAS 핵심기술을 개발하여 기술 자립화 추진
- 이중주파수 SBAS 중앙처리국 핵심 알고리즘은 국내 기술로 개발하되, 국제표준 등 필요 부분은 국외 기술협력 추진



6. SBAS 인증기반 수립

○ SBAS 인증 관련 국내외 현황 조사 및 분석

- 미국 WAAS, 유럽 EGNOS, 일본 MSAS, 인도 GAGAN 인증 사례를 조사 분석
- 국제 표준 기술 분석

▸ ICAO, SAE, RTCA 표준 기술 분석

	ICAO	SAE	RTCA	FAA/MIL
개발 및 성능 관련표준	Annex 10 최소성능요구사항 Doc 9613 PBN Manual	ARP 4754A 개발 가이드라인 ARP 4761 안전성 평가	DO-278A 소프트웨어 무결성 보증 DO-178B 인증을위한소프트웨어고려사항 DO-248C 178B 및 278A 보완사항 DO-229D WAAS MOPS DO-254 하드웨어 설계 보증	FAA-STD-026A NAS(National Airspace System)를 위한 소프트웨어 개발 FAA-G-2100H 전자 장비, 일반적 요구사항 MIL-STD-882 DoD Standard, System Safety MIL-STD-1521B Technical Reviews and Audits
설치 및 운영 관련 표준	Doc 8071 비행검사 Doc 9683, 9808, 9824, Cir 249, 253 Human Factors Doc 9906 비행절차	ARP 5721 Human Factors	DO-256 Human Factors	FAA-G-2100H 전자 장비, 일반적 요구사항 Order 6700.20 Non-Federal Navigational Aids and Air Traffic Control Facilities Order 6882.1 WAAS 운영 및 유지보수 Order JO 6882.2A WAAS 유지보수 Order 8200.1 비행검사

- 관련 법제도 분석

▸ 국내 법·제도 현황 조사 분석

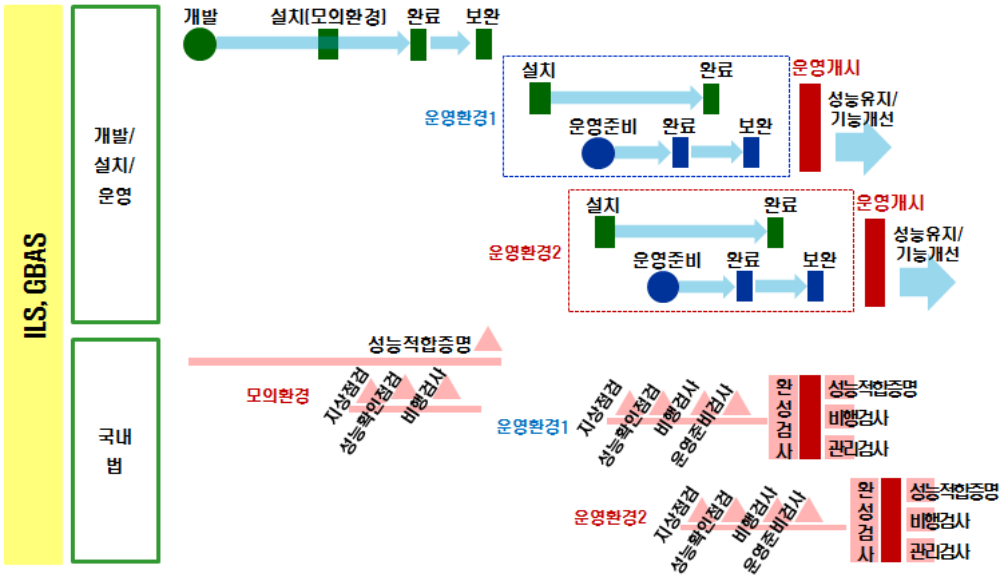
▪ SBAS 인증은 기본적으로 기존 항행안전무선시설의 인증제도를 따라 인증하여야 하며, 현재까지 SBAS 인증 사례가 부재하였으므로 SBAS 인증을 위해서는 세부적인 규정의 보완 필요

검사/인증	주요 내용	관련 법	주체	SBAS 적용 단계	비고
성능적합증명	항행안전시설의 성능 적합여부 검사(지상점검, 비행검사 포함)	항공법 제80조의 2(항행안전시설의 성능적합증명) 항공법 시행규칙 제245조의2(항행안전시설성능적합증명의 신청) 항행안전시설 성능적합증명 검사 기술기준 항행안전무선시설의 설치 및 기술기준	성능적합증명 검사기관	개발 및 설치	강제 사항 아님
품질관리	설치 전 과정에서의 품질관리계획 수립/이행	항행안전무선시설의 설치 및 기술기준	설치자	설치	
성능검증	ILS, GBAS의 경우, 비행검사 및 시험운영을 통한 성능 및 안전성 확보	항행안전무선시설의 설치 및 기술기준	설치자	설치	SBAS의 경우, 성능적합증명과 중복됨
지상점검	설치 지역에서의 성능 확인	항행안전무선시설의 설치 및 기술기준	설치자	설치	
성능확인점검		항행안전무선시설의 설치 및 기술기준	설치자/ 항행시설관리자	설치	SBAS의 경우, 성능적합증명과 중복됨
비행검사		항공법 제80조(비행장 및 항행안전시설의 관리) 항공법 시행령 제63조(권한의 위임·위탁) 항행안전무선시설의 설치 및 기술기준 항행안전시설 비행검사 규정	비행점검센터	설치 및 운영준비	SBAS 적용 시, 비행검사 대상 및 검사 항목 보완 필요
운영준비	유지보수 지침서, 유지보수자 교육훈련 등 운영준비	항행안전무선시설의 설치 및 기술기준	항행시설관리자	운영준비	
완성검사/준공검사	설치 적절성, 성능, 운영준비 등에 대한 최종 확인/검사	항공법 제77조(비행장 및 항행안전시설의 완성검사) 항공법 시행령 제63조(권한의 위임·위탁) 항공법 시행규칙 제231조(항행안전무선시설공사 완성검사의 신청) 항행안전무선시설의 설치 및 기술기준	항공교통센터	운영준비	국토교통부장관이 외의 자가 설치 시
운용개시검사		항행안전무선시설의 설치 및 기술기준	국토교통부	운영준비	국토교통부장관이 설치 시
관리검사	운영중인 시설의 운영적합 여부 검사(비행검사 결과 포함)	항공법 제80조(비행장 및 항행안전시설의 관리) 항공법 시행령 제19조(비행장 및 항행안전시설의 관리검사) 항행안전시설 관리검사 규정	항공교통센터	운영사후	SBAS 적용 시, 검사항목 보완 필요

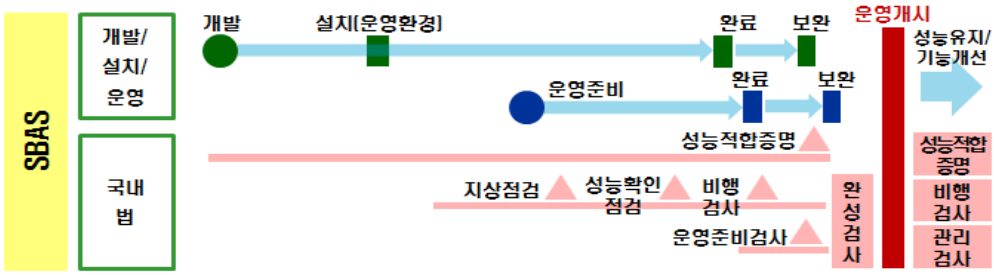
▸ 항공기, 항행안전시설, SBAS 관련 인증제도 조사 분석

▪ 시스템의 성능 요구사항이 전공역에 이르므로 ILS나 GBAS 등과는 달리 모의환경에서의 성능확인으로 시스템 성능을 판단할 수 없으며 실제 운영될 지역에 시설을 설치하고 성능을 확인. 성능적합증명, 지상점검, 성능확인점검, 비행검사, 운영준비, 완성검사(또는 운용개시검사) 활동이 실제 운영될 시설에서 수행

▪ ILS, GBAS 등 구축 및 운영을 위한 법제도 적용



▪ SBAS 구축 및 운영을 위한 법제도 적용



▸ 미국 법·제도 현황 조사 분석

▪ 항행안전시설 인증 관련한 연방법은 TITLE 49 TRANSPORTATION 중 Subtitle VII – Aviation Program으로서, 이에 따라 연방규정 CFR(Code of Federal Reguration) Title 14 Aeronautics and Space가 마련되어 있음

연방법(Code)		"TITLE 49 – TRANSPORTATION" 중 "Subtitle VII—Aviation Programs"
연방규정(CFR)		Title 14—Aeronautics and Space (14CFR)
훈령 (Order)	TSO	TSO-C129a, Airborne Supplemental Navigation Equipment Using the Global Positioning System (GPS) TSO-C145a Airborne Navigation Sensors Using the Global Positioning System (GPS) Augmented by the Wide Area Augmentation System (WAAS) TSO-C146c Stand-Alone Airborne Navigation Equipment Using the Global Positioning System (GPS) Augmented by the Wide Area Augmentation System (WAAS) ...
	Order	Order 6700.20 Non-Federal Navigational Aids and Air Traffic Control Facilities Order 6882.1 Wide Area Augmentation System Operation and Maintenance Program Order JO 6882.2A Maintenance of the Wide Area Augmentation System Order 8200.1 United States Standard Flight Inspection Manual Order 6000.15B General Maintenance Handbook for Airway Facilities ...
가이드/회람문 (AC, Advisory Circular)		AC 20-115C Airborne Software Assurance AC 20-138C Airworthiness Approval of Positioning and Navigation Systems AC 90-45A, Approval of Area Navigation Systems for Use in the U.S. National Airspace System AC 90-100A U.S. Terminal and En Route Area Navigation (RNAV) Operations ...

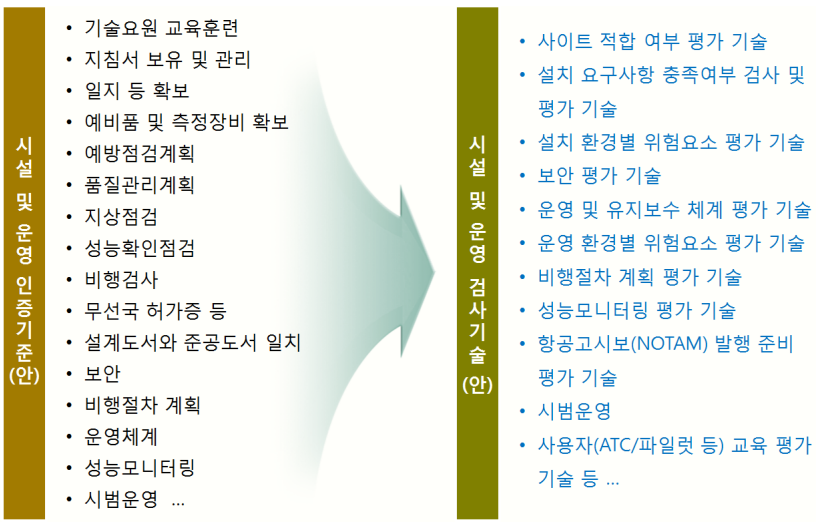
* TSO: Technical Standard Order

○ 시스템 인증 기준 및 기술

▪ 시스템 인증 기준(안) 및 기술

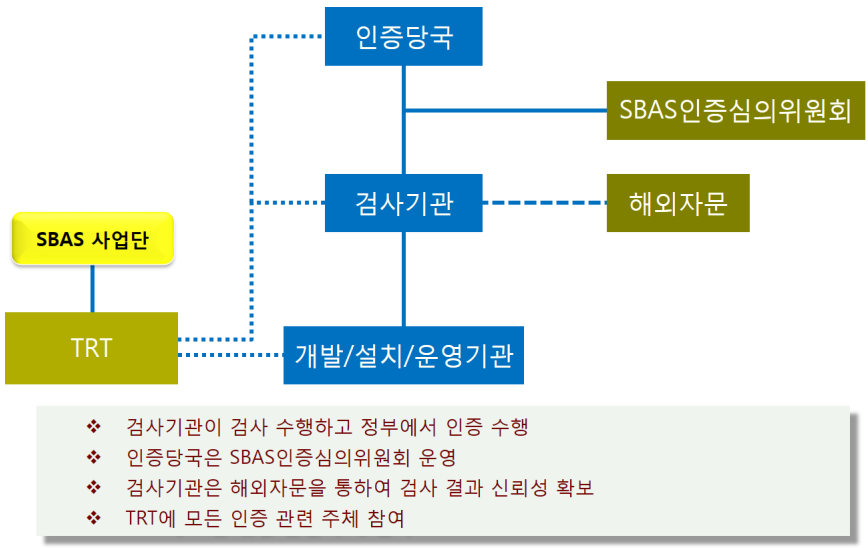


▪ 시설 및 운영 인증 기준(안) 및 기술



○ 인증 추진체계 구성 방안

- 인증 추진체계



- 주체 구성 방안

▸ 인증 당국 : 미국, 일본, 인도의 경우 정부 기관이 인증 당국 역할을 수행하였으므로 SBAS 개발 시 인증당국으로서의 역할은 국토의 체계적인 개발과 보존, 교통물류체계 구축 등의 사무를 관장하는 국토교통부가 수행

▸ SBAS인증심의위원회 : SBAS인증심의위원회에서는 인증기준 심의, 인증계획 및 검사계획 심의, 인증결과 승인 등 인증과 관련된 최종 검토를 수행하므로, 인증당국과 본 사업에 직접적으로 참여하지 않는 산학연 전문가로 구성

▸ 시스템 검사기관 : 시스템 검사는 SBAS의 요구사항에 맞게 시스템이 정상 개발되었는지를 충분히 확인하기 위해 성능적합증명 검사를 수행하여야 하므로 다양한 시스템 검사 및 인증 경험이 있는 성능적합증명 검사기관이 수행

▸ 시설 및 운영 검사기관 : 시설 및 운영 검사는 시스템이 문제없이 설치되었는지, 운영을 위한 제반사항이 준비되었는지를 검사하고, 국내법 체계에 따라 완성검사 항목을 검사할 수 있는 기관이 수행해야 하므로, 항행안전시설 관련 전문 기관이 수행

▸ TRT : SBAS인증과 관련된 모든 인증 주체와 국내외전문기관, 산업계 전문가 등으로 구성

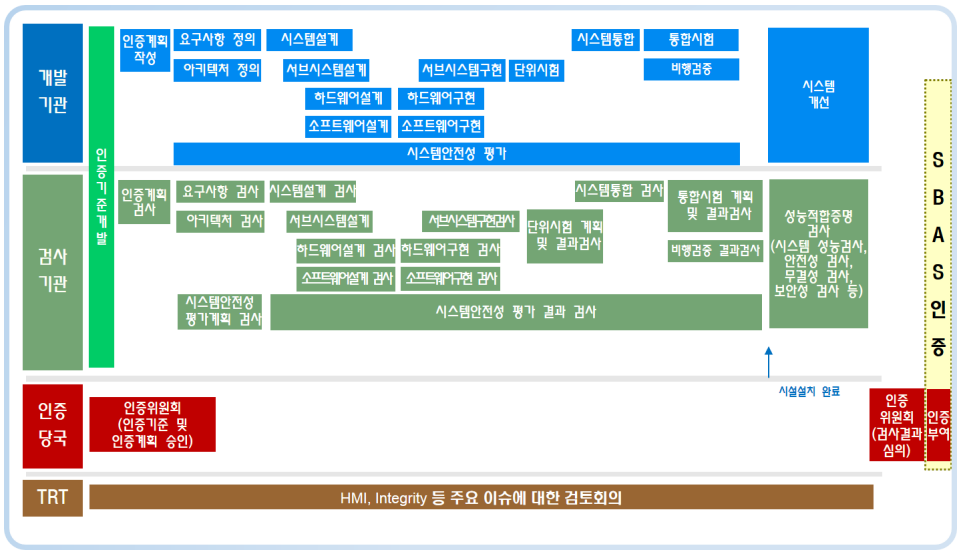
▸ 해외자문기관 : SBAS 인증 경험을 가진 해외기관 혹은 항행안전시설 검사 경험을 가졌거나 또는 전문검사자(예: DER)를 보유한 기관

○ 검사 및 인증 절차

- 인증 계획 수립 절차

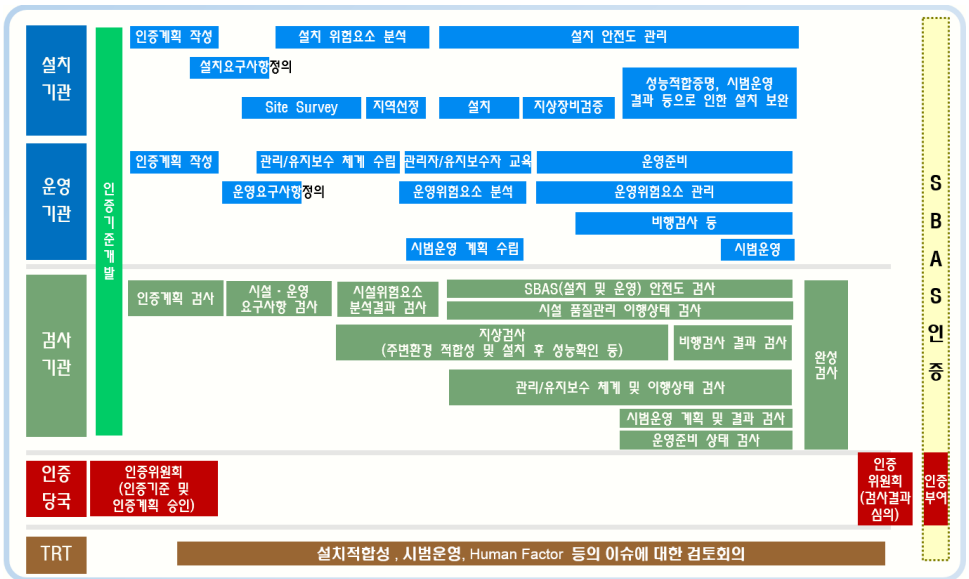
  - ▸ 검사기관/개발기관 : 인증기준 개발
  - ▸ 인증당국 : 인증기준 검토 및 승인
  - ▸ 개발기관/설치기관/운영기관 : 인증계획 작성
  - ▸ 인증당국 : 인증계획 검토 및 승인

- 시스템 검사 및 인증 절차



-

- 시설 및 운영 검사 및 인증 절차



○ 인증 사후 관리 방안

- SBAS 성능 유지 관리 및 검사 방안

▸ SBAS 운영자의 SBAS 성능 관리 필요

▸ SBAS 비행검사 개선 필요

▸ SBAS 관리검사 개선 필요

- SBAS 시스템 변경 적용 및 관리 방안

▸ 인증 후 SBAS 변경 적용 절차 보완 필요

○ 법제도 개선

▸ 인증절차 관련 법제도 개선 방안

▪ 성능적합증명 제도의 적용범위 확대, 성능적합증명 획득의 의무화 및 소급적용, 항행안전시설의 성능적합증명 제도 관련 위임입법의 근거 마련, SBAS에 대한 비행검사/관리검사 규정 보완

▸ 검사·인증기관 선정 관련 법제도 개선 방안

▪ 성능적합증명 검사기관 자격요건 개선, 검사기관 지정 고시 신설

○ 연차별 인증기술 개발 일정



7. 사업단 및 핵심과제 RFP 도출

○ 사업단 RFP(안)

사업단명

- SBAS 사업단

최종목표

- 국제민간항공기구 (ICAO)의 요구성능을 만족시키는 SBAS 개발
  - 목표 1: APV-I급 SoL 서비스를 위한 SBAS 개발
  - 목표 2: CAT-I급 시험운영을 위한 기술 개발

추진전략

- 기술개발 전략
  - 국내 산학연 개발체계 구축으로 국내 개발 역량 극대화
  - 국내 업체와의 공동개발 또는 용역개발을 통해 국내 관련 산업 활성화 적극 추진
  - 국내 미확보된 기술에 대해서는 국외 자문 및 국외 공동개발을 통하여 확보
  - 국내 기관들은 기반 기술을 보유하고 있으나 시스템 구현 경험이 부족하므로 국내 기관 주도로 개발하되 국외 기술협력 개발 추진
  - 정지궤도위성은 사업의 위험 요소를 줄이기 위해 국외 정지궤도위성 임차 추진
  - APV-I 급 SBAS 개발과정에서 SBAS 인증 유경험 기관의 기술지원 추진
  - 연구개발비의 적정성 및 연구기간을 고려하여 시스템 세부구성품은 본 시스템에 대한 적합도 평가, 검증 이후 가장 적합한 제품을 활용
  - APV-I급 SBAS 개발 시 확보한 기술을 바탕으로 CAT-I급 시스템 체계기술, 중앙처리국, 위성통신국 핵심기술 중심으로 연구개발
  - CAT-I급 요구성능을 만족하기 위하여 L5 보정신호 추가 기술개발 추진

- 사업관리 전략
  - 「국토교통연구개발사업 사업단과제관리지침」에 따라 사업관리 추진
  - 진도관리, 예산관리, 성과관리, 위험관리, 사후관리를 통하여 사업의 성공률을 극대화
  - 각종 위험 요소를 분석하여 이를 해결 할 수 있도록 추진
  - 세부 요구사항 분석, 설계, 구축, 시험 등에 필요한 모든 세부사항을 정하여 국토교통부와 협의하여 추진

사업기간

- 사업기간 : 2014년 ~ 2022년 (8년)

○ 제1핵심과제 RFP(안)

목표

- APV-I 급 SoL 서비스를 위한 SBAS 개발

추진전략

- 핵심연구책임자는 단계별 목표를 수립하고, 그에 적합한 추진전략 및 일정계획 수립
- 국내에는 위성항법서비스 시스템 관련 제작 경험이 없으나 위성 운영 시스템 개발 경험이 있는 국내기관을 중심으로 국외 자문 및 공동 개발을 추진
- 시스템 검증을 위한 안전성 평가 기술의 경우 국외 관련 기관과의 공동 개발을 통하여 기술 획득 추진
- 위성통신국 요구사항 및 규격은 국내 연구기관이 주도하고 국외업체는 제작 및 시험을 주관하고, 규격 작성 시 기술자문을 수행

세부과제

- 지상시스템 개발(체계, 중앙처리국, 통합운영국)
- 위성통신시스템 개발
- 시스템 인증지원 및 품질보증

○ 제2핵심과제 RFP(안)

목표

- CAT-I급 시험운영을 위한 SBAS 기술 개발

추진전략

- 핵심연구책임자는 단계별 목표를 수립하고, 그에 적합한 추진전략 및 일정계획 수립
- APV-I급 SBAS 운영시스템과 CAT-I급 SBAS 시험운영 장비를 연동하되 독립적으로 작동되도록 CAT-I급 SBAS 핵심 알고리즘 개발 추진
- APV-I급 SBAS와 CAT-I급 SBAS 간의 원활하고 체계적인 시스템 연동을 위하여 APV-I급 SBAS의 체계, 중앙처리국, 기준국, 통합운영국, 위성통신국 개발 기관이 CAT-I급 기술 개발에 참여

세부과제

- 이중주파수 SBAS 감시 및 제어기술 개발
- 이중주파수 SBAS 보강정보 생성기술 개발
- 이중주파수 SBAS 신호생성기술 개발

○ SBAS 인증기술 개발 과제 RFP(안)

목표

- 국제민간항공기구(ICAO)의 SBAS 관련 요구사항을 만족하는 시스템인증, 시설 및 운영 인증기준 연구개발
- SBAS가 시스템인증, 시설 및 운영 인증기준에 적합함을 검사할 수 있는 검사기술 및 검사절차 연구개발
- SBAS 인증을 위한 시스템 검사, 시설 및 운영검사 수행
- SBAS 인증절차 개발, 인증 심의위원회 운영, 인증사후관리 및 법제도 개선 등의 인증 지원방안 연구

추진전략

- 해외협력 및 국제민간항공기구(ICAO), 미연방항공청(FAA), 유럽항공안전기구(EASA) 등 국제표준 분석을 통한 인증체계 개발
- 관련분야 국내외 전문가를 활용하여 인증체계 검증
- 개발된 SBAS의 안전성 확보를 위해 SBAS 개발 초기부터 운영 준비까지 전 단계에 걸친 검사 수행
- 해외 SBAS 인증 관련 전문가들로부터 검사.인증 전략 및 경험 전수
- SBAS 인증 관련 국외 교육을 통한 선진기술 습득

세부과제

- 시스템 인증기술 개발
- 시설 및 운영 인증기술 개발

Ⅴ. 연구성과 활용계획

○ 2014년 하반기 착수 예정인 SBAS 개발·구축 사업에서 목적으로 하는 성과를 성공적으로 달성키 위한 기반 자료로 활용

- 국외 기술협력 기반 마련 및 협력기관 선정에 활용
- SBAS 개발·구축 사업 수행에 반드시 필요한 인증기술 확보 및 인증체계 구축에 활용
- 구체적이고 명확한 SBAS 개발·구축 사업단 및 핵심과제 제안요구서 마련

○ 항공 이외의 타분야에서 이용도를 높일 수 있도록 SBAS 활용도를 극대화시키기 위한 SBAS 시스템 설계 및 시스템 개발 로드맵 수립의 기초 자료로 활용

○ SBAS를 활용한 항공 항법용 Safety of Life(SoL) 서비스 제공을 위한 개발절차 및 전략 수립에 활용

- 2022년 이후에 제공될 APV-I SoL 서비스의 개발절차 및 전략수립에 활용
- SBAS 기반 SoL 서비스를 활용하여 우리나라 공역 내 성능 기반 항법(PBN: Performance Based Navigation) 이용을 극대화하기 위한 우리나라 항행시설 고도화 및 SBAS 기반 접근 절차 개발에 활용

○ SBAS 개발 구축 세부 계획 및 검토에 본 연구 결과를 활용

○ 타분야 SBAS 활용 방안 수립에 활용

- 육상 교통의 경우 도로 교통과 철도 교통 등으로 크게 나뉘어 활용이 가능하며 사용자 요구 성능별 최적 보정정보 서비스를 위한 SBAS 개발 기반 자료로 활용
- 국방 분야 이용을 위한 SBAS 개발 방안 수립에 활용
- 시각동기분야 이용을 위한 SBAS 개발 방안 수립에 활용

○ 향후 우리나라 독자항법시스템 구축에 필요한 기반기술 식별 및 확보계획 수립에 활용

목 차

제1장 연구개발과제의 개요 ····· 1

제1절 연구 추진 배경 ····· 1
1. 본 사업 추진 배경 ····· 3
가. 본 사업 추진 근거 ····· 5
나. 본 사업 타당성 평가 추진 경위 ····· 7
2. 본 사업 개요 ····· 8
3. 본 연구 추진 배경 ····· 10

제2절 연구 목적 및 필요성 ····· 11
1. 연구 필요성 ····· 11
2. 연구 중요성 ····· 12
가. 기술적 중요성 ····· 12
나. 경제산업적 중요성 ····· 13
다. 사회문화적 중요성 ····· 14

제3절 연구 최종 목표 및 연구 범위 ····· 15
1. 연구 최종 목표 ····· 15
가. 최종 목표 ····· 15
나. 최종 목표 성격 및 설정근거 ····· 15
2. 연구 범위 ····· 17
가. 연구 범위 및 내용 ····· 17
나. 주요 연구내용 ····· 17

제4절 연구수행 추진 체계 및 절차 ····· 24
1. 연구수행 추진 체계 ····· 24
2. 연구수행 절차 ····· 25
3. 연구개발 비용 추정 방법 ····· 26
가. 연구개발 비용 산정 방법 ····· 26
나. 비용검증 방법 ····· 27

제2장 연구개발 수행내용 및 결과 ····· 28

2.1 SBAS 사례조사 분석 및 국외 기술협력 방안 수립 ····· 28

제1절 국외 SBAS 개발 사례 조사 및 분석 ····· 31
1. 국외 SBAS 시스템 최신 동향 조사 ····· 31
가. 미국 WAAS ····· 31
나. 유럽 EGNOS ····· 31
다. 일본 MSAS ····· 32
라. 인도 GAGAN ····· 32
2. 국외 SBAS 개발 추진 체계 사례 분석 ····· 35
가. 미국 WAAS 개발 추진 체계 ····· 35
나. 유럽 EGNOS 개발 추진 체계 ····· 37
다. 일본 MSAS 개발 추진 체계 ····· 38
라. 인도 GAGAN 개발 추진 체계 ····· 40
3. 국외 SBAS 개발 위험관리 사례 분석 ····· 41
가. 위험관리 프로세스 ····· 41
나. 위험관리 기록 ····· 42
4. 위성 PRN 확보 사례 분석 ····· 43
가. 위성 PRN 확보 필요성 ····· 43
나. 위성 PRN 국외 사례 분석 ····· 44
5. 위성통신국에서의 레인징 신호 생성 기법 및 구축 장비 사례 분석 ····· 46
가. 레인징 신호 생성 기법 ····· 46
나. 위성통신국 구축 장비 사례 ····· 47
6. SBAS 설계 검증 사례 분석 ····· 48
가. 설계 요구사항 ····· 48
나. 설계 검증을 위한 분석 ····· 48
다. 설계 검증 방법 ····· 48
7. SBAS 소프트웨어 안정성 검증 사례 분석 ····· 50
가. SBAS 소프트웨어 안전성 검증 개요 ····· 50
나. SBAS 소프트웨어 안전성 검증 수행 방법 ····· 50

8. SBAS 구성 시스템 운영시험 및 검증체계 사례 분석 ····· 52
가. SBAS 구성 시스템 운영시험 방안 ····· 52
나. SBAS 구성 시스템 운영시험 검증 방안 ····· 52
다. SBAS 단위 시스템 기능 검증 방안 ····· 52
라. SBAS 구성 시스템 간에 연동시험 및 검증체계 방안 ····· 54
9. 애로기술 식별 및 해결방안 사례 분석 ····· 55
가. 미국 WAAS 애로기술 ····· 55
나. 유럽 EGNOS 애로기술 ····· 56

제2절 APV-I급 SBAS 개발을 위한 세부 기술 도출 ····· 58
1. 체계 개발을 위한 기술 분석 ····· 60
가. 시스템 요구사항 분석 ····· 60
나. 시스템 설계 및 개발 기술 분석 ····· 60
다. 시스템 통합 및 초기 운영 준비 단계기술 분석 ····· 62
라. 시스템 인증 및 최종 준비 단계기술 분석 ····· 62
마. 시스템 성능평가 및 검증 기술 분석 ····· 62
2. 기준국 개발을 위한 기술 분석 ····· 64
가. 기준국 시스템 개발 기술 ····· 64
나. 기준국 기능 구현을 위한 핵심기술 ····· 70
3. 중앙처리국 개발을 위한 기술 분석 ····· 74
가. 중앙처리국 시스템 개발 기술 ····· 74
나. 중앙처리국 기능 구현을 위한 핵심기술 ····· 83
4. 위성통신국 개발을 위한 기술 분석 ····· 90
가. 위성통신국 시스템 개발 기술 ····· 90
나. 위성통신국 기능 구현을 위한 핵심기술 ····· 97
5. 통합운영국 개발을 위한 기술 분석 ····· 104
가. 통합운영국 시스템 개발 기술 ····· 104
나. 통합운영국 기능 구현을 위한 핵심기술 ····· 115
6. 국외 기술협력 항목 도출 ····· 127
가. 체계 국외 기술협력 항목 도출 ····· 127
나. 기준국 국외 기술협력 항목 도출 ····· 129
다. 중앙처리국 국외 기술협력 항목 도출 ····· 130
라. 위성통신국 및 위성임차 국외 기술협력 항목 도출 ····· 140
마. 통합운영국 국외 기술협력 항목 도출 ····· 143

제3절 APV-I급 SBAS 개발을 위한 국외 기술협력 방안 ····· 147
1. APV-I급 SBAS 개발 국외 기술협력 공동개발 전략 ····· 147
가. 체계 국외 기술협력 공동개발 전략 ····· 147
나. 기준국 국외 기술협력 공동개발 전략 ····· 155
다. 중앙처리국 국외 기술협력 공동개발 전략 ····· 160
라. 위성통신국 국외 기술협력 공동개발 전략 ····· 164
마. 통합운영국 국외 기술협력 공동개발 전략 ····· 170
2. APV-I급 SBAS 개발 국외 기술협력 공동개발 계획 ····· 176
가. 체계 국외 기술협력 공동개발 계획 ····· 176
나. 기준국 국외 기술협력 공동개발 계획 ····· 179
다. 중앙처리국 국외 기술협력 공동개발 계획 ····· 181
라. 위성통신국 국외 기술협력 공동개발 계획 ····· 184
마. 통합운영국 국외 기술협력 공동개발 계획 ····· 186
바. 기술협력 공동개발 종합 일정 ····· 189
3. APV-I급 SBAS 개발 국외 기술협력 공동개발팀 구성 방안 ····· 190
가. 공동개발팀 역할분담 ····· 190
나. 공동개발팀 참여방안 ····· 192
다. 단계별 공동개발팀 참여방안 및 운영일정 ····· 194
라. 연차별 공동개발팀 참여방안 및 운영일정 ····· 194
4. APV-I급 SBAS 개발 국외 기술협력 비용 산정 ····· 196
가. 소요비용 산출 항목 ····· 196
나. 소요비용 산출 방법 ····· 199
다. 소요비용 산출 결과 ····· 201
5. SBAS 위성 임차 및 위성 PRN 확보 방안 ····· 213
가. SBAS 위성 임차 방안 ····· 213
나. 위성 PRN 확보방안 ····· 216

제4절 국외 기술협력 업체선정 사례 조사 및 선정 절차 방안 ····· 220
1. 국외 기술협력 업체 선정 사례 ····· 220
2. 국외 기술협력 업체 선정 전략 ····· 226
3. 국외 기술협력 업체 선정 방법 ····· 227

제5절 CAT-I급 SBAS 핵심기술 개발을 위한 세부 기술 분석 ····· 229
1. CAT-I급 SBAS 핵심기술 세부 기술 분석 ····· 229
2. SBAS 핵심기술 중요도 분석 ····· 235

제6절 CAT-I급 SBAS 핵심기술 국외 기술협력 개발 방안 ····· 236
1. CAT-I급 SBAS 핵심기술 개발 전략 ····· 236
2. CAT-I급 SBAS 핵심기술 국외 기술협력 항목 도출 ····· 238
3. CAT-I급 SBAS 핵심기술 기개발 기술 활용 방안 ····· 246
4. CAT-I급 SBAS 핵심기술 성능평가 방안 ····· 251
5. CAT-I급 SBAS 핵심기술 국외 기술협력 및 공동개발팀 구성 방안 ····· 252
가. 국외 기술협력 방안 ····· 252
나. GNSS 공동연구센터 구성 ····· 252
다. GNSS 공동연구센터 설치 ····· 252

제7절 SBAS 개발 위험요소 식별 및 경감 방안 ····· 255
1. 위험요소 ····· 255
2. 경감방안 ····· 256

2.2 SBAS 인증기반 수립 ····· 259

제1절 SBAS 인증 관련 국내외 사례 및 기술 조사 및 분석 ····· 259
1. SBAS 시스템 인증 사례 분석 ····· 259
가. 미국 WAAS 인증 사례 ····· 259
나. 유럽 EGNOS 인증 사례 ····· 263
다. 일본 MSAS 인증 사례 ····· 266
라. 인도 GAGAN 인증 사례 ····· 267
2. 국제 표준 기술 분석 ····· 269
가. ICAO 표준 기술 분석 ····· 269
나. SAE 표준 기술 분석 ····· 273
다. RTCA 표준 기술 분석 ····· 276
3. 관련 법제도 분석 ····· 283
가. 국내 관련 법제도 분석 ····· 283
나. 국외 관련 법제도 분석 ····· 295

제2절 APV-I급 SBAS 인증을 위한 국외 기술협력 방안 ····· 299
1. APV-I급 SBAS 인증을 위한 국외 기술협력 개발 전략 ····· 299

2. APV-I급 SBAS 인증을 위한 국외 기술협력 개발 항목 도출 ····· 300
가. 시스템인증 ····· 300
나. 시설 및 운영 인증 ····· 312
3. APV-I급 SBAS 인증을 위한 국외 기술협력 추진체계 구성방안 ····· 322
가. 인증주체 ····· 322
나. 검사·인증절차 ····· 327
다. 인증 사후관리 ····· 334
라. 법제도 개선 ····· 339
4. APV-I급 SBAS 인증을 위한 국외 기술협력 개발 비용 분석 ····· 349
가. 기술협력 소요비용 산출 항목 ····· 349
나. 기술협력 소요비용 산출 결과 ····· 351

제3장 최종 연구성과 ····· 352

제1절 본 사업 추진 방안 ····· 352
1. 본 사업 총괄 범위 ····· 352
2. 본 사업 연구개발 전략 ····· 353
3. 본 사업 연구개발 방안 ····· 353
가. 본 사업 연구개발 내용 ····· 353
나. 본 사업 연구개발 계획 ····· 356
다. 본 사업 이후 연구개발 계획 ····· 356
4. 본 사업 추진 일정 ····· 357
5. 본 사업 국외협력 방안 ····· 358
가. 체계 국외 기술협력 개발 방안 ····· 358
나. 통합운영국 국외 기술협력 개발 방안 ····· 359
다. 중앙처리국 국외 기술협력 개발 방안 ····· 360
라. 위성통신국 국외 기술협력 개발 방안 ····· 361
마. 기준국 국외 기술협력 개발 방안 ····· 362

제2절 본 사업 비용 산출 및 인력활용 계획 ····· 363
1. 비용 산출 근거 ····· 363
가. 사업단 비용 산출 근거 ····· 363
나. 제 1 핵심과제 비용 산출 근거26 ····· 363
다. 제 2 핵심과제 비용 산출 근거 ····· 369
라. SBAS 인증기술 개발 과제 비용 산출 근거 ····· 370

2. 비용 산출 내역 ····· 371
가. 총괄 비용 ····· 371
나. 사업단 비용 ····· 372
다. 제 1 핵심과제 비용 ····· 372
라. 제 2 핵심과제 비용 ····· 373
3. 인력 활용계획 ····· 374
가. 인력 산출 근거 ····· 374
나. 인력 활용계획 ····· 379

제3절 본 사업 사업단 및 핵심과제 구성 방안 ····· 380
1. 사업단 구성 체계 ····· 380
2. 사업단 운영 형태 ····· 381
3. 핵심과제 구성 내용 ····· 382

제4절 사업단 제안요구서(안) 도출 ····· 383
1. 사업추진 최종목표 ····· 383
2. 사업의 최종성과물 ····· 383
3. 추진 전략 ····· 384
4. 단계별 목표 ····· 385
5. 사업단장 ····· 385
6. 사업기간 및 소요예산 ····· 386

제5절 제 1 핵심과제 제안요구서(안) 도출 ····· 387
1. 연구개발 목표 ····· 387
2. 연구개발 내용 ····· 387

가. 세부과제 1 : 지상시스템 개발 ····· 388
나. 세부과제 2 : 위성통신시스템 개발 ····· 390
다. 세부과제 3 : 시스템 인증지원 및 품질보증 ····· 390
3. 추진전략 ····· 391
4. 추진체계 ····· 391
5. 최종성과물 ····· 392
6. 연구기간 및 예산 ····· 392

제6절 제 2 핵심과제 제안요구서(안) 도출 ····· 393
1. 연구개발 목표 ····· 393
2. 연구개발 내용 ····· 393
가. 세부과제 1 : 이중주파수 SBAS 감시 및 제어기술 개발 ····· 393
나. 세부과제 2 : 이중주파수 SBAS 보강정보 생성기술 개발 ····· 394
다. 세부과제 3 : 이중주파수 SBAS 신호생성기술 개발 ····· 394
3. 추진전략 ····· 394
4. 추진체계 ····· 395
5. 최종성과물 ····· 395
6. 연구기간 및 예산 ····· 395

제7절 SBAS 인증기반 수립을 위한 핵심과제 제안요구서 도출 ····· 396
1. 연구개발 목표 ····· 396
2. 연구개발 내용 ····· 396
가. 세부과제 1 : 시스템 인증기술 개발 ····· 396
나. 세부과제 2 : 시설 및 운영 인증기술 개발 ····· 397
3. 추진전략 ····· 398
4. 추진체계 ····· 398
5. 최종성과물 ····· 398
6. 연구기간 및 예산 ····· 400

제4장 연구목표 달성 및 효과 ····· 401

제1절 연구 최종목표 달성도 ····· 401
1. 연구 수행 진도율 ····· 401
2. 연구 목표의 달성도 ····· 403

제2절 연구 성과의 효과 달성 ····· 406
1. 기술적 효과 ····· 406
2. 경제적 효과 ····· 406
3. 관련분야의 기여도 ····· 407

제5장 연구성과의 활용 ····· 408

제1절 SBAS 활용 가능한 다분야의 국내 인프라 현황 조사·분석 ····· 409
1. 타 분야 요구사항 분석과 활용 가능 분야 식별 ····· 409
가. 육상분야 ····· 409
나. 해상분야 ····· 417
다. 측지·측량분야 ····· 422
2. SBAS 활용 가능 타 분야 국내 인프라 현황 조사 · 분석 ····· 424
가. 해상분야 국내 인프라 현황 ····· 424
나. 측지분야 국내 인프라 현황 ····· 426
다. 국내 측지·측량분야의 위성항법 인프라 현황과 수요자 측면에서의 이슈 ····· 430

제2절 SBAS 타분야 활용을 위한 방안 분석 및 계획 ····· 433
1. 해상 분야 ····· 433
가. 기준국의 요구기능과 성능 ····· 433
나. SBAS 활용을 위한 DGPS국 구조 ····· 435
다. 제안한 DGPS국 기반 가용성 분석 ····· 437
2. 측지·측량 분야 ····· 441

참고문헌 ····· 443

[부록1] 기술문서 목록표 ····· 445
[부록2] 국외수집 문서 목록표 ····· 447

표 목차

〈표 1.1-1〉 SBAS 개발구축 사업의 원안과 검토 결과 ····· 1
〈표 1.1-2〉 교통량 분석 자료 [단위 : 만회] ····· 3
〈표 1.1-3〉 APV-I급 SBAS 운영 시스템과 CAT-I급 SBAS 시험시스템 기능 비교 ·· 9
〈표 1.3-1〉 연구 범위 및 주요 내용 ····· 17

2.1 SBAS 사례조사 분석 및 국외 기술협력 방안 수립
〈표 2.1-1〉 국외 SBAS 구축 현황 ····· 32
〈표 2.2-1〉 SBAS 지상 시스템 세부 기능 ····· 59
〈표 2.2-2〉 기준국 구성 하드웨어 목록 ····· 65
〈표 2.2-3〉 기준국 수행 기능 목록 ····· 67
〈표 2.2-4〉 중앙처리국 수행 기능 목록 ····· 74
〈표 2.2-5〉 중앙처리국 구성 하드웨어 목록 ····· 78
〈표 2.2-6〉 위성통신국 수행기능 목록 ····· 90
〈표 2.2-7〉 통합운영국 수행 기능 목록 ····· 106
〈표 2.2-8〉 하드웨어 구성 및 기능 ····· 111
〈표 2.3-1〉 시스템 체계 개발 업무 내용 ····· 148
〈표 2.3-2〉 시스템 체계 개발 국외 기술협력 필요 기술 ····· 150
〈표 2.3-3〉 시스템 체계 개발 국외 기술협력 방안 및 비중 ····· 153
〈표 2.3-4〉 기준국 개발 업무 내용 ····· 155
〈표 2.3-5〉 기준국 개발 국외 기술협력 필요 기술 ····· 157
〈표 2.3-6〉 기준국 개발 국외 기술협력 방안 및 비중 ····· 158
〈표 2.3-7〉 중앙처리국 개발 업무 내용 ····· 160
〈표 2.3-8〉 중앙처리국 개발 국외 기술협력 필요 기술 ····· 161
〈표 2.3-9〉 중앙처리국 개발 국외 기술협력 방안 및 비중 ····· 163
〈표 2.3-10〉 위성통신국 개발 업무 내용 ····· 165
〈표 2.3-11〉 위성통신국 개발 국외 기술협력 필요 기술 ····· 165
〈표 2.3-12〉 위성통신국 개발 국외 기술협력 방안 및 비중 ····· 168
〈표 2.3-13〉 통합운영국 개발 업무 내용 ····· 171
〈표 2.3-14〉 통합운영국 개발 국외 기술협력 필요 기술 ····· 172
〈표 2.3-15〉 통합운영국 개발 국외 협력 방안 및 비중 ····· 175
〈표 2.3-16〉 체계 단위기술 공동개발 방안 ····· 176
〈표 2.3-17〉 체계 자문 및 공동 개발 일정 ····· 178

〈표 2.3-18〉 중앙처리국 단위기술 공동개발 방안 ····· 181
〈표 2.3-19〉 중앙처리국 자문 및 공동 개발 일정 ····· 183
〈표 2.3-20〉 통합운영국 단위기술 공동개발 방안 ····· 187
〈표 2.3-21〉 통합운영국 자문 및 공동 개발 일정 ····· 188
〈표 2.3-22〉 SBAS 개발 일정 ····· 189
〈표 2.3-23〉 시스템개발 공동개발 협력비중 산출표 ····· 198
〈표 2.3-24〉 체계 공동개발 협력비중 산출표 ····· 202
〈표 2.3-25〉 체계 연차별 세부 비용분석 ····· 203
〈표 2.3-26〉 체계 기술협력 세부 비용분석 ····· 204
〈표 2.3-27〉 기준국 연차별 세부 비용분석 ····· 205
〈표 2.3-28〉 기준국 연차별 세부 비용분석 (국토교통부 본 과제) ····· 205
〈표 2.3-29〉 기준국 IF/통합시험 기술개발 세부소요 비용 산출 내역 ····· 205
〈표 2.3-30〉 기준국 설계·제작·설치·검증 기술개발 세부소요 비용 산출 내역 ····· 205
〈표 2.3-31〉 기준국 운영·유지보수 기술개발 세부소요 비용 산출 내역 ····· 206
〈표 2.3-32〉 기준국 기술협력 세부 비용분석 ····· 207
〈표 2.3-33〉 중앙처리국 연차별 세부 비용분석 ····· 208
〈표 2.3-34〉 중앙처리국 공동개발비용 세부 비용분석 ····· 209
〈표 2.3-35〉 위성통신국 연차별 세부 비용분석 ····· 210
〈표 2.3-36〉 위성통신국 기술협력 세부 비용분석 ····· 210
〈표 2.3-37〉 통합운영국 연차별 세부 비용분석 ····· 211
〈표 2.3-38〉 통합운영국 공동개발비용 세부 비용분석 ····· 212
〈표 2.3-39〉 인마셋 4 시리즈의 위성 제원 ····· 214
〈표 2.4-1〉 다수공급자계약 2단계경쟁 종합평가방식 ····· 228
〈표 2.5-1〉 SBAS 핵심기술 중요도 및 기술 분석 ····· 235
〈표 2.6-1〉 중앙처리국 기술항목 (APV-I + CAT-I) ····· 238

2.2 SBAS 인증기반 수립

〈표 2.1-1〉 ICAO 부속서 구조 ····· 270
〈표 2.1-2〉 지상점검 및 비행검사의 종류 ····· 273
〈표 2.1-3〉 DO-278A 보증레벨의 정의 ····· 278
〈표 2.1-4〉 DO-278A와 DO-178C의 보증 수준 연관 관계 ····· 279
〈표 2.1-5〉 DO-254에서 정의하는 생명주기 데이터 ····· 282
〈표 2.1-6〉 국내법 기준 항행안전시설의 분류 ····· 287
〈표 2.1-7〉 SBAS 인증 관련 법제 현황 ····· 288

〈표 2.2-1〉 소프트웨어 개발 관련 국외 교육 ····· 309
〈표 2.2-2〉 SW 무결성 검사 관련 국외 교육 ····· 310
〈표 2.2-3〉 시스템 관련 기타 국외 교육 ····· 311
〈표 2.2-4〉 인증당국의 인증담당자별 주요 업무 ····· 325
〈표 2.2-5〉 성능적합증명 관련 법령 현황 ····· 346
〈표 2.2-6〉 SBAS 인증 세부기술 ····· 350
〈표 2.2-7〉 SBAS 인증 연차별 세부 비용분석 ····· 351
〈표 3.1-1〉 시스템 체계 개발 국외 협력 방안 및 예산 ····· 358
〈표 3.1-2〉 통합운영국 개발 국외 협력 방안 및 예산 ····· 359
〈표 3.1-3〉 중앙처리국 개발 방안 및 예산 ····· 360
〈표 3.1-4〉 위성통신국 개발 방안 및 예산 ····· 361
〈표 3.1-5〉 기준국 개발 방안 및 예산 ····· 362
〈표 3.2-1〉 사업단 공동개발 세부 비용 분석 ····· 363
〈표 3.2-2〉 체계 기술협력 세부 비용 분석 ····· 364
〈표 3.2-3〉 통합운영국 기술협력 세부 비용 분석 ····· 364
〈표 3.2-4〉 중앙처리국 기술협력 세부 비용 분석 ····· 365
〈표 3.2-6〉 위성통신국 기술협력 세부 비용 분석 ····· 366
〈표 3.2-7〉 기준국 기술협력 세부 비용 분석(총 비용) ····· 367
〈표 3.2-8〉 기준국 기술협력 세부 비용 분석(본 사업 비용) ····· 367
〈표 3.2-9〉 기준국 공동개발 세부 비용 분석 ····· 368
〈표 3.2-10〉 이중주파수 SBAS 감시 및 제어기술 개발 비용 분석 ····· 369
〈표 3.2-11〉 이중주파수 SBAS 기술시범시스템 개발 세부 비용 분석 ····· 369
〈표 3.2-12〉 이중주파수 SBAS 성능분석시스템 개발 세부 비용 분석 ····· 369
〈표 3.2-13〉 SBAS 인증기술 기술협력 세부 비용 분석 ····· 370
〈표 3.5-1〉 제 1 핵심과제 기능 및 성능 목표 ····· 387
〈표 3.6-1〉 제 2 핵심과제 기능 및 성능 목표 ····· 393
〈표 5.1-1〉 하이웨이 이용자 최소 요구사항 ····· 410
〈표 5.1-2〉 화물운송 이용자 최소 요구사항 ····· 412
〈표 5.1-3〉 철도 이용자 최소 요구사항 ····· 415
〈표 5.1-4〉 기타 육상교통 이용자 최소 요구사항 ····· 416
〈표 5.1-5〉 일반 해상항법 이용자 최소 요구사항 ····· 417
〈표 5.1-6~8〉 해상측위 이용자 최소 요구사항 ····· 419
〈표 5.1-9〉 해상측위 이용자 최소 요구사항 ····· 421
〈표 5.1-10〉 측지·측량 분야 최소 요구사항 ····· 423
〈표 5.1-11〉 전국망 위성항법 보정시스템 구축 장비 ····· 427

〈표 5.1-12〉 PPP 기술의 현재 성능 ····· 429
〈표 5.2-1〉 해양 DGPS국의 GPS 수신장비 최소요구사항 ····· 435
〈표 5.2-2〉 가용성 분석을 위한 환경 조건 ····· 438
〈표 5.2-3〉 해상항법·측위 활용을 위한 가용성 분석의 환경 조건 ····· 440

그림 목차

〈그림 1.1-1〉 SBAS 개발•구축을 위한 기반조성 연구 목표 ····· 2
〈그림 1.1-2〉 본 사업 비전 및 목표 ····· 5
〈그림 1.1-3〉 본 사업 추진경과 ····· 7
〈그림 1.1-4〉 SBAS 정확도 및 무결성 비교 ····· 8
〈그림 1.1-5〉 본 사업 시스템 구성(안) ····· 9
〈그림 1.3-1〉 연구 목표 및 내용 ····· 15
〈그림 1.4-1〉 연구수행 추진 체계 ····· 24
〈그림 1.4-2〉 연구수행 절차 ····· 25
〈그림 1.4-3〉 SBAS 개발구축 비용 산출방법 ····· 26
〈그림 1.4-4〉 SBAS 개발구축 비용 조합방법 ····· 26
〈그림 1.4-5〉 SBAS 개발구축 비용 산출 검증방법 ····· 27

2.1 SBAS 사례조사 분석 및 국외 기술협력 방안 수립
〈그림 2.1-1〉 WAAS 개발·구축 사례 ····· 36
〈그림 2.1-2〉 EGNOS 개발·구축 사례 ····· 37
〈그림 2.1-3〉 MSAS 개발·구축 사례 ····· 39
〈그림 2.1-4〉 GAGAN 개발·구축 사례 ····· 40
〈그림 2.1-5〉 위험관리 프로세스 ····· 41
〈그림 2.1-6〉 WAAS-GUS 구축장비 사례 ····· 47
〈그림 2.1-7〉 EGNOS-NLES 구축장비 사례 ····· 47
〈그림 2.1-8〉 안전성 검증을 위한 흐름도 ····· 51
〈그림 2.1-9〉 GEO 위성대체 전-후 서비스 커버리지 ····· 56
〈그림 2.2-1〉 SBAS 구성도 ····· 59
〈그림 2.2-2〉 기준국 기능 간 데이터 흐름도 ····· 72
〈그림 2.2-3〉 중앙처리국 기능 간 데이터 흐름도 ····· 76
〈그림 2.2-4〉 중앙처리국 하드웨어 구성 예시 (EGNOS CPF) ····· 78
〈그림 2.2-5〉 위성통신국 주요 데이터 흐름도 ····· 93
〈그림 2.2-6〉 위성통신국 하드웨어 구성도 ····· 93
〈그림 2.2-7〉 SBAS 기능 연계도 ····· 105
〈그림 2.2-8〉 통합운영국의 부기능 및 주요 데이터 흐름도 ····· 111
〈그림 2.2-9〉 성능 감시를 위한 디스플레이 화면 ····· 116
〈그림 2.2-10〉 데이터 수집 기능을 위한 데이터 처리 관계 ····· 119

〈그림 2.2-11〉 시스템 감시 및 제어 기능을 위한 데이터 처리 관계 ····· 119
〈그림 2.2-12〉 보정 유지보수 기능을 위한 데이터 처리 관계 ····· 120
〈그림 2.2-13〉 주기적인 유지보수 기능을 위한 데이터 처리 관계 ····· 120
〈그림 2.2-14〉 원격 운영 기능을 위한 데이터 처리 관계 ····· 121
〈그림 2.3-1〉 APV-I급 SBAS 개발 기술협력 소요비용 산출 ····· 201
〈그림 2.3-2〉 APV-I급 SBAS 기술협력 소요비용 추이 ····· 201
〈그림 2.3-3〉 체계 국내/국외 비용 추이 ····· 203
〈그림 2.3-4〉 중앙처리국 국내/국외 비용 추이 ····· 208
〈그림 2.3-5〉 통합운영국 국내/국외 비용 추이 ····· 211
〈그림 2.3-6〉 PRN 코드 할당을 위한 요청양식 ····· 217
〈그림 2.4-1〉 조달청 구매 시스템 개요 ····· 227
〈그림 2.6-1〉 이중주파수 SBAS 시험운영시스템 구성 ····· 236
〈그림 2.6-2〉 핵심기술 성능평가 및 검증방안 ····· 251
〈그림 2.6-3〉 GNSS 공동연구센터(가칭) 운영체계 ····· 253

2.2 SBAS 인증기반 수립

〈그림 2.1-1〉 FAA의 WAAS 인증 분류 ····· 260
〈그림 2.1-2〉 WAAS의 안전성 보증 프로세스 ····· 260
〈그림 2.1-3〉 WAAS 안전성 보증 승인 프로세스 ····· 261
〈그림 2.1-4〉 WIPP 역할 (FAA, 2005) ····· 261
〈그림 2.1-5〉 WAAS 인증을 위한 시험 활동 ····· 262
〈그림 2.1-6〉 EGNOS 인증 체계도 ····· 264
〈그림 2.1-7〉 SES 인증 규정 (ESSP, 2010) ····· 265
〈그림 2.1-8〉 NSA 인증 활동 ····· 265
〈그림 2.1-9〉 PEGASUS 운영 체계도 (Eurocontrol, 2013) ····· 266
〈그림 2.1-10〉 PEGASUS 데이터 처리 구조 (Kovar, 2006) ····· 266
〈그림 2.1-11〉 MSAS TRT 구성 ····· 267
〈그림 2.1-12〉 GAGAN 인증 단계 ····· 267
〈그림 2.1-13〉 GAGAN 인증 프로세스(DGCA, 2012) ····· 268
〈그림 2.1-14〉 개발 및 운영단계의 적용 표준 관계 ····· 275
〈그림 2.1-15〉 개발 프로세스와 안전성의 상호관계 ····· 275
〈그림 2.2-16〉 개발 프로세스별 안전성 평가 프로세스 ····· 276
〈그림 2.1-17〉 소프트웨어 생명주기 프로세스 ····· 278
〈그림 2.1-18〉 DO-278A 제정과정 ····· 279
〈그림 2.1-19〉 DO-278A & DO-178C와 DO-330과의 관계 ····· 280

〈그림 2.1-20〉 하드웨어 설계 생명주기 ····· 281
〈그림 2.1-21〉 ILS, GBAS 등 구축 및 운영을 위한 법제도 적용 ····· 289
〈그림 2.1-22〉 SBAS 구축 및 운영을 위한 법제도 적용 ····· 290
〈그림 2.1-23〉 SBAS 완성검사(혹은 운용개시검사) 절차 ····· 292
〈그림 2.2-1〉 국외사례 조사·분석을 통해 도출한 시스템 인증 항목 ····· 303
〈그림 2.2-2〉 시스템 인증기준 고려사항 ····· 303
〈그림 2.2-3〉 국외사례 조사분석을 통해 도출한 시설 및 운영 인증 항목 ····· 316
〈그림 2.2-4〉 시설 및 운영 인증 기준 고려사항 ····· 316
〈그림 2.2-5〉 비행절차 업무처리과정 ····· 319
〈그림 2.2-6〉 항공고시보 처리흐름도 (항공교통센터, 2013) ····· 321
〈그림 2.2-7〉 SBAS 인증 주체 간 관계 ····· 323
〈그림 2.2-8〉 시스템검사 절차 ····· 329
〈그림 2.2-9〉 시설 및 운영검사 절차 ····· 331
〈그림 2.2-10〉 관리검사 수행 절차 ····· 336
〈그림 3.1-1〉 본 사업 총괄 범위 ····· 352
〈그림 3.1-2〉 본 사업 핵심 과제 간 관계와 후속 사업의 연관성 ····· 355
〈그림 3.1-3〉 본 사업 세부 과제 간 관계와 후속 사업의 연관성 ····· 356
〈그림 3.1-4〉 APV-I급 SBAS 개발과 CAT-I급 핵심기술 개발 관계 ····· 357
〈그림 3.1-5〉 본 사업 추진 일정 ····· 358
〈그림 3.3-1〉 사업단 구성 체계 ····· 381
〈그림 5.1-1〉 전국망 위성항법 보정시스템과 로란 시스템 구축 현황 ····· 425
〈그림 5.1-2〉 전국망 위성항법 보정시스템과 로란 시스템의 운영 조직도 ····· 425
〈그림 5.1-3〉 항공사진과 공간정보 추출 결과 ····· 429
〈그림 5.1-4〉 RTK 기술의 종류와 문제점 ····· 430
〈그림 5.1-5〉 Network RTK 관측소 현황(2013년 기준) ····· 430
〈그림 5.1-6〉 Network RTK 관측소 보강 계획(2014년 기준) ····· 431
〈그림 5.1-7〉 PPP/RTK 시험운영과 검증을 위한 관측소 현황 (2014년 기준) ····· 432
〈그림 5.2-1〉 (a) 해양 DGPS국의 구조 ····· 434
〈그림 5.2-2〉 (b) 소프트웨어 기반 DGPS국의 구조 ····· 436
〈그림 5.2-3〉 SBAS 활용을 위한 DGPS국의 구조 ····· 437
〈그림 5.2-4〉 대한민국에서 운영하고 있는 전국망 해양 DGPS국 현황 ····· 438
〈그림 5.2-7〉 QZSS의 RT-PPP 서비스를 위한 지상국 아키텍처 ····· 442

제1장 연구개발과제의 개요

제1절 연구 추진 배경

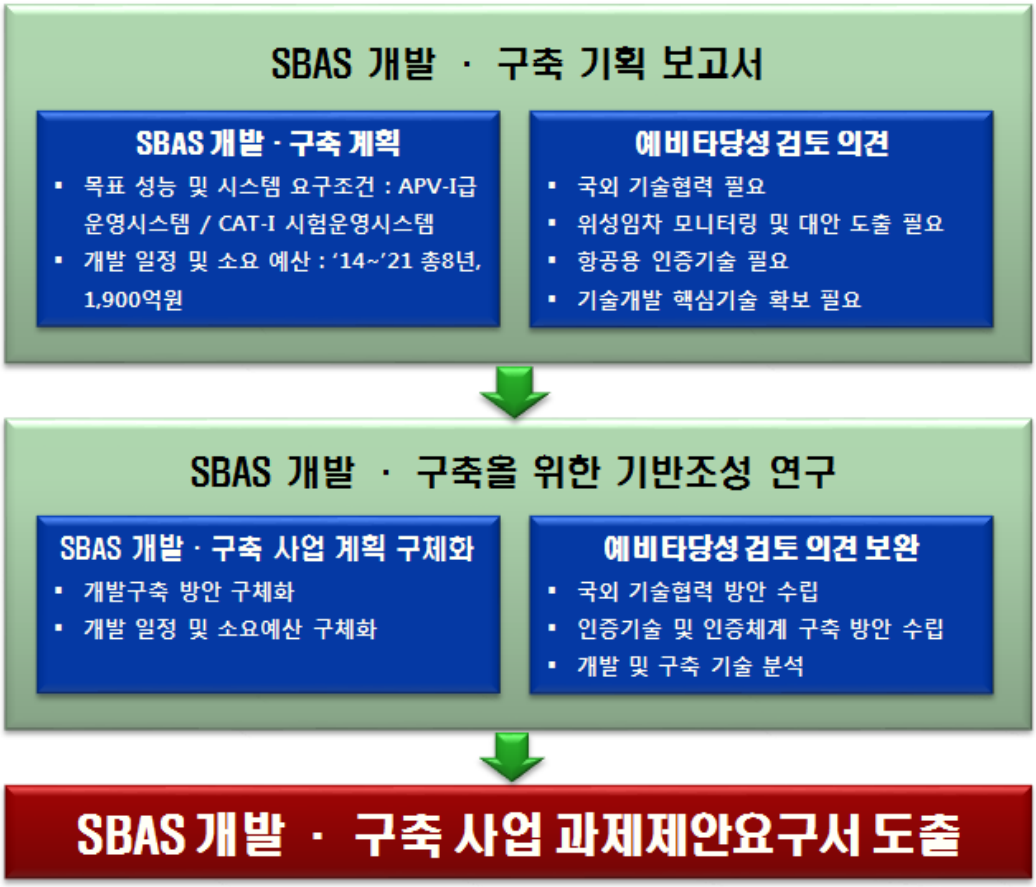
○ 안전하고 효율적인 미래 항공교통체계 구축을 통한 G7 항공강국 실현을 위하여 국제민간항공기구(ICAO : International Civil Aviation Organization)의 요구 성능을 만족시키는 한국형 “다목적 전공역 위성항법보정시스템(SBAS : Satellite Based Augmentation System) 개발구축 사업”(이하 본 사업) 착수 예정(2013년 3월, 기획재정부 예비타당성 결과 적합)

○ 재정기획부 예비타당성 검토과정에서 기획보고서 원안과 본 사업 추진 방법에 상이한 검토의견 제시(상세 내용 표1.1-1 참조)

- 연구개발비 축소(1,900억원에서 1,280억원으로 변경)
- 국외 기술협력 연구개발 방식 도입
- 위성 임차, 위성 개발 등 다각적으로 위성 활용 방식 검토
- 기준국 구성시 해양부분 기준국 활용
- 항공용 인증기술 필요
- 핵심기술 확보 필요

〈표 1.1-1〉 SBAS 개발구축 사업의 원안과 검토 결과

구분		원안	검토 결과
사업비	연구개발비	1,710	1,118
	위성임차비 및 운영국 시설	190	162
	합계	1,900 (전액 국비)	1,280 (전액 국비)
내 용	연구개발 방식	국내 독자 개발	국외 기술협력 필요
	활용 위성 방식	위성 임차	위성 임차 또는 제 1위성 임차, 제2위성 개발 등 다각적 검토
	기준국 구축	신규 구축	해양부문 기준국 활용
	인증 부분	-	항공용 인증기술 필요
	기술 확보 전략	-	핵심기술 확보 필요
B/C Ratio		0.79	1.01



〈그림 1.1-1〉 SBAS 개발•구축을 위한 기반조성 연구 목표

○ “예비타당성 검토의견 보완”을 “SBAS 개발•구축을 위한 기반조성 연구(이하 본 연구)”의 필요성이 대두되었으며, 상세한 연구의 필요성은 아래와 같음

- 국외 기술협력 방안 수립 필요
- 인증기술 및 인증체계 구축 방안 수립 필요
- 개발 및 구축 기술 분석 필요

○ 위와 같은 필요성에 의하여 2013년 12월 26일 “본 연구" 착수

○ 아래 내용은 “본 연구" 추진의 배경을 상세하게 설명함

1. 본 사업 추진 배경

※ 본 사업 : 다목적 전공역 위성항법보정시스템(SBAS) 개발구축 사업

○ 국내 항공노선의 경우 2003년 개통된 고속철도(KTX)로 인해 잠시 감소추세로 전환된 바 있으나, 저비용항공사의 활성화 등으로 최근 상승세로 전환되었고, 국제선은 일본, 미주방면, 특히 중국 및 동남아 방면을 중심으로 지속적으로 증가하고 있음

○ 최근 국제항공운송협회(IATA)가 2007년에서 2026년까지 전 세계적으로 여객 비행(Passenger Flight)이 매년 4.9%씩 증가하여 20년 내 거의 3배의 규모로 성장할 것으로 예측한 바와 같이, 국내 항공교통량도 이와 비슷한 수준으로 증가할 것으로 예측됨

○ 2025년 인천국제공항의 연간 교통량은 51만 9천대로 2011년 연간 교통량의 약 2.3배에 달할 것으로 예측되며, 2025년 인천 FIR 내 연간 교통량은 약 91만 9천대에 달할 것으로 추정됨

〈표 1.1-2〉 교통량 분석 자료 [단위 : 만회]

구분		'05	'11	'25	비고
수도권	인천	16.08	22.96	51.90	'05년 대비 3.2배 '11년 대비 2.3배
	김포	9.48	12.61	14.71	'05년 대비 1.6배 '11년 대비 1.16배
수도권 소개		25.56	35.57	66.61	'05년 대비 2.6배 '11년 대비 1.9배
전국		44.19	58.36	97.89	'05년 대비 2.2배 '11년 대비 1.68배

○ 전체 항공교통량의 60% 이상을 차지하고 있는 수도권 공역이 가장 혼잡한 상태이며 갈수록 가속화될 것으로 보임

○ 이러한 공역혼잡은 지연을 유발하여 효율적인 운항을 저해하는 것은 물론, 항공기 간 분리 간격이 좁아지므로 인하여 관제사의 업무량을 증가시켜 비행 안전성을 저해하는 원인이 되기도 함

○ 항공교통업무는 항공법 제70조에 의하여 국토해양부 장관이 책임을 지기 때문에 수도권에 집중되고 있는 항공운송 수요를 분산하고 향후 항공교통 수요에 대비하기 위하여 우리나라 국토해양부에서는「PBN 로드맵」을 수립

- 현재 전 세계적으로 PBN 전환을 위해 ICAO에서는 Doc8168에 SBAS를 이용한 PBN 절차를 수립하였음
- 우리나라 역시 ICAO의 기준에 따라 SBAS를 이용한 PBN 절차 수립을 완료한 상태임

○ PBN을 이행하기 위해서는 국가 인프라로서 SBAS의 연구개발이 필요하며, 정부의 범부처 국가 위성항법시스템 종합발전기본계획에 의거하여 ICAO 기준을 충족하는 SBAS를 연구개발하여 항공교통분야뿐만 아니라 육상교통 등 모든 분야에 다용도로 활용

○ SBAS는 1991년 국제민간항공기구의 위성기반 차세대 항행시스템 도입 계획 및 권고와 2007년 ICAO가 체약국에 대한 PBN 이행 촉구를 위하여 이를 도입할 것을 권고하고 있음

- 선진국 중장기 추진 전략에 따르면 2025년 이후에는 미국, 일본, 유럽 등 특정 선진국에서 항법서비스를 독점할 것으로 우려됨

  ▸ 우리나라 항행안전시설의 안정적이고 독립적인 운영과 높은 서비스 사용료 지불을 방지하고 항공 주권을 지키기 위해서 독자적인 SBAS 연구개발이 시급

- ICAO의 차세대 항행시스템 도입 권고사항에서는 2010년까지 위성기반 항행시스템(CNS/ATM) 도입을 권고하고 있음

- ICAO는 지상기반항행시스템을 위성기반항행시스템(CNS/ATM)으로 모든 체약국에게 도입을 권고하고 있으며, SBAS를 국제표준 위성기반항행시스템으로 채택하고, 모든 항공기는 2025년부터 SBAS를 사용하도록 권고함

○ SBAS 구축을 통하여 안전하고 효율적인 미래항공교통체계 구축 및 G7 항공강국을 실현하는 것임

- 미국(GPS/WAAS), EU(Galileo/EGNOS), 러시아(GLONASS), 중국(COMPASS), 일본(MSAS), 인도(GAGAN)에 이어 7번째 위성항법서비스 제공국

- 국제민간항공기구(ICAO)의 표준 항법시스템으로 등록 및 국제위성항법 위원회(ICG)의 위성항법서비스 제공국 그룹(Provider Group) 진입

○ 전략적 목표는 CAT-I급 정밀항법서비스 제공을 통하여 우리나라의 항공안전 향상, 공역수용능력 증대 및 녹색항공교통을 구현하는 것임

- 한정된 공역과 공항시설에서 보다 많은 항공기의 소통과 비행거리를 단축 하는 진보적 항행시스템 구축을 통한 저탄소 녹색항공교통 구현

- 새로운 항행시스템 개발을 통한 항공안전 확보 및 국가 경쟁력 강화

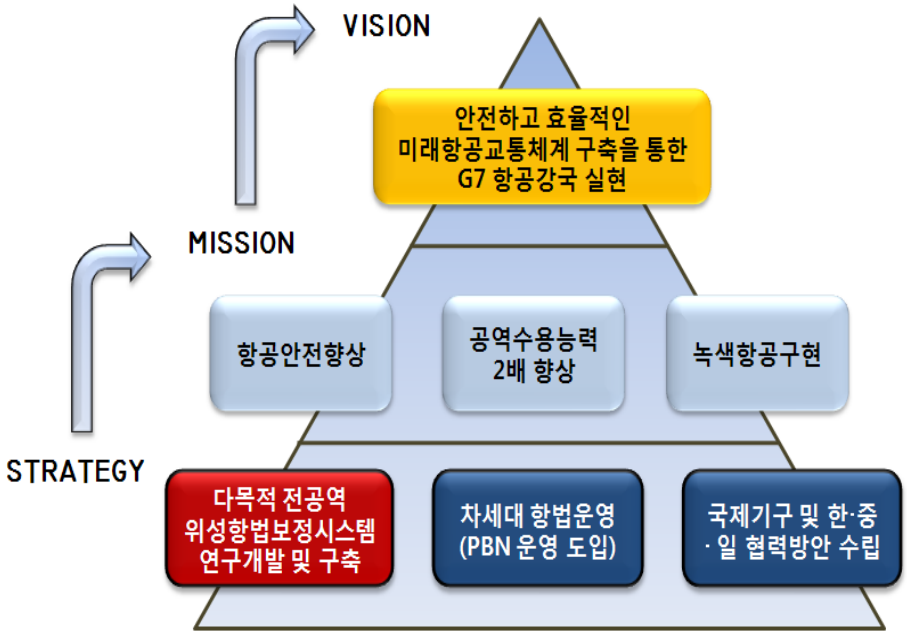
- 녹색항공 구현 및 미래 신성장동력 발굴을 통한 일자리 창출

○ 이와 같은 비전과 전략적 목표 달성을 위하여 SBAS의 구축을 국제기구와 중국 등 주변국과의 원활한 협력을 바탕으로 성능기반항행체계(PBN)와 연계하여 추진할 것임

- 협소한 우리나라 공역의 효율성 증대를 위한 차세대 성능기반항행체계(PBN) 도입

- SBAS 개발 및 구축을 통한 차세대 성능기반항행체계(PBN) 시행의 기반 시설확보

- SBAS의 성공적 연구개발·구축 및 차세대 성능기반항행체계(PBN)의 원활한 시행 위한 국제기구 및 한·중·일 협력 강화



〈그림 1.1-2〉 본 사업 비전 및 목표

○ 법적 근거 및 추진경위

- 항공법 제75조 제1항에 의거, 국토해양부장관이 비행장 또는 항행안전시설을 설치하여야 하며 SBAS는 항행안전시설임

> 제75조(비행장 및 항행안전시설의 설치)
> ① **국토해양부장관**은 비행장 또는 **항행안전시설**(제89조부터 제91조까지, 제94조부터 제105조까지, 제105조의2부터 제105조의5까지, 제106조, 제106조의2, 제108조의2, 제110조 및 제111조에 따라 설치하는 비행장시설 또는 항행안전시설 외의 것을 말한다. 이하 같다)**을 설치한다.** 〈개정 2010.3.22〉

- 항공법 시행규칙 제10조 제1호

> 제10조(항행안전시설) 법 제2조 제17호에 따른 항행안전시설은 다음 각 호와 같다.
> 1. 항행안전무선시설: 전파를 이용하여 항공기의 항행을 돕기 위한 다음 각 목의 시설
> 사. 위성항법시설(GNSS/SBAS/GRAS/GBAS)

가. 본 사업 추진 근거

○ 국가 위성항법시스템 종합발전 기본계획 ('05.12, 국가과학기술위원회)

- 국가 주요 인프라로서 GNSS의 중요성 증가에 따른 국가적 차원의 체계적 GNSS 정책 수립·추진
- 항법용 보정시스템을 항공 이외에 광역항법 용도로 활용하도록 추진

○ 건설교통 R&D 혁신로드맵 ('06.6, 건설교통부)

- 국제민간항공기구(ICAO)의 차세대 항행안전시설 구축 계획에 대처하기 위한 차세대 항행시스템 기술 개발 계획 명시

○ 제1차 항공정책기본계획 ('09.12, 국토해양부)

- 사전 예방적 안전관리와 항공보안 선진화를 위한 '차세대 항행안전시설 기술개발 및 구축' 설정
- 국내 공역에서 SBAS를 이용하기 위한 기준국 설치 및 운영 계획 수립

○ 중장기 항공안전종합계획 ('10.6, 국토해양부)

- 항공안전정책 목표와 미전 제시하고 항공안전분야 전반을 종합
- 고안전/고효율의 미래형 항공교통관리체제 구축을 위해 다목적 전공역 위성항법보정시스템 구축 추진

○ 지능형교통체계 기본계획 ('10.12, 국토해양부)

- 믿을 수 있는 항공교통, 안전한 항공교통, 쉽게 이용할 수 있는 공항을 위한 중점과제 추진 계획
- 위성을 이용한 항공기 운항 체계 도입을 위한 위성항법광역보정시스템(SBAS) 개발 및 구축 계획 수립

○ 제1차 지속가능 국가교통물류발전 기본계획 ('11.6, 국토해양부)

- 국내 교통 분야의 에너지 절약 및 온실가스 감축 목표
- 항공기 연료효율 개선을 위한 일환으로 '다목적 전공역 위성항법보정시스템 개발·구축 계획'을 반영

○ 항행안전시설 구축·관리 중장기 종합계획 ('11.6, 국토해양부)

- 기존 항행안전시설 및 차세대 시스템의 체계적이고 효율적인 구축 관리 종합계획 수립
- 현 항행시설의 고도화를 위한 종합계획 중 GPS 신호의 안전성/무결성 확보를 위한 전략으로 '다목적 전공역 위성항법보정시스템(SBAS) 개발'을 설정

○ 2012 업무보고 국토해양 실천계획 ('11.12, 국토해양부)

- 녹색 교통·도시의 성공적 안착을 위한 국토해양부 2012년 실천 계획
- GPS를 이용한 정밀 항법이 전국적으로 가능하도록 광역 위성항법보정시스템(SBAS)을 자체 개발 구축하여 녹색 하늘길 조성

나. 본 사업 타당성 평가 추진 경위

○ SBAS 기획연구 ('11. 8)

- 타당성 정밀 조사 및 추진 계획 도출을 위한 기획연구 착수
- 경제적, 정책적, 기술적 타당성 확보 판단

○ 1차 SBAS 개발·구축 사업 기술성 평가 ('12. 상반기)

- 기술개발의 수준 및 운용시점, 타 사업 추진계획 등에 비추어 연구개발사업 추진 적절
- 사업 추진을 위한 사전 기획연구를 통해 타당성 적절히 제시
- 해양, 측지 분야 기술적 부분 일부 중복, 운영시스템 개발 추진, 위성확보 계획 미흡 등으로 부적합 판정

○ 2차 SBAS 개발·구축 사업 기술성 평가 ('12. 하반기)

- 해양, 측지 분야 기준국 및 연구 성과 공동 활용 계획 추가
- 공청회를 통한 사회적 공감대 형성 및 사업 추진 필요성 재확인
- 기술성 평가 통과

○ SBAS 개발·구축 사업 예비타당성 조사 ('13. 상반기)

- 정책적, 기술적, 경제적 타당성 적합 판정
- 최종 사업 추진 결정

2003.12	➢ 광역보정시스템 구축 타당성 연구
2005.12	➢ 국가 위성항법시스템 종합발전기본계획 반영
2006.06	➢ 건설교통 R&D 혁신로드맵 반영
2009.12	➢ 항공정책기본계획 반영(항공법)
2010.06	➢ 중장기 항공안전종합계획 반영
2010.12	➢ 지능형교통체계 기본계획 반영(국가통합교통체계효율화법)
2011.06	➢ 국가 교통물류발전 기본계획 반영(지속가능 교통물류 발전법)
2012.03	➢ SBAS 연구개발 기획연구
2013.03	➢ 기획재정부 예비타당성 조사결과 적합으로 추진 결정
2013.12	➢SBAS 개발구축을 위한 기반조성 연구 착수

〈그림 1.1-3〉 본 사업 추진경과

2. 본 사업 개요

○ 본 사업의 비전

- GPS 신호를 정확하게 보정한 실시간 1 m 이내 위치정보를 인공위성을 통해 하늘, 땅, 바다 등 전국토에 제공하여 안전과 신뢰성이 강화된 항공환경 구현 및 창조경제 실현

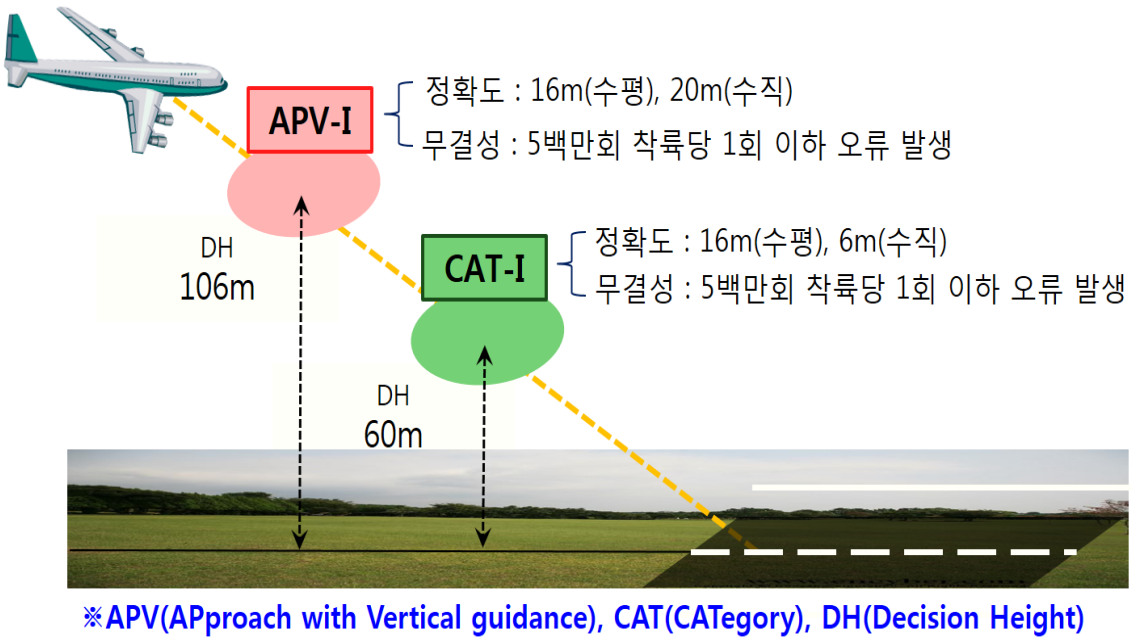
○ 총 사업기간 : 2014년~2021년

- 연구개발('14~'21), 시험방송('17), 공개서비스('18), 상용서비스('22)

○ 총 사업비 : 2014년~2021년 (1,280억원)

○ 시스템 성능 목표 :

- APV-I급 SBAS 기술개발 및 운영서비스
- CAT-I급 SBAS 기술개발
- SBAS 인증체계 개발(기준/절차/검사기술 개발)
  - ▸ SBAS 검사(시스템검사/시설검사/운영검사)



〈그림 1.1-4〉 SBAS 정확도 및 무결성 비교

○ 시스템 구성 : 기준국 5식 이상, 중앙처리국 2식, 통합운영국 2식, 위성통신국 4개소, 정지궤도위성 2기



〈그림 1.1-5〉 본 사업 시스템 구성(안)

○ APV-I급 SBAS 운영시스템 개발 목표

- 기준국에서 수집된 GPS L1 C/A code 측정치의 보정정보 (오차 및 무결성 정보) 및 의사거리 정보를 미국 RTCA 표준으로 정지궤도위성을 이용하여 L1 주파수 (1,575MHz)로 지상으로 송신하여 다양한 사용자에게 서비스

○ CAT-I급 SBAS 기술 개발 목표

- APV-I급 SBAS 운영시스템 기능에 추가적으로 GPS L5 C/A code 측정치의 보정정보 (오차 및 무결성 정보) 및 의사거리 정보를 생성하여 정지궤도 위성을 이용하여 L5 주파수(1,176MHz)로 지상에 송신하는 기술을 개발

〈표 1.1-3〉 APV-I급 SBAS 운영 시스템과 CAT-I급 SBAS 시험시스템 기능 비교

구 분	APV-I급 SBAS 운영시스템	CAT-I급 SBAS 시험시스템	비고
사용 신호	GPS L1	GPS L1 / GPS L5	
국제 표준	RTCA	- RTCA에 새로운 표준 제안 - CAT-I 표준 제안	

3. 본 연구 추진 배경

※ 본 연구 : SBAS 개발·구축을 위한 기반조성연구

○ 본 사업 계획의 미비점 보완 필요

- 본 사업 예타보고서(2013. 8, KISTEP)에 SBAS 개발구축 사업의 위험성을 보완하기 위하여 아래의 검토안 도출
- 국외 기술 협력
  - ▸ SBAS 개발구축 사업의 목표 달성을 위한 국외협력(국외자문 및 국외공동개발)이 중요함
  - ▸ 국외 SBAS 시스템 개발 시 발생한 기존 오류 사례 분석이 중요함
  - ▸ 사업 착수 전까지 국외 업체 또는 기관들의 경쟁을 통한 국외 유수 업체와 기본협정 체결을 맺고 최적의 국외 협력 관계를 이끌어내야 함
  - ▸ 기술별 협력방안 마련, 대상기관 의향 등 상세화를 통해 기술개발 성공가능성 높이도록 추진
- 위성 임차
  - ▸ 위성 2호기(INMARSAT-6)의 임차와 관련하여 지속적인 모니터링 및 대안 도출 등을 통해 목표 지연 가능성 사전 차단 필요
- 인증 기술
  - ▸ 고정밀도 항공용 요구 성능을 만족시키기 위하여 인증 단계가 필요함
- 기술개발 일정
  - ▸ 시스템 개발 전 확보되지 않은 핵심 기술을 사전연구, 국외협력 및 자문 등을 통해 확보하기 위하여 기초 기술개발 투자를 선행해야 함
- 위와 같은 검토안 결과에 대한 대응을 위한 연구 필요

○ 최적의 국외 기술협력 관계 도출 및 인증기술 기반 확보 필요

- 목표 달성을 위한 사업 착수 전까지 국외 업체(기관)들에 대하여 최적의 국외 협력관계를 이끌어 냄
- 본 사업에서 개발되는 SBAS는 인증이 필수적으로 요구되는 안전필수(Safety-Critical) 항행안전시설로 완전한 SBAS 기술 자립을 위해서 인증기술 기반 확보

제2절 연구 목적 및 필요성

1. 연구 필요성

○ 본 사업 기획 보고서 미비점 보완

- 예비타당성 결과로 도출된 기존 기획 보고서의 미비점을 보완함으로써 SBAS 개발 구축 본 사업의 성공 가능성 제고
- 국외 SBAS 시스템 개발 시 발생한 기존 오류 사례 분석
- 국외 업체 또는 기관들과의 기본협정 체결 및 최적의 국외 협력 관계를 이끌어내기 위한 국외 협력(국외 자문 및 공동개발) 방안 마련
- 세부 기술별 협력방안 마련, 대상기관 의향 등 상세화
- 위성 임차 계획 불확실성 제거를 위한 국제 협력 방안 마련
- 항공용 요구 성능을 만족을 위한 인증 방안 마련
- 미확보 핵심 기술 확보를 위한 국외협력 및 자문 방안 마련

○ 본 사업 추진 계획 구체화

- 개발 및 구축 기술 분석, 국외 기술협력 및 인증 방안 마련 결과를 바탕으로 SBAS 개발 구축 사업 계획 구체화
- 개발 구축 방안 및 일정, 소요예산 구체화

○ 본 사업 과제제안요구서 도출

- 구체화된 개발 구축 계획을 바탕으로 명확한 사업 참여 요구사항 도출
- 과제제안요구서 초안 도출

2. 연구 중요성

가. 기술적 중요성

(1) 본 사업의 기술적 위험요인 해소

- 본 사업의 성공 가능성을 높이기 위해서 예비타당성 조사 과정에서 제기된 기술적 위험요인의 조기 해소 필요
- 기술적 위험요인의 조기 파악 및 대응을 위한 국외 SBAS 시스템 개발 시의 오류 사례 분석 필요

(2) 원활한 국외 기술협력 추진을 위한 기반 조성

- 본 사업은 국외협력을 바탕으로 국내 주도로 추진할 계획으로 최적의 국외 기술협력기관을 선정하는 것이 사업 성공의 관건임
- 국외협력 필수 기술 도출 및 이에 기반으로 한 최적의 비용 도출을 통한 효율적인 국외 기술협력 방안 마련 필요
- 국내 개발에 유리한 방향으로 국외협력 관계를 이끌어 내어 최적의 사업조건 토대 마련이 필요

(3) 본 사업 인증 기술 조기 확보

- SBAS 시스템은 인증이 필수적인 항행안전시설로 완전한 SBAS 기술 자립을 위해서는 개발, 설치 및 운영 등 전 단계에 대한 인증 기술 확보가 필수적
- 항행안전시설 인증 업무는 시스템 개발 초기 요구사항 분석 단계부터 동시에 병행되어야 하므로 사업 일정 지연을 방지하기 위하여 시스템 개발 초기에 인증 방안 및 체계 수립 필요
- 항행안전시설 인증 기술은 향후 他안전중요(Safety-Critical) 시스템 인증 기술 개발에 활용 가능
- 항행안전시설은 항공기 운항 안전성에 지대한 영향을 미치므로 항공기 수준의 안전성 평가 및 관리가 수반되어야함
- 특히, SBAS는 결함발생 시 대규모의 인명피해뿐만 아니라 경제·사회적 비용을 유발하는 안전중요(Safety-Critical) 시스템으로 안전성이 보장되지 않을 경우 상용 서비스를 할 수 없음

○ SBAS의 안전성 및 신뢰성 확보를 위해 국제민간항공기구(ICAO)는 인증 권한을 해당 국가에 위임하고 있음

○ SBAS 인증을 위해서는 국제 수준의 인증체계를 구축하고 이에 따라 인증을 수행해야 하나, 우리나라의 경우 인증 기반 기술 및 체계가 구축되어 있지 않아 인증기준, 검사 기술 및 절차 등에 대한 연구개발이 필요함

○ 또한, 국외 주요 국가들이 SBAS 등 차세대 항행안전기술을 경쟁적으로 개발하는 상황에서 우리나라가 국제 항공기술을 선도하는 위치로 도약하기 위해서는 SBAS 인증기술 확보를 통해 차세대 항행안전시설 인증 기반 구축 필요

(4) 본 사업 과제제안요구서 상세화

○ 본 사업 진행을 위한 최적의 추진 기관 선정을 위하여 명확한 요구조건 및 사업 내용이 반영된 구체적인 과제제안요구서 필요

○ 최소한의 필요 기술 및 소요 비용 도출을 통한 요구조건 최적화 필요

○ 일정 지연을 방지하고 최종 사업 성공 가능성을 높이기 위해 필요한 체계적인 산출물 관리 요구조건 반영 필요

○ 사업단, 참여 기관, 국외 협력 및 인증기관을 포함한 추진 체계의 역할 및 책임 분담,

나. 경제산업적 중요성

(1) 본 사업 예산의 효율적 집행

○ 국가의 세금으로 수행되는 사업으로 효율적인 예산 집행이 필요하며 이를 위해서는 치밀한 사전 준비 필요

○ 최소의 비용으로 최대의 효과를 획득할 수 있는 국외 협력을 추진하기 위하여 국내 주관 기관의 명확한 국외 협력 목적 인식 및 필요 기술 분석이 필요함

○ SBAS 시스템 인증 비용의 국외 유출을 방지하기 위하여 국내 자체 인증 기술 개발이 필요함

(2) 본 사업 일정 준수

○ 사업 일정 지연 시 초과 예산 투입이 필요할 수 있으므로 체계적인 사전 준비를 통한 일정 준수 필요

○ 다수 기관 간의 협력을 통하여 수행되어야 하는 사업으로 일부 기관의 일정 지연이 전체 사업에 영향을 미칠 수 있으므로 이를 방지하기 위한 위험 관리 체계 조기 마련 필요

(3) 타 산업으로의 파급효과 증대

○ 본 사업의 결과물인 SBAS는 항공, LBS 뿐이 아닌 국방, 교통, 측지 등 다양한 산업 분야에 활용될 예정이므로 일정 지연 혹은 성능 만족 실패의 경우 파급효과 막대할 수 있음

○ 본 사업은 다수의 관련 부처와의 협력을 통하여 추진될 예정으로 본 사업의 결과가 타 부처의 관련 산업의 장기적인 계획에 크게 영향을 미칠 수 있으므로 구체적인 사업 수행 계획 및 결과물 생산 계획 필요

○ 안전중요(Safety-Critical) 소프트웨어의 국내 인증기술 확보를 통해 국내 항공, 자동차, 의료, 원자력 등 산업의 국제 경쟁력 제고

다. 사회문화적 중요성

(1) 위성항법서비스 제공국으로서의 역할 준비

○ SBAS 서비스 제공 국가는 위성항법서비스 제공국으로서 SBAS의 타 시스템과의 호환성(Compatibility) 및 상호 운용성(Interoperability) 만족을 위한 국제 협력 필요

○ SBAS 제공국 간의 협의체인 IWG(Interoperability Working Group) 참석을 위한 관련 국과의 사전 교감 필요

(2) 항행안전시설 관련 국제 협력의 초석

○ 항행안전시설은 국내외 다양한 항공사에 서비스를 제공하는 시스템으로 항행 서비스 제공 및 인증 관련 국제 협력 필요

○ 항행안전시설의 호환성 및 국제 표준에 부합하는 항행 서비스 제공을 위해 시스템 상호간의 이해를 바탕으로 표준화 및 인증 관련 협력 필요

제3절 연구 최종 목표 및 연구 범위

1. 연구 최종 목표

가. 최종 목표

○ 연구개발 과제의 최종 목표는 다음과 같음

- SBAS 사례조사·분석 및 국외 기술협력 방안 수립
- SBAS 인증 기반 수립
- SBAS 개발·구축 사업단 및 핵심과제 제안요구서 도출



〈그림 1.3-1〉 연구 목표 및 내용

나. 최종 목표 성격 및 설정근거

○ 최종목표의 성격 및 설정근거를 “SBAS 사례조사·분석 및 국외 기술협력 방안 수립”, “SBAS 인증 기반 수립”, “본 사업 사업단 및 핵심과제 제안요구서 도출” 항목에 대하여 세부적으로 설명하면 다음과 같음

(1) SBAS 사례조사·분석 및 국외 기술협력 방안 수립 필요

○ 성격 : 본 사업을 위한 국외 기술협력 계획 수립

○ 설정근거 :

- SBAS 개발·구축을 위한 사례조사 및 기술 분석이 선행되어야 함
- 시스템 요구사항 분석, 설계, 제작, 시험평가 및 성능검증에 필요한 기술개발 항목 도출이 필요함
- 시스템 기능 정의 및 국외 기술협력 자문/공동개발 계획이 수립되어야 함
- 시스템 개발에 필요한 국외 기술협력 개발비용을 산정하여야 함
- 시스템 개발에 필요한 국외 기술협력 공동개발팀 구성 방안을 마련하고 역할 분담이 이루어져야 함

(2) SBAS 인증 기반 수립 필요

○ 성격 : SBAS 인증을 위한 사전 기술조사 및 인증전략 수립

○ 설정근거 :

- SBAS 인증 기술 개발에 앞서 관련 기술/기관 현황 분석과 체계 정립을 수행하는 과제로 TRL 2(기술적 개념정립 단계)에 해당하므로 관련 표준, 법제도 및 사례의 조사 분석이 필요함
- 본 연구의 연구 결과가 SBAS 인증체계 연구의 기반으로 사용될 수 있도록 SBAS 시스템, 시설, 서비스 인증의 기준·절차·방법에 대한 조사가 필요함
- 향후 SBAS 인증제도 운영을 위한 인증 업무 주체 및 선정방법, 운영절차 및 비용, 사후 관리 방안 등의 인증전략 수립 필요

(3) 본 사업 사업단 및 핵심과제 제안요구서 도출 필요

○ 성격 : 본 사업을 위한 사업단 및 핵심과제 제안요구서 도출

○ 설정근거

- 국·내외의 최신 연구개발 동향과 요구되는 기술 내용이 명료하게 반영된 체계적이고 구체적인 과제제안요구서 필요
- SBAS 사업 공모를 위한 사업단 및 핵심과제 제안요구서 필요

2. 연구 범위

가. 연구 범위 및 내용

〈표 1.3-1〉 연구 범위 및 주요 내용

연구범위	주요연구내용
■ SBAS 사례조사·분석 및 국외 기술협력 방안 수립	- SBAS 사례조사 및 기술 분석 - SBAS 개발 국외 기술협력 세부기술 도출 - SBAS 개발 국외 기술협력 자문/공동개발 계획 - SBAS 개발 국외 기술협력 공동개발팀 구성 방안 - SBAS 개발 국외 기술협력(자문/공동개발) 비용 산정 - SBAS 위성 및 위성임차 국외 기술협력 방안 도출 - SBAS 위성 PRN 코드 확보계획 수립 - SBAS 타분야 활용방안 분석
■ SBAS 인증 기반 수립	- SBAS 인증관련 국내외 현황 조사·분석 - SBAS 인증기술(기준·절차·방법) 조사 - SBAS 인증전략 수립
■ SBAS 개발·구축 사업단 및 핵심과제 제안요구서 도출	- 연구개발 목표, 필요성, 추진방법 등 도출 - 최종성과물 위주의 세부 연구내용 도출 - 세부연구내용 소요 예산안 도출

나. 주요 연구내용

(1) SBAS 사례조사·분석 및 국외 기술협력 방안 수립

(가) SBAS 사례조사 및 기술 분석

○ SBAS 규격서(Specification) 및 작업요구서(SOW) 분석

- 기준국 및 기준국 구성의 단위시스템 규격서와 구축·운영 요구서 분석
- 중앙처리국과 기준국 간에 연동 규격서 분석

○ SBAS 사업관리(일정, 예산, 기술, 위험)체계 분석

- 기준국 개발 및 구축 일정과 예산 및 기존에 생성된 위험관리 기록 북선

○ SBAS 개발, 구축, 운영, 인증 등 사업추진 체계 및 절차 검토

- 위성 PRN 확보를 위한 사전 협의결과 자료 검토
- 위성통신국에서의 레인징 신호 생성 기법 분석 및 구축 장비(예산 포함) 사례 조사

○ 설계 검증 방안 도출

- 시스템 요구사항 만족여부 확인절차 분석
- 예비/시스템 안전성평가 수행방안 분석
- 하드웨어 장비와 소프트웨어로 구분된 설계 검증체계 및 방안

○ 소프트웨어 안정성 검증 방안 도출

- RTCA/DO-278B 만족여부 검증방안 분석
- 기준국 소프트웨어의 구성 단위 및 단위별 안정성 검증체계 및 방법

○ 애로 기술 식별 및 해결 방안 도출

- 위성통신국에서 레인징 신호의 사용 이유 분석

○ 운영시험 및 검증 방안 도출

- SBAS 구성 시스템, 단위 시스템의 운영시험 절차 및 검증체계 및 방안 도출
- SBAS 구성 시스템 간에 연동시험 및 검증체계 및 방안 도출

○ 협력업체(Vendor) 선정 절차방안 사례조사 분석

(나) SBAS 개발 국외 기술협력 세부기술 도출

○ SBAS 체계 개발(시스템 설계/제작/시험평가 및 성능검증) 세부기술 도출

- 시스템 요구사항 적용 범위 도출
- 시스템 요구사항 분석 일정 수립
- 시스템 개발 단계 정의
- 시스템 단계별 사양 및 관련문서 검토계획 수립
- 시스템 설계 및 인터페이스 설계 일정 수립
- 시스템 엔지니어링 계획 수립
- 시스템 성능평가 및 검증 방안 도출
- 시스템 성능평가 및 검증 기술개발 계획 수립
- 시스템 개발 국외 기술협력 세부기술 도출

○ 서브시스템 개발(운영국/중앙처리국/위성통신국/기준국) 세부기술 도출

- 서브시스템 기능 정의 및 요구사항 분석 계획 수립
- 서브시스템 설계 및 인터페이스 설계 일정 수립
- 서브시스템 성능평가 및 검증 방안 도출
- 서브시스템 개발 국외 기술협력 세부기술 도출

(다) 핵심기술 개발(핵심알고리즘 등) 방안 도출

○ 단위 프로세서/알고리즘 기능정의 및 요구사항 분석 계획 수립

○ 단위 프로세서/알고리즘 설계 및 인터페이스 설계 일정 수립

○ 단위 프로세서/알고리즘 성능평가 및 검증 방안 도출

○ 단위 프로세서/알고리즘 개발 국외 기술협력 세부기술 도출

(라) SBAS 개발 국외협력 자문/공동개발 계획 수립

○ 국내참여 및 기술공유 계획 수립

- 국외 기술협력 필요 기술 중에서 국내참여, 공유될 서브 시스템 기술 정의
- 국내참여 및 기술공유를 위한 효과적 방법과 협력방안 수립
- 각 서브 시스템의 국내참여 및 기술공유를 위한 단계별 일정 수립

○ 단계별 단위기술 자문/공동개발 계획

- 국외 기술협력 자문/공동개발을 위한 단계별 단위기술 정의
- 국외 기술협력 자문을 통해 확보할 단계별 단위기술의 목표와 방안•일정 수립
- 국외 공동개발을 통해 확보할 단계별 단위기술의 목표와 방안•일정 수립

○ 시스템 설계, 제작, 구매, 시험평가, 보증 계획

- 국외 기술협력을 통해 확보할 시스템 설계, 제작, 구매, 시험평가, 보증 기술 정의
- 국내참여 및 기술공유를 위한 효과적 방법과 협력방안 수립
- 국내참여 및 기술공유를 위한 일정 수립

(마) SBAS 개발 국외 기술협력 공동개발팀 구성 방안 도출

○ 인력, 시설, 보유기술, 엔지니어링 및 분석도구 공유 수준 정립

- 국외협력 공동개발팀 구성안 도출
- 인력, 시설, 보유기술, 노하우, 경험 등의 공유 수준을 도출
- 기술개발을 위한 공동 인력 투입량 및 예산 산출

○ 공동개발팀 역할분담 도출

- 요구사항 분석부터 성능검증까지 전반적인 분야에 대한 역할분담을 도출
- 국내 개발 참여 기술자 학습 및 훈련 범위 수립

○ 공동개발팀 운영일정 수립

- 연차별 공동개발팀 참여방안 및 운영일정 수립
- 단계별 공동개발팀 참여방안 및 운영일정 수립

○ 요구사항 체계종합 적용방안 수립

- 시스템 체계종합을 위한 공동개발팀 참여 방안 수립
- 서브시스템 개발을 위한 공동개발팀 체계종합 참여계획 수립
- 핵심기술 개발을 위한 공동개발팀 체계종합 참여계획 수립

(바) SBAS 개발 국외 기술협력(자문/공동개발) 비용 산정

○ 단위기술 요구사항 분석

- 중앙처리국 및 통합운용국 요구사항 분석
- 기준국 및 위성통신국 요구사항 분석

○ 단위기술별 설계항목 및 비용 분석

- 중앙처리국, 통합운용국, 기준국 및 위성통신국등에 대한 설계, 시험평가 및 품질보증 등의 항목을 도출
- 중앙처리국, 통합운용국, 기준국 및 위성통신국등에 대한 항목별 소요예산 산출 방안 마련
- 분야별 소요예산 산출 결과의 신뢰도 향상 및 검증을 위해 국외 기술협력(자문/용역)을 추진

○ 체계 및 위험관리, 안정성 평가, 시험운영 평가 및 기술지원에 따른 비용 분석

- 분야별 관리, 평가 및 기술지원 항목 도출
- 분야별 선정 항목에 대한 소요예산 산출 방안 마련
- 분야별 소요예산 산출 결과의 신뢰도 향상 및 검증을 위해 국외협력(자문/용역)을 추진

(사) SBAS 위성임차 국외 기술협력 방안 도출

○ 국외 SBAS 운용 시 위성임차 사례 분석

- WAAS 및 EGNOS 운용 시 위성임차 사례 분석
- MSAS 및 GAGAN 운용 시 위성임차 사례 분석

○ SBAS 위성임차 국외 기술협력 방안 도출

- SBAS 위성임차 방안 분석 및 국외 기술협력 추진방안 마련
- SBAS 위성 확보를 위한 Contingency Plan 수립

(아) SBAS 위성 PRN 코드 확보계획 수립

○ 위성 PRN 사용 현황 및 위성 PRN 확보 절차 분석 및 확보계획(안) 마련

- 위성 PRN 사용현황 분석
- 위성PRN 확보절차 분석
- 위성 PRN 확보계획 일정 수립 및 계획(안) 마련

(자) SBAS 타분야 활용방안 검토

○ 항공 이외 분야 활용을 위한 요구사항 분석

- 항공 이외 분야의 전파항법 활용을 위한 요구사항 조사·분석
- SBAS를 이용한 항공 이외 활용 가능분야 도출

○ 타분야 활용을 위한 시스템 아키텍처 도출

- SBAS의 활용이 가능한 타분야의 국내 인프라 현황 조사·분석
- 국외 현황이 반영된 타분야 활용을 위한 SBAS 시스템 아키텍처 도출

(2) SBAS 인증 기반 수립

(가) SBAS 인증 관련 국내외 현황 조사·분석

○ 국내·외 표준 및 관련 법제도 조사·분석

- SBAS 인증 단계별로 필요한 검증 요소에 따라 표준 분류 및 세부 내용 조사
- SBAS 인증에 관련된 현행 법제도와 유사입법례의 조사 및 세부내용 분석

○ SBAS 및 기타 항행안전시설 관련 국내·외 사례 조사

- GBAS를 포함한 국내 항행안전시설 개발 사례 및 인증체계 조사·분석
- 미국, 유럽연합 등 국외 SBAS 구축 사례 및 인증체계 조사·분석

(나) SBAS 인증기술 조사

○ 시스템 인증 기준·절차·방법 조사

- 시스템의 안전성, 무결성, 보안성 등을 검증하기 위한 기준·절차·방법 조사
- 시스템의 최소 성능을 검증하기 위한 기준·절차·방법 조사

○ 시설 및 운영 인증 기준·절차·방법 조사

- SBAS 설치 및 운영 준비를 검증하기 위한 기준·절차·방법 조사
- 시설 및 운영 인증 검증 시기 및 검증 대상 정보 조사

(다) SBAS 인증전략 수립

○ 인증 업무 수행 주체 등 선정방법 및 절차 연구

- 인증당국, SBAS인증심의위원회, 검사기관, 개발기관, 설치기관, 운영기관 및 TRT 등의 인증 주체별 역할 및 구성방안 제시
- 검사·인증기관 선정 관련 법제도 개선방안 제시

○ 인증제도 운영(비용 등) 및 사후 관리 방안 연구

- SBAS 인증관련 소요비용 산출
- SBAS 성능 유지 관리 및 검사, SBAS 시스템 변경 적용 및 관리 등의 인증 사후관리 방안 제시
- 인증 사후관리 관련 법제도 개선방안 제시

○ 인증기준 및 검사기술 개발방안 (연구개발 계획서 대비 추가 연구 항목)

- 시스템 인증기준 및 검사기술 개발방안
- 시설 및 운영 인증기준 및 검사기술 개발방안

○ 시스템, 시설 및 운영 분야에 대한 검사 및 인증절차 제시 (연구개발 계획서 대비 추가 연구 항목)

○ 인증절차 관련 법제도 개선방안 제시 (연구개발 계획서 대비 추가 연구 항목)

(3) SBAS 개발·구축 사업단 및 핵심과제 과제제안요구서 도출

(가) 연구개발 목표, 연구개발 필요성, 연구개발 추진방법 도출

○ 총괄, 중점, 핵심 연구개발 목표 수립

- SBAS 사업단의 총괄 연구개발 목표 수립
- SBAS 연구개발을 위한 중점 연구개발 목표 수립
- 중점 연구개발 목표 수립을 위한 핵심 연구개발 목표 수립

○ 동향 조사를 기반으로 연구개발 목표 수준 분석

- 국내외 논문 및 특허 동향 조사 분석 결과 검토
- 국내외 전문가를 대상으로 국내기술 기반 구현 가능 목표 수준 분석

○ 목표 수준 달성의 필요성 분석

- 단위기술별 필요기술의 목표 도출
- 도출된 목표 수준의 달성 필요성을 검토하고 우선 순위 선정

○ 동향 조사를 기반으로 효과적인 연구개발 추진방법 도출

- 논문 및 특허 조서, 전문가 자문 등을 기반으로 기술 구현 방법 도출

(나) 최종성과물 위주의 세부 연구내용 도출

○ 기술 개발을 위한 우선순위 선정

- 최종 성과물, 중점 성과물, 핵심 성과물의 우선 순위 선정

○ 기술개발 총괄 일정 수립

- 총괄 기술개발의 일정 수립 및 단위 기술개발의 일정 수립

○ 최종성과물 상세 내역 도출

- 총괄 기술개발의 결과물 상세 내역 도축 밀 단위 기술개발의 상세 내역 도출

○ 세부 연구내용 도출

- 최종성과물을 기반으로 개발기술의 연구내용 도출

(다) 세부연구내용 소요 예산안 도출

○ 연구개발 추진전략 수립

- 세부연구 내용을 추진하기 위한 대내외 환경을 분석 자료를 검토하여 효과적인 추진전략 수립

○ 연구개발 비용도출

- 추진전략을 기반으로 단계별 필요 연구비 산정

○ 연구개발 상세 일정 도출

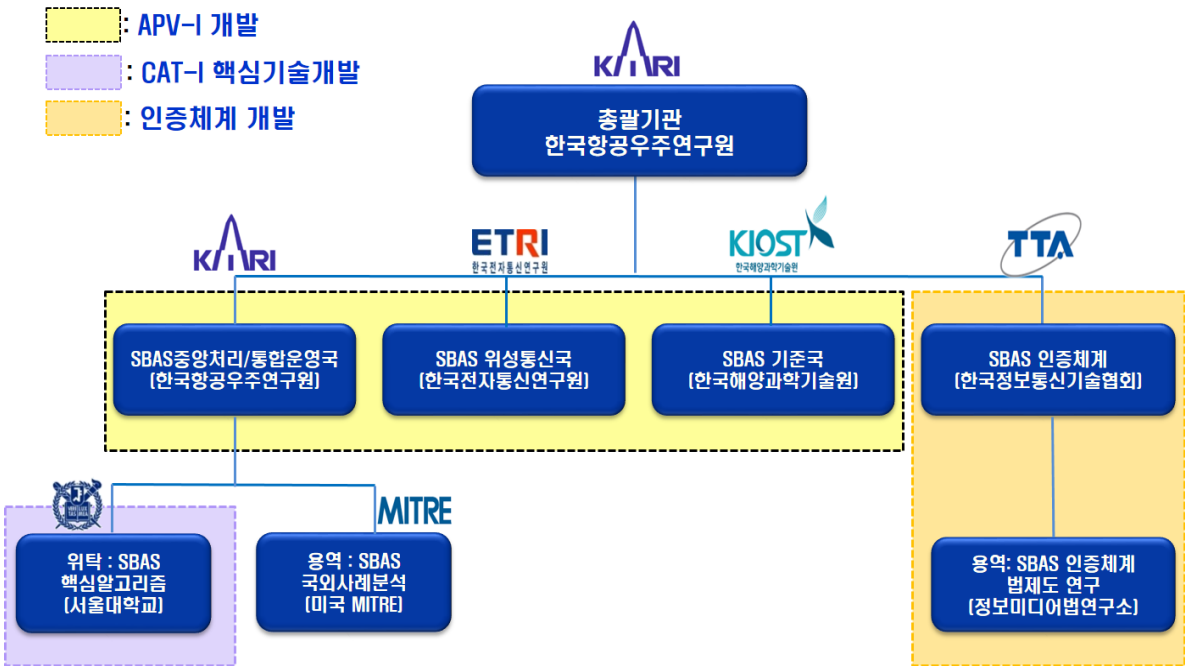
- 성과물의 산출 시점과 연구개발 내용의 종료시점을 기준으로 연구개발 상세 일정 도출

제4절 연구수행 추진 체계 및 절차

1. 연구수행 추진 체계

○ 본 연구과제 수행을 위한 추진 체계는 다음과 같음

- 총괄기관 : 한국항공우주연구원
- 공동연구기관 : 한국전자통신연구원, 한국해양과학기술원, 한국정보통신기술협회
- 위탁연구기관 : 서울대학교
- 용역연구기관 : 미국 MITRE, 정보미디어법 연구소



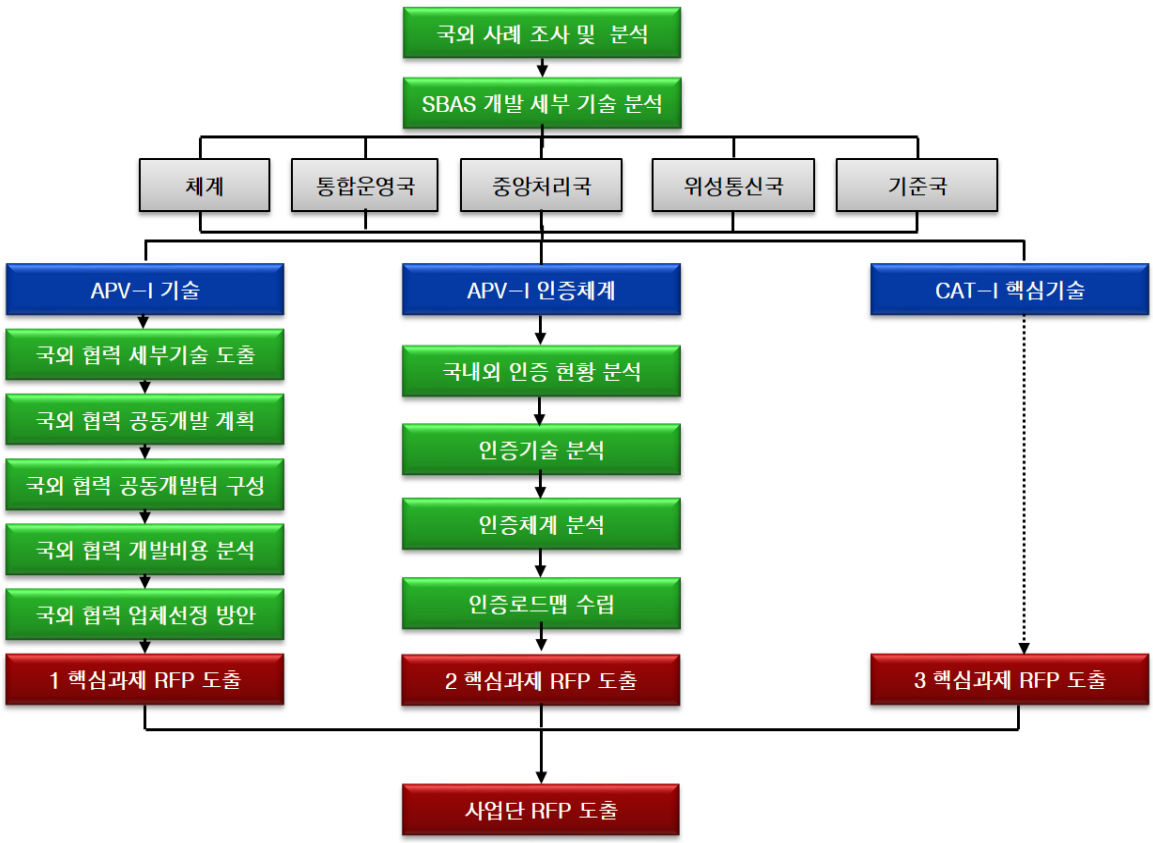
〈그림 1.4-1〉 연구수행 추진 체계

2. 연구수행 절차

○ 본 연구과제 수행을 위하여 다음과 같은 일련의 절차를 따름

- APV-I급 SBAS 시스템 개발 관련 연구 수행 절차 : 국외 사례 조사 및 분석, SBAS 세부기술 분석, 국외 협력 세부기술도출, 국외 협력 공동개발 계획수립, 국외 협력 공동개발팀 구성 방안 도출, 핵심과제 RFP 도출 순으로 진행
- APV-I급 SBAS 인증체계 관련 연구 수행 절차 : 국외 사례 조사 및 분석, SBAS 세부기술 분석, 국내외 인증현황 분석, 인증기술 분석, 인증체계분석, 인증로드맵 분석, 핵심과제 RFP 도출
- CAT-I 핵심기술 관련 연구 수행 절차 : APV-I 시스템 개발 관련 연구 수행 절차에 따라 진행

○ 위의 일련의 절차에 따라 핵심과제 RFP 도출 후, 사업단 RFP 도출

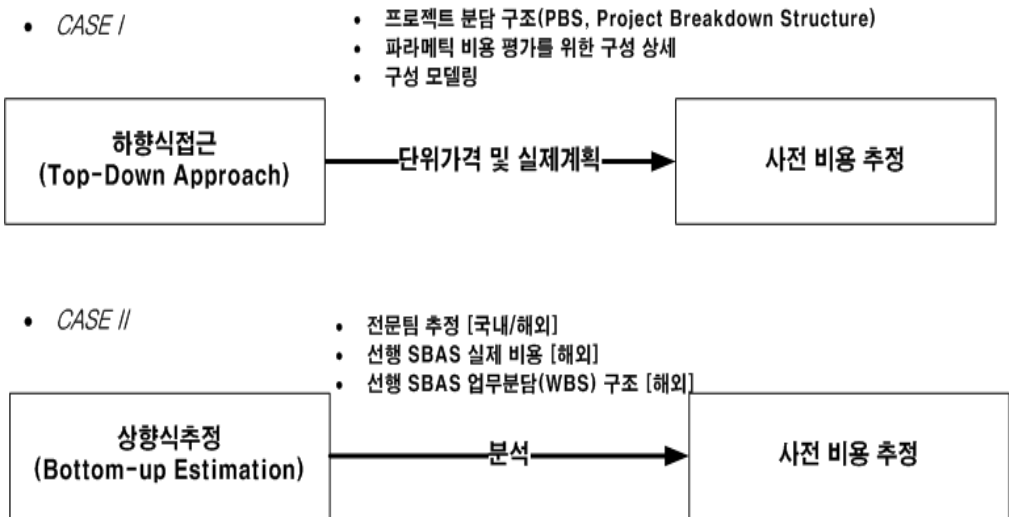


〈그림 1.4-2〉 연구수행 절차

3. 연구개발 비용 추정 방법

가. 연구개발 비용 산정 방법

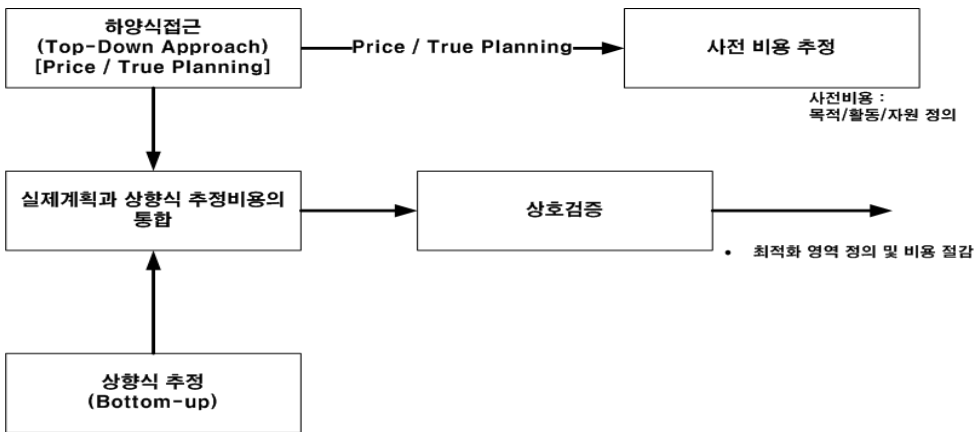
○ 비용산정을 위하여 프로젝트분담구조, 구성상세, 구성모델링 등을 통한 하향식(Top-Bottom) 접근법과 기구축된 시스템의 실제 소요비용을 기반으로 재 추정되는 상향식(Bottom-Up)추정법 수행



〈그림 1.4-3〉 SBAS 개발구축 비용 산출방법

○ 하향식접근법 및 상향식추정법을 활용한 비용산출을 위하여 국외 기 개발된 SBAS시스템의 기술, 일정, 인력, 비용 등에 대한 세부 분류 및 분석 수행

○ 하향식접근 및 상향식추정 방법을 통하여 산출된 비용을 조합, 상호검증을 통하여 최종 산출되며 최종적으로 개발구축의 총 소요비용 및 각 세부 개발구축 항목단위 소요비용 산출



〈그림 1.4-4〉 SBAS 개발구축 비용 조합방법

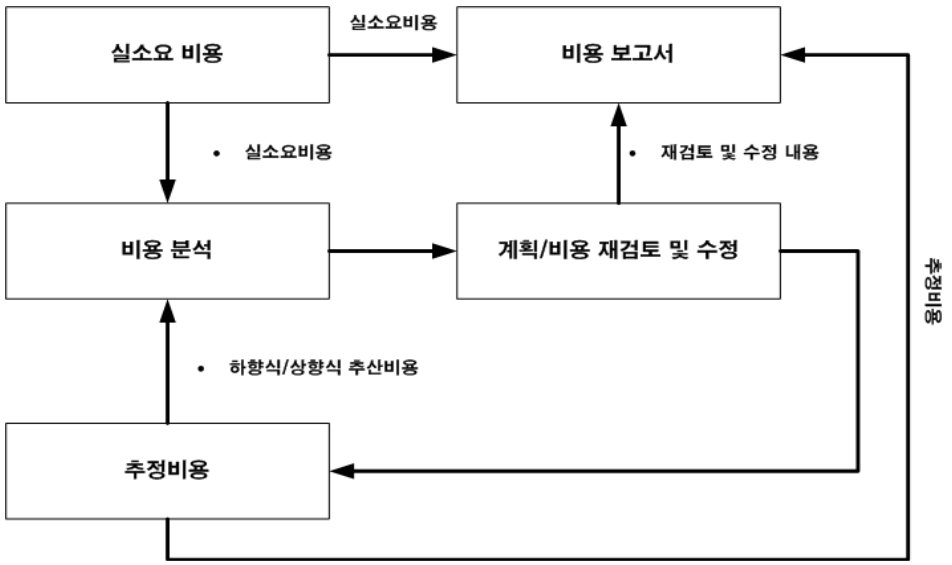
○ 국외 기술협력 공동개발 소요비용 산출을 위하여 세부 개발 일정, 국외 협력기술 공동개발 전략, 국외 기술협력항목 도출, 국외 협력기술 공동개발팀 추진체계 구성방안 등에 따라 도출된 국외 비율 산정

○ 산정된 국외 비율에 따라 최종 국외 기술협력 공동개발 소요비용 산출

나. 비용검증 방법

○ 추정비용과 실소요비용을 지속적으로 비교 분석하며 문제 발생시 계획/비용 재검토 및 수정 수행

○ 실소요비용, 추정비용, 재검토 및 수정내용은 보고서로 작성

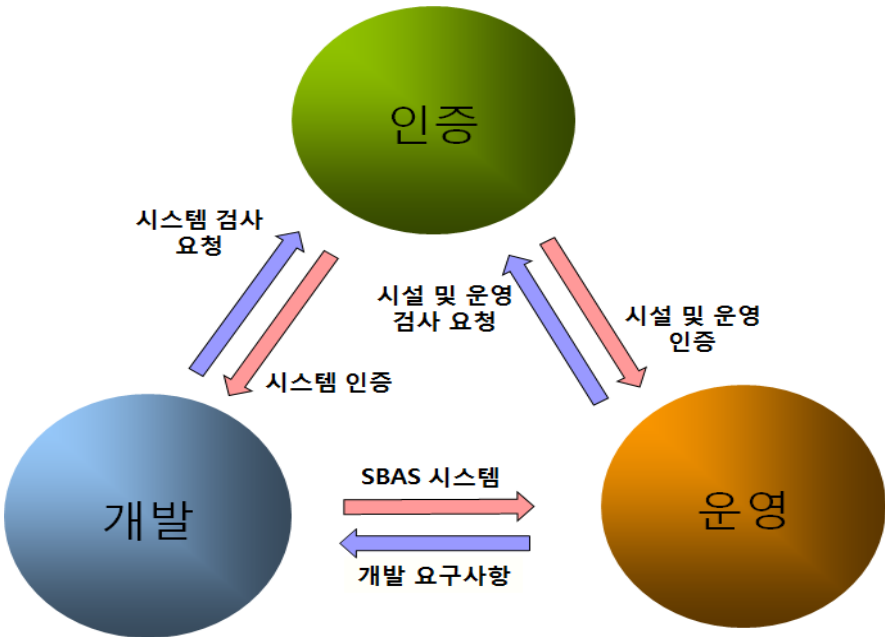


〈그림 1.4-5〉 SBAS 개발구축 비용 산출 검증방법

제2장 연구개발 수행내용 및 결과

○ SBAS 서비스를 제공하기 위하여 다음의 3가지 기본 구성요소에 대한 기술이 확보되어야 하며, 각각의 세부 기술에 대한 정의는 다음과 같음

- SBAS 시스템 개발 : SBAS 체계 개발 및 하위 시스템 개발, 시스템 통합 등의 기술
- SBAS 시스템 운영 : SBAS 시설 구축, 시험 및 검증, 시스템 운영 등의 기술
- SBAS 시스템 인증 : 개발된 SBAS 시스템과 SBAS 시스템 운영에 대한 인증의 기술



SBAS 서비스 제공을 위한 기본 구성요소

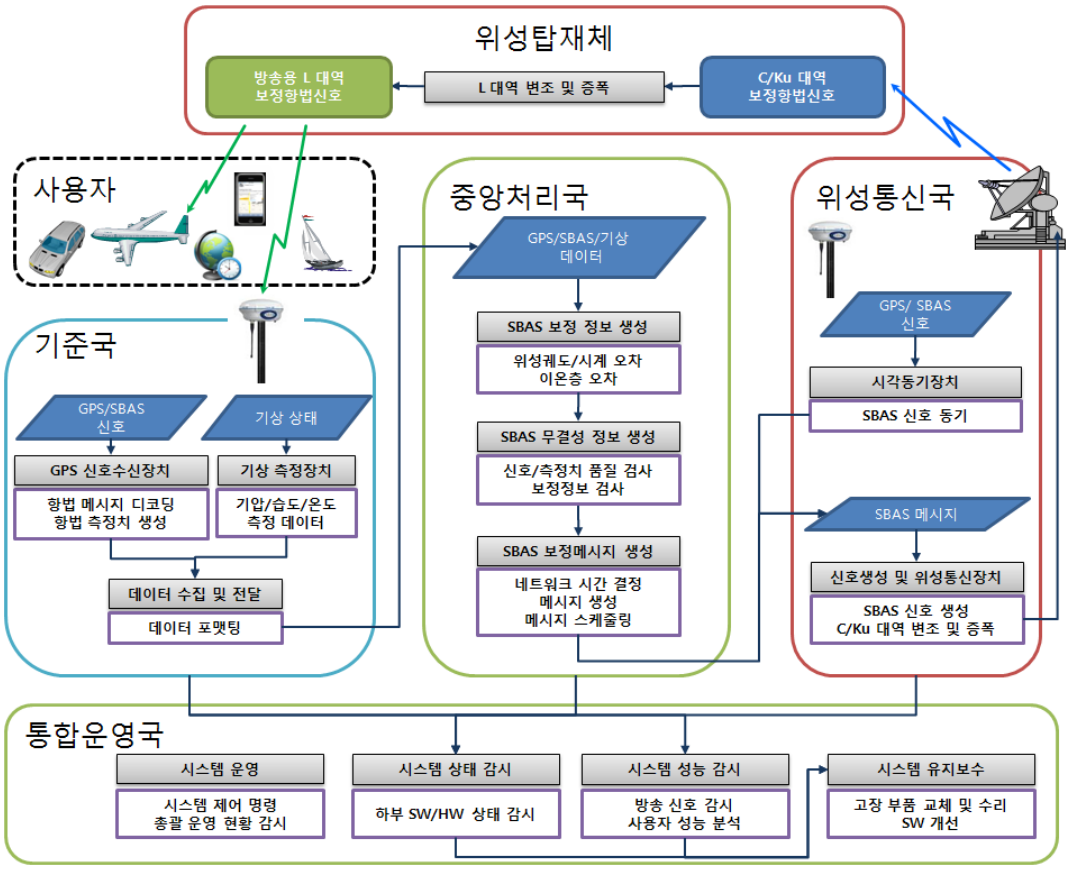
○ 현재 전 세계적으로 운영되고 있는 SBAS 시스템은 “APV-I급 SBAS 시스템”이며, SBAS 기술 선진국들은 차세대 SBAS 시스템으로 “CAT-I급 SBAS 시스템” 핵심기술 개발을 진행하고 있음

- APV-I급 SBAS 시스템은 SBAS 기술 선진국에서 “시스템 개발”, “시스템 인증”, “시스템 운영”에 대한 기술이 완성된 상태로 본 연구과제는 APV-I급 SBAS 시스템의 “시스템 개발”, “시스템 인증”에 대한 국외 기술협력 방안에 대하여 집중적으로 연구 수행

  ※ “시스템 운영” 부분은 정부기관의 역할로 본 연구의 대상에서 제외

- CAT-I급 SBAS 시스템은 SBAS 기술 선진국에도 완성된 기술이 없기 때문에 “시스템 개발” 기술 중 핵심기술에 대한 국외 기술협력 방안에 대하여 연구 수행

○ 본 장의 기술은 아래의 그림에서 설명하는 하위시스템 기능위주로 기술하며 하위시스템의 기능은 다음과 같음



SBAS 시스템 주요 구성 및 흐름도

- 통합운영국

▸ 시스템의 운영을 총괄하며 모든 단위시스템의 소프트웨어 및 하드웨어의 동작 상태를 감시하고 시스템의 최종 결과물인 보정 신호의 성능을 감시하여 시스템의 유지보수 작업 지휘

- 기준국

▸ GPS L1, L2, L5 주파수 신호의 측정치, SBAS 측정치 및 항법데이터를 수집하여 중앙처리국에 전달

▸ 대류층 오차 보정을 위한 기상 측정치를 수집하여 중앙처리국에 전달

- 중앙처리국

▸ 기준국에서 수집된 GPS/SBAS 측정 데이터 및 항법 데이터를 사용하여 전공역 보정정보 생성

- SBAS 신호를 통하여 방송되는 위성궤도 및 시계 오차 보정정보, 이온층 오차 보정정보 생성
- SBAS 신호를 통하여 방송되는 위성궤도 및 시계 오차 보정정보와 이온층 오차 보정정보의 오차 수준을 고려한 무결성 정보 생성
- 보정정보 및 무결성 정보를 포함하는 SBAS 보정 메시지 생성 및 시스템 성능 요구조건을 만족하기 위한 메시지 스케쥴링

- 위성통신국

- SBAS 보정 메시지를 이용하여 SBAS 항법신호 생성
- SBAS 항법신호에 대한 시각 동기 작업 수행
- 시각 동기된 SBAS 항법신호를 C 또는 Ku 밴드를 이용하여 항법탑재체로 전송

- 위성탑재체

- 수신용 C 또는 Ku 대역 반사판 안테나 어셈블리, 중계기 어셈블리송신용 L 대역 헤리컬 배열 안테나 어셈블리로 구성
- 중계기 어셈블리는 안테나로부터 입력된 Ku 대역 신호를 저잡음 증폭하고 L 대역으로 주파수 변환하여 L 대역 안테나를 통해서 지상으로 방송

  ※ 본 사업에서 위성탑재체 개발은 제외

2.1 SBAS 사례조사·분석 및 국외 기술협력 방안 수립

제1절 국외 SBAS 개발 사례 조사 및 분석

1. 국외 SBAS 시스템 최신 동향 조사

가. 미국 WAAS

※ WAAS : Wide Area Augmentation System

- ○ 미국 Raytheon 사에서 개발한 광역보정시스템
- ○ LPV (Localizer Performance with Vertical guidance)-200 급 성능의 서비스제공 중
- ○ 1999년 시험용 위성신호 전송 개시
- ○ 2003년 항공용 사용 승인, LPV IOC (Initial Operational Capability) 서비스 개시
- ○ 2006년 LPV FOC (Full Operational Capability) 서비스 개시
- ○ 캐나다와 멕시코 등 미국 외 지역에 기준국을 추가로 설치하고 정지궤도 위성 1기를 추가하는 등 서비스 지역 범위를 점차 확대해 나가고 있음
- ○ 2023년 GPS L1/L5 이중주파수를 이용한 접근 서비스의 IOC 제공 예정

나. 유럽 EGNOS

※ EGNOS : European Geostationary Navigation Overlay Service

- ○ 유럽연합에서 개발한 광역보정시스템
- ○ APV (Approach with Vertical Guidance)-I 급 성능의 서비스 제공 중
- ○ 2003년 시험 신호 방송 시작
- ○ 2005년 초기 운영단계 (Initial Operation Phase) 시작
- ○ 2009년 Non Safety-of-Life (SoL) 용 EGNOS 공개서비스 무료 제공

○ 2011년 SoL 서비스 시작 및 항공용 승인

○ 유럽의 GNSS 현대화 계획에 따라 EGNOS 서비스 지역범위 확대 및 다른 SBAS 시스템과의 연계를 위한 개선작업에 착수함

○ 2014년 LPV-200 서비스 제공 목표

다. 일본 MSAS

※ MSAS : MTSAT Satellite-based Augmentation System

○ 일본에서 Raytheon 사의 기술을 도입하여 구축한 광역보정시스템

○ RNP (Required Navigation Performance) 0.3 급의 NPA 서비스 제공 중

○ 2007년 NPA (Non Precision Approach) IOC 서비스 제공 시작 및 항공용 승인

라. 인도 GAGAN

※ GAGAN : GPS Aided GEO Augmented Navigation

○ 인도에서 Raytheon 사의 기술을 도입하여 구축 중인 광역보정시스템

○ 2007년 TDS (Technology Demonstration System) 구축 완료

○ 2014년 운용 인증 계획

〈표 2.1-1〉 국외 SBAS 구축 현황

구분 / 연도	WAAS	EGNOS	MSAS	GAGAN
현재 서비스 지역	북아메리카	유럽	일본	인도
향후 계획	서비스 지역 확대 (남미, 아시아)	서비스 지역 확대 (아프리카)	APV-I으로 성능보정	
2014				·GAGAN IOC 서비스 예정
2013				
2012				
2011		·SoL(Safety of Life) 서비스 시작		·GSAT-8 발사 - 47° W
2010				·GSAT-4 발사 실패
2009		·EGNOS 초기운영단계 (IOP) 종료 ·공개서비스 시작		·GAGAN IOC 개발 착수
2008	·INMARSAT 4-F3 발사 - 98° W	·EGNOS Ver.2.2 설치		
2007	·POR, AOR-W 서비스 중단 ·서비스 지역 확대 (멕시코, 캐나다)		·MSAS 초기운영단계(IOP) 종료 ·IOC 서비스(NPA) 개시	·GAGAN TDS 구축 완료
2006	·INMARSAT AOR-W 발사 - 142° W ·Galaxy XV 보정정보 송신 ·FOC 서비스(LPV) 시작	·EGNOS Ver.2.1 설치 (북부아프리카로 서비스 확대)	·MTSAT-2 발사 - 145° E	
2005	·Telesat Anik F1R 발사 - 107.3° W - L1&L5 GPS	·EGNOS Ver.1 초기운영단계(IOP) 시작	·MTSAT-1R 발사 - 140° E	

구분 / 연도	WAAS	EGNOS	MSAS	GAGAN
	payload ·PanAmSat Galaxy XV발사 -133° W -L1&L5 GPS payload			
2004				·GAGAN TDS 개발 착수
2003	·항공용 WAAS 승인(FAA) 및 초기운영단계(IOP) 종료 ·GPS/WAAS용 수신기 탑재 비행 테스트 ·IOC 서비스(LPV) 시작(2003.7)	·EGNOS 시험 신호 방송		
2002				
2001			·MSAS 데이터 수집,해석 작업 개시	
2000				
1999	·위성신호 전송(테스트용) 및 초기운영단계(IOP) 시작		·MTSAT-1 발사실패	
1998		·INMARSAT 3-F5 발사 - 25° E		
1997				
1996	·WAAS Architecture 배포 ·INMARSAT POR 발사 - 178° E	·INMARSAT 3-F2 발사 - 15.5° W		
1995		·EGNOS 개발 착수		
1994			·MSAS 개발 착수	

2. 국외 SBAS 개발 추진 체계 사례 분석

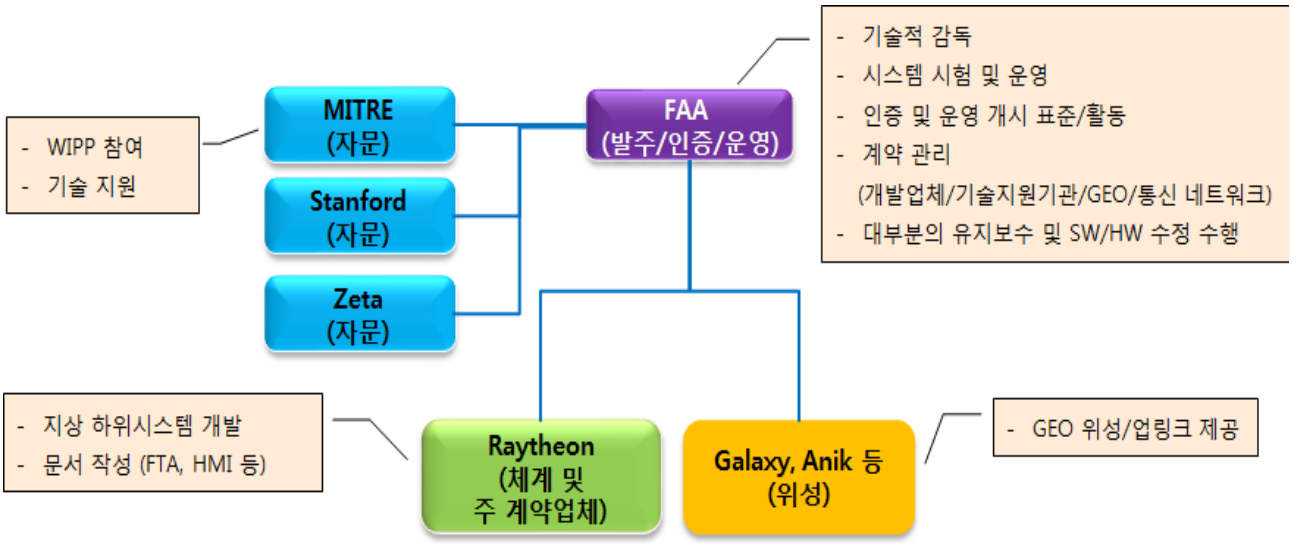
가. 미국 WAAS 개발 추진 체계

(1) 미국 WAAS 개발 추진 체계 개요

- 발주 기관 : 미국 연방항공청 (FAA : Federal Aviation Administration)
- 개발 기간 : 1996년 ~ 2003년 (7년, 항공용 승인 단계)
- 개발 사업비 : 약 2조9천5백40억원 (※ K.J.Hayhurst, Challenges in Software Aspects of Aerospace Systems 참고)
- 시스템 개발 기관 : Raytheon (주 계약업체), Galaxy (위성제공), MITRE (인증기술 자문)

(2) 미국 WAAS 개발 추진 특징

- 미국은 FAA 주도하에 자국내 업체 및 기관들과 함께 협력하여 WAAS 개발 및 구축을 직접적으로 수행
- FAA는 WAAS 개발을 위해 기술적 감독, 시스템 시험 및 운영, 인증 및 운영개시 표준/활동, 계약관리 및 대부분의 유지보수 및 SW/HW 수정 등을 수행
- MITRE, Stanford, Zeta에서는 WIPP 참여 및 기술지원을 수행
- 주 계약 및 협력업체인 Raytheon은 지상하위시스템 개발 및 문서작성을 수행
- GEO 위성/업링크 제공 등은 Galacy, Anik, Inmarsat 등에서 수행
- 미국은 SBAS 시스템을 직접 개발하여 대형/분산/인명안전 시스템 개발 기술을 획득할 수 있었음
- 또한, 안전성 평가 기술과 항공용 SW 품질 보증 기술, 지적재산권을 보유할 수 있었음
- SBAS 개발 및 구축 시 발생한 모든 산출물을 생산 및 보유하게 되어 자체적으로 유지보수 및 개선이 가능하였음



〈그림 2.1-1〉 WAAS 개발·구축 사례

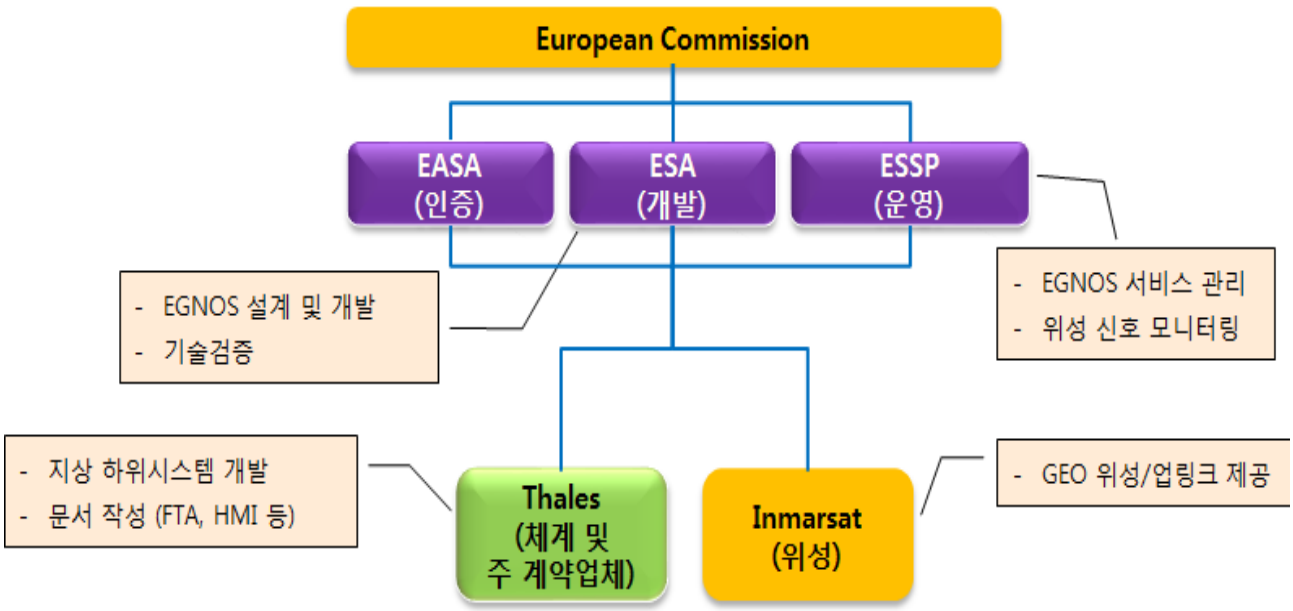
나. 유럽 EGNOS 개발 추진 체계

(1) 유럽 EGNOS 개발 추진 체계 개요

- ○ 발주 기관 : 유럽정부 (EC : European Commission)
- ○ 개발 기간 : 1995년 ~ 2009년 (14년, 공개서비스 시작)
- ○ 개발 사업비 : 약 4,350억원
- ○ 시스템 개발 기관 : Thales (주 계약업체), Inmarsat (위성제공)

(2) 유럽 EGNOS 개발 추진 특징

- ○ 유럽의 EGNOS는 ESA, EC, EuroControl의 3자 기관이 포함된 ETG에서 발주
- ○ ESA가 주도적으로 EGNOS의 설계, 개발, 기술검증을 수행하였음
- ○ EGNOS 개발의 경우 미국의 WAAS처럼 SBAS 시스템을 직접 개발하여 자체적인 기술 확보 등의 장점



〈그림 2.1-2〉 EGNOS 개발·구축 사례

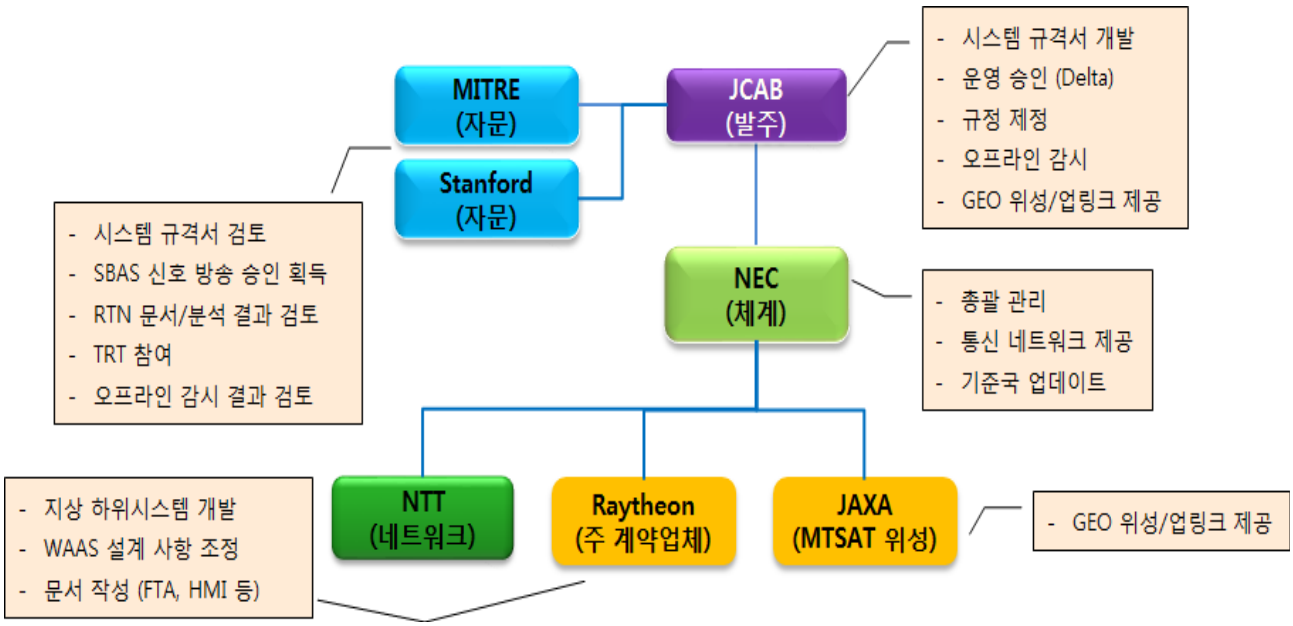
다. 일본 MSAS 개발 추진 체계

(1) 일본 MSAS 개발 추진 체계 개요

- 발주 기관 : 일본 운수성 항공국 (JCAB : Japan Civil Aviation Bureau)
- 개발 기간 : 1994년 ~ 2007년 (13년, 항공용 승인 단계)
- 개발 사업비 : 약 4,000억원
- 시스템 개발 기관 : NEC (체계업체), Raytheon (주 협력업체), JAXA (위성 제공), MITRE (인증기술 자문)

(2) 일본 MSAS 개발 추진 특징

- 일본의 경우 자국내 업체(NEC)를 통한 국외 기개발 업체(Raytheon)를 활용하여 MSAS를 구축 및 개발
- 기개발되어 운영 중인 시스템 기반으로 현지화를 수행하므로 일정, 예산과 관련하여 위험성을 최소화
- 인증 완료된 시스템을 바탕으로 수정 사항에 대해서만 인증을 하면 된다는 장점 활용
- 그러나 항공/항행안전/위성항법 시스템 개발과 관련된 경험 및 자체 기술력 향상에 어려움이 있었음
- SBAS 선진국에서 제한적 자료 및 문서만을 확인할 수 있으므로 지속적인 유지보수 및 시스템 개선에 대해 개발업체에 의존도가 높다는 단점이 발생



〈그림 2.1-3〉 MSAS 개발·구축 사례

〈일본 MSAS 개발의 본사업의 시사점〉

○ 일본의 MSAS 사업은 일본의 교통성과 기상청이 함께 개발한 MTSAT (Multi-functional Transport Satellite)을 사용하여 항공기에 보정정보를 제공

→ 현재 한국은 정지궤도 복합위성을 지속적으로 발사할 계획이므로 일본의 사례를 바탕으로 정지궤도 복합위성에 SBAS 신호전송 탑재체를 탑재하는 방법을 고려할 필요가 있음

→ 이 경우, 위성의 임차 비용 경감이 가능하며, 독자적인 SBAS 위성의 제작/발사 비용을 경감할 수 있음

○ 일본의 MSAS의 기준국은 일본 자국이외에 미국 하와이, 호주 캠베라에 위치

→ 일본 공역 전체를 서비스 범위로 하기 위하여 일본 이외의 지역에 기준국 설치

→ 한국 공역 전체를 서비스 범위로 하기 위해서는 한국 이외의 지역에 기준국을 설치하여야 하며, 이 경우 일본의 사례를 참고할 필요가 있음

○ 일본의 MSAS는 현재 단일 주파수 L1을 사용하고 있으나, 일본 전자항법연구소 (ENRI) 등에서 이중 주파수 활용 연구 진행 중

→ 차세대 SBAS 연구를 위하여 이중 주파수 SBAS 연구가 필요

라. 인도 GAGAN 개발 추진 체계

(1) 인도 GAGAN 개발 추진 체계 개요

○ 발주 기관 : 인도 우주연구기구 (ISRO : Indian Space Research Organization)

○ 개발 기간 : 2004년 ~ 2013년 (10년, 항공용 승인 단계)

○ 개발 사업비 : 약 1,700억원 (1단계, 시스템 개발) + 약 1,000억원 (2단계, 인증)

○ 시스템 개발 기관 : Raytheon(주 계약업체), ISRO(위성제공), MITRE(인증기술 자문

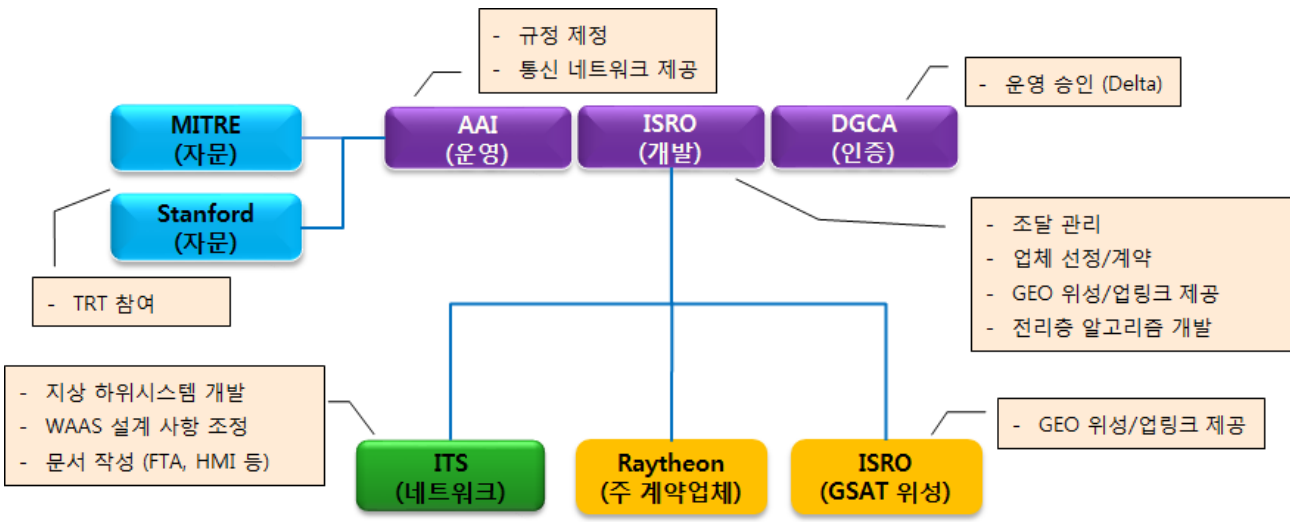
(2) 인도 GAGAN 개발 추진 특징

○ 인도의 경우 정부에서 직접 국외 기개발 업체를 활용하여 GAGAN 시스템을 구축

○ 정부주도하에 직접 국외 기개발 업체를 선정하여 SBAS 시스템을 구축할 경우 일정, 예산, 인증과 관련하여 개발 및 구축단계에서 발생할 수 있는 위험이 최소화

○ 정부와 기개발 업체간의 직접적인 소통이 되므로 의사소통이 원활하다는 장점을 활용

○ 하지만 SBAS 시스템 개발 기술 획득 및 보유가 제한적이며 자국 업체가 참여가 불가능하다는 단점 발생



〈그림 2.1-4〉 GAGAN 개발·구축 사례

3. 국외 SBAS 개발 위험관리 사례 분석

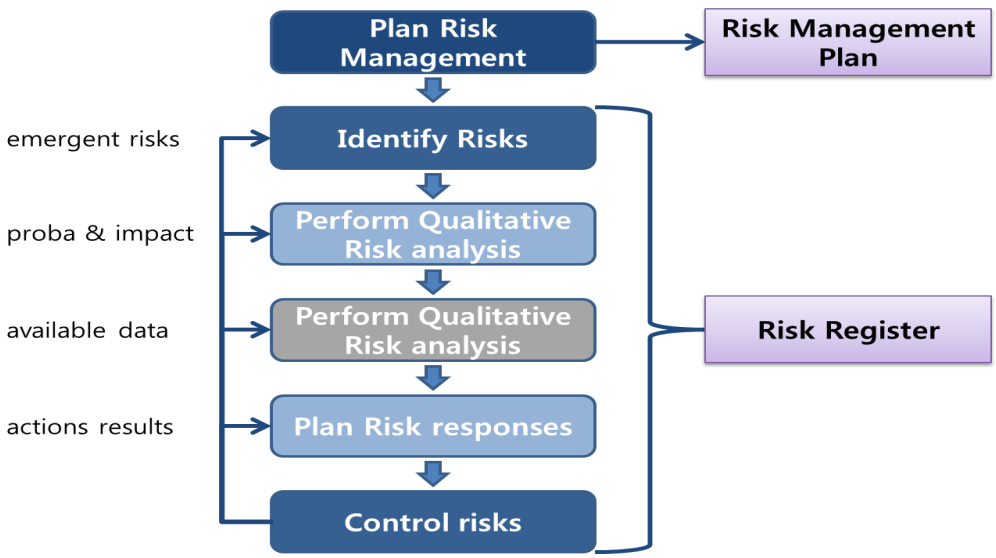
○ 위험관리 프로세스에 대한 설명과 위험관리 내용을 기록하는 방법을 제시

가. 위험관리 프로세스

○ 위험관리 프로세스의 목적은 잠재적인 위험으로부터 SBAS 시스템을 효과적, 저비용으로 보호

○ 위험관리 프로세스는 다음과 같음

- 재적인 위험요소에 대한 식별
- 위험 레벨 및 프로그램 관리 성능에 미치는 영향을 정량화
- SBAS 시스템에 미치는 해당 위험요소의 민감도를 결정
- 해당 위험을 처리하기 위한 다른 방식의 처리방법 결정
- 각각의 위험을 예방하거나 제어하기 위한 작업 결정



〈그림 2.1-5〉 위험관리 프로세스

나. 위험관리 기록

○ 위험관리 담당자는 보고되는 위험관리 자료에 대한 책임이 있으므로 위험관리 기록은 담당자에 의해 설계 및 개발

○ 위험관리 기록 항목은 위험요소에 대한 평가 및 상태 업데이트를 하는 동안 얻은 정보를 바탕으로 만듦

○ 각각의 위험에 대한 내용은 다음과 같은 항목에 따라 기록

- 위험 식별 (제목, 번호)
- 위험에 대한 설명
- 위험 유형 (관리, 기술, 계획 등)
- 잠재적인 위험 영향 (성능, 일정, 비용 및 자원의 관점에서 프로그램과 관련된 위험의 영향에 대한 설명)
- 위험의 심각성, 발생확률, 중요도
- 위험 소유자
- 프로젝트에 미치는 영향을 제한하며 위험의 발생확률을 감소시키기 위한 완화 행동

4. 위성 PRN 확보 사례 분석

가. 위성 PRN 확보 필요성

○ SBAS 위성의 주요 임무는 GPS가 제공하는 위치정보를 보다 정밀하게 제공함은 물론 GPS와 같은 중궤도가 아닌 정지궤도상에 위성을 배치함으로써, 일정 앙각 이상에서는 위성이 항상 볼 수 있도록 하여 항법신호를 수신하는 수신기의 가용성을 높이는 것

○ 현재 개발 중이거나 개발할 대부분의 전지구 위성항법시스템 및 지역기반의 위성항법시스템들은 GPS와의 상호 호환성을 갖도록 되어 있는바, GPS 항법위성에 대한 고유식별번호인 PRN(Pseudo Random Number)을 총괄하는 미국의 GPSW(Global Positioning Service Wing)과 사전 협의를 통해 PRN를 할당받고 있음

○ PRN 코드 확보는 PRN 코드 관리기관인 GPSW에서의 PRN 시퀀스의 중복 할당을 방지하고, 지역 및 전지구 위성기반 보정시스템 등과 GPS가 상호 운용성을 갖도록 하기 위해 필요하며 세부적인 내용은 다음과 같음

- GPSW의 PRN 절차의 목적은 동일한 PRN 시퀀스가 중복 할당되는 것을 방지하고 호환적인 특성을 가진 PRN 시퀀스가 할당되도록 함으로써, PRN 시퀀스를 명확하게 할당하기 위함
- 위성기반 보정시스템을 포함한 수많은 지역 및 전지구 항법시스템과 GPS 신호용으로 개발된 동일 확산 코드계열로부터 PRN 시퀀스와 상호 운용성을 갖도록 하기 위함
- 최적화된 시퀀스를 가진 GPS 확산코드에 대한 내용은 IS-GPS-200 및 IS-GPS-705에 수록
- 신규 신호에 대한 조정 과정에서 사전에 정의된 시퀀스가 사용될 경우, 다른 시퀀스가 고려되는 경우보다 확장 시퀀스에 대한 평가 및 검토가 요구되지 않아 간략하게 이루어짐

나. 위성 PRN 국외 사례 분석

○ 2014년 기준, 전세계적으로 운용되고 있는 SBAS는 미국의 WAAS, 유럽의 EGNOS, 일본의 MSAS이 존재하고 인도의 GAGAN은 시스템 구축은 완료된 상태이나 인증이 완료되지 않아 시험 단계하에 있음

○ SBAS용으로 사용할 수 있는 위성식별코드인 위성 PRN은 120~138번 사이를 사용하고 각 시스템의 사용하는 위성별 PRN은 GPS L1 신호와 L5신호에 대해 각각 〈표 2.4-1〉, 〈표 2.4-2〉와 같음

〈표 2.1-2〉 PRN 이용사례분석(GPS L1신호)

PRN 코드	사용 시스템 명
120	인마셋 3F2(AOR-E)-(EGNOS)
121	미할당
122	미할당
123	ASTRA 5B-(EGNOS)
124	ARTEMIS-(EGNOS)
125	Luch-5A(SDCM)
126	인마셋 4F2(IND-W)-(EGNOS)
127	GSAT-10-(GAGAN)
128	GSAT-8-(GAGAN)
129	MTSAT-1R(또는 MTSAT-2)-(MSAS)
130	미할당
131	미할당
132	미할당
133	인마셋 4F3-(WAAS)
134	WAAS (예약할당)
135	갤럭시 15위성-(WAAS)
136	SES 5-(EGNOS)
137	MTSAT-2(MTSAT-1R)-(MSAS)
138	Anik F1R위성-(WAAS)
139	GAGAN(예약)
140	Luch-5B-(SDCM)
141	Luch 4-(SDCM)
142~157	미할당
158	NIGCOMSAT-1G

- WAAS 시스템에서 사용하는 위성 PRN은 총 3개로 갤럭시 -15위성용으로 할당된 135번, AnikF1R위성용으로 할당된 138번, 그리고 인마셋사로부터 임차해 사용하는 인마셋 4F3 위성용으로 할당된 133번이 각각 사용 중에 있음

- 또한 EGNOS 시스템에서 사용하는 위성 PRN은 총 5개로 서비스를 위해 사용중인 인마셋 3F2 위성용으로 사용하는 120번, 인마셋 4F2위성용으로 사용중인 126번, 시험용으로만 사용중인 ARTEMIS위성용으로 사용하는 124번이며 향후 사용예정으로 발사된 위성 ASTRA 5B위성용으로 사용될 123번, SES-5위성용으로 사용될 136번임
- 일본의 MSAS시스템에서 사용하는 위성 PRN은 2개로 MTSAT-1R 위성용으로 사용하는 129번과 MTSAT-2 위성용으로 사용하는 137번임
- 시험운용중인 인도의 GAGAN시스템에서 사용하는 위성 PRN은 3개로 현재 발사된 GSAT-8 위성용으로 사용하는 128번, GSAT-10위성용으로 사용하는 127번, 그리고 향후 발사될 GSAT 위성용으로 사용하는 139번이 할당된 상태임
- 개발 예정인 러시아의 SDCM 시스템에서 사용하는 위성 PRN은 Luch-4 위성용으로 사용예정인 141번, Luch-5A & 5B 위성용으로 사용예정인 125번과 140번이 각각 할당된 상태임

〈표 2.1-3〉 PRN 이용사례 분석(GPS L5신호)

PRN 코드	사용 시스템 명
120~ 125	미할당
126	인마셋 4F2(IND-W)-(EGNOS)
127	GSAT-10-(GAGAN)
128	GSAT-8-(GAGAN)
129	MTSAT-1R(또는 MTSAT-2)-MSAS
130	INMARSAT 4F1
131	미할당
132	미할당
133	인마셋 4F3-(WAAS)
134	미할당
135	갤럭시 15위성-(WAAS)
136	미할당
137	MTSAT-2(MTSAT-1R)-MSAS
138	AnikF1R위성-(WAAS)
139~158	미할당
158	NIGCOMSAT-1G

- WAAS 시스템에서 사용하는 위성 PRN은 총 3개로 갤럭시-15 위성용으로 할당된 135번, AnikF1R위성용으로 할당된 138번, 그리고 인마셋사로부터 임차해 사용하는 인마셋 4F3 위성용으로 할당된 133번이 각각 사용 중에 있음
- 또한 EGNOS 시스템에서 사용하는 위성 PRN은 총 1개로 서비스를 위해 사용중인 인마셋 4F2위성용으로 사용중인 126번이 존재
- 일본의 MSAS 시스템에서 사용하는 위성 PRN은 2개로 MTSAT-1R 위성용으로 사용하는 129번과 MTSAT-2 위성용으로 사용하는 137번임
- 시험운용중인 인도의 GAGAN시스템에서 사용하는 위성 PRN은 3개로 현재 발사된 GSAT-8 위성용으로 사용하는 128번, GSAT-10위성용으로 사용하는 127번이 존재

5. 위성통신국에서의 레인징 신호 생성 기법 및 구축 장비 사례 분석

가. 레인징 신호 생성 기법

- GEO 위성을 추가적인 항법 레인징 신호원으로 활용함으로써, GPS-like 위성수를 증가시켜 SBAS 사용자들에게 가용도 및 연속성을 향상시킴
- 이를 위해 보정메시지를 방송하는 정지궤도 위성을 추가적인 GPS 위성으로 사용 가능하도록 레인징 기능을 제공하도록 설계
- SBAS는 정지궤도 위성 위치를 사용자에게 제공하기 위해, 두 가지 메시지(MT9, MT17)를 이용
- 레인징 신호를 생성하기 위해 필요한 기능은 다음과 같음

① 시각동기 기능

- GPS/SBAS 수신기로부터의 수신시각과의 동기
- 1PPS 및 10MHz 신호생성기능
- 코드 및 반송파 동기기능
- GEO 신호 Steering 기능

② 중앙처리국 선택기능

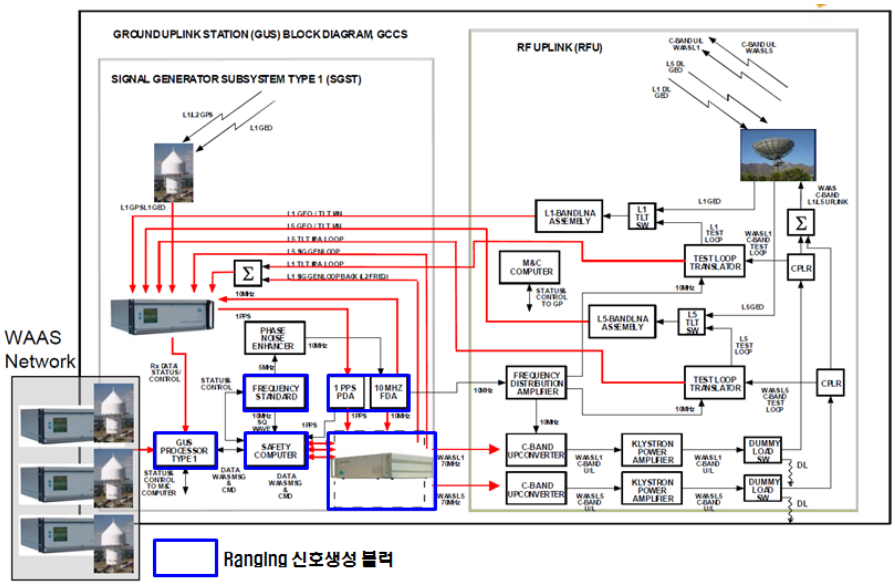
- SBAS 무결성 점검기능
- SBAS 메시지 수신기능

③ GEO/GPS 무결성 감시기능

- GEO 위성의 TLT(Test Loop Translator) 감시기능
- SBAS 하향신호 및 SBAS 메시지 무결성 감시기능

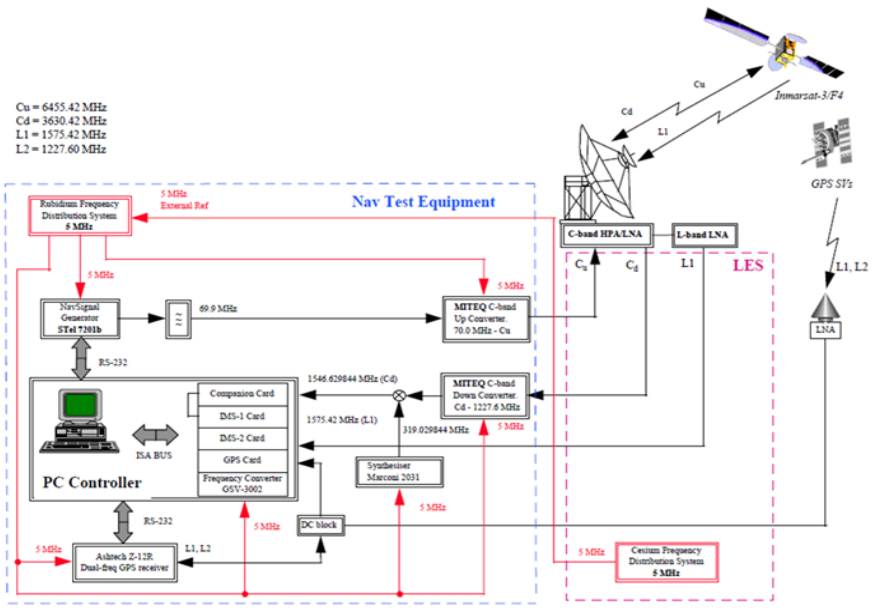
나. 위성통신국 구축 장비 사례

○ WAAS의 위성통신국인 GUS(Ground Uplink Station)의 구축 장비 사례는 다음과 같으며 파란색 블록을 통해 레인징 신호 생성장비를 확인할 수 있음



〈그림 2.1-6〉 WAAS-GUS 구축장비 사례

○ EGNOS의 위성통신국인 NLES(Navigation Land Earth Stations)의 구축 장비 사례는 다음과 같으며 스페인(1곳), 프랑스(1곳), 네덜란드(2곳), 이탈리아(2곳)에 설치



〈그림 2.1-7〉 EGNOS-NLES 구축장비 사례

6. SBAS 설계 검증 사례 분석

○ SBAS 설계 검증 사례 분석은 WAAS IOC Phase 설계 검증(Design Verification) 사례를 기반으로 조사 분석

가. 설계 요구사항

※ 설계 요구사항 : Design Requirement

○ En route through LNAV : 두 개의 GEO(Geostationary Earth Orbit)가 서로 정상적으로 동작하는 경우, 네비게이션 기능의 continuity는 모든 서비스 지역에서 시간당 ($1 - 10^{-5}$)을 제공해야 함

○ LNAV/VNAV : 두 개의 GEO(Geostationary Earth Orbit)가 서로 정상적으로 동작하는 경우, WAAS Signal-in-space 정밀도 접근 continuity는 ($1 - 5.5 \times 10^{-5}$)보다 커야함

나. 설계 검증을 위한 분석

○ 소프트웨어(개발모듈) : DO-178 SW Level D 적용

○ COTS 컴포넌트 : 신뢰성 검증 데이터 확인

○ 하드웨어 : 신뢰성 검증 데이터 확인

○ 알고리즘 : 검증 제외 (신뢰성에 대한 정확한 예측 불가)

○ 대기(Atmosphere) 상태 : 검증 제외 (신뢰성 통제 불가)

다. 설계 검증 방법

○ WIPP(WAAS Integrity Performance Panel) 운영

- FAA, Raytheon, Stanford University, MITRE 등의 전문가로 구성된 기술 검토 패널
- 시스템 개발과정에서 Technical Oversight(기술적 결함) 검토
- Design Decision 및 변경에 대한 적합성 검토
- Safety/Integrity 이슈 검토

○ 특정 기간 동안의 지속적인 안정성 테스트 (60일 안정성 테스트)

- 시스템 안정성 측정
- 안정성 추정값에 대한 검증

※ 안정성 테스트시, 아래 항목은 고려하지 않았음

- GEO uplink 전환
- 알고리즘으로 인한 손실 데이터
- 전리층으로 인한 손실 데이터

7. SBAS 소프트웨어 안정성 검증 사례 분석

○ SBAS 소프트웨어 안정성 검증 사례 분석은 WAAS(미국) 소프트웨어 안전성 검증 사례를 기반으로 분석

가. SBAS 소프트웨어 안전성 검증 개요

○ 필수 안전 항목으로 분류되는 항행안전시설의 경우, 시스템을 안전하게 운영하기 위한 안전성 검증은 필수적인 요소임

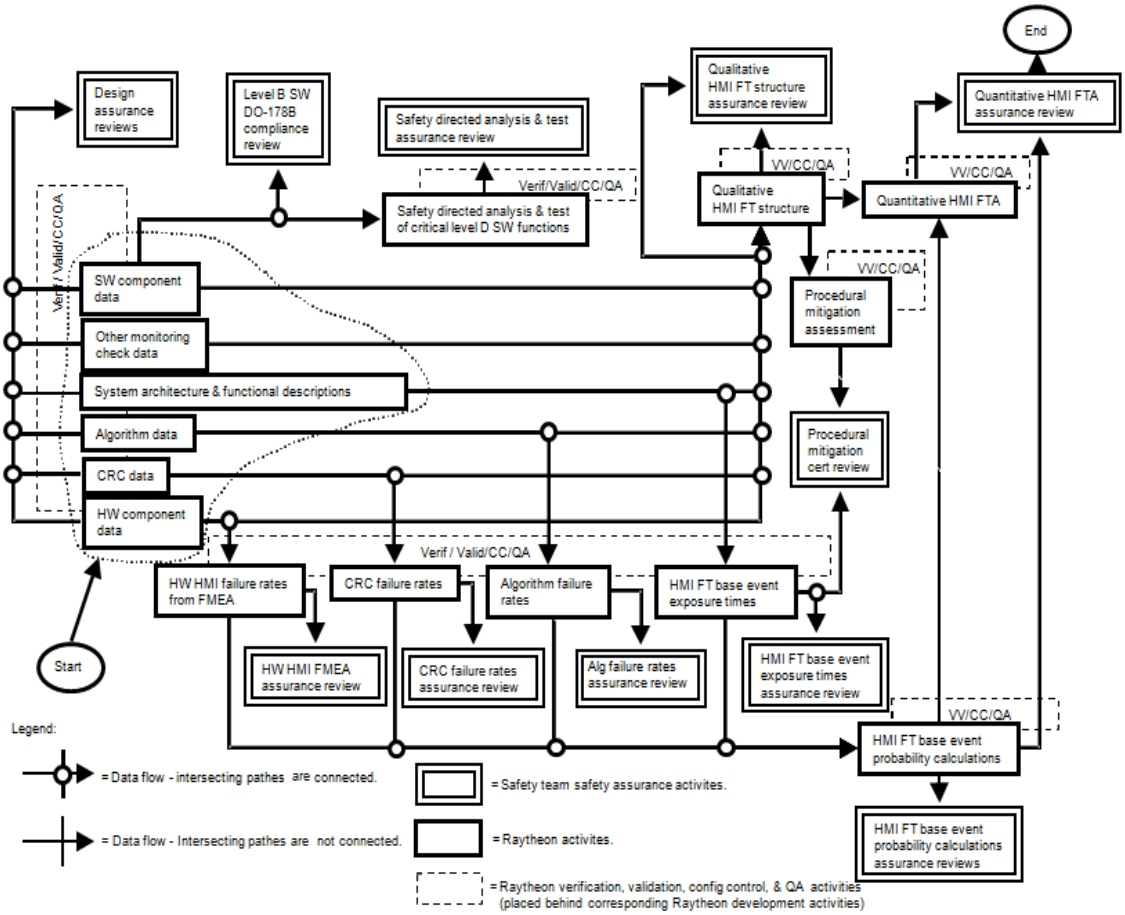
○ 안전성을 보장하는 성능에 대하여 무결성과 연속성 두 가지 측면에서 검증 활동을 수행하여 위험을 구분 및 제어

나. SBAS 소프트웨어 안전성 검증 수행 방법

○ WAAS(Wide Area Augmentation System)에서는 아래의 4가지 문서를 참조하여 안전성 검증을 수행

- MIL-STD-882C : System Safety Program Requirements
- ARP 4754 : Certification Considerations for Highly-Integrated or Complex Aircraft Systems
- ARP 4761 : Guidelines and Methods for Conducting the Safety Assessment Process on Civil Airborne Systems and Equipment
- DO-178B : Software Considerations in Airborne Systems Equipment Certification

○ 인증당국은 DO-178B를 준수하여 작성된 PSAC(Plan for Software Aspects of Certification)을 통해 소프트웨어 생명 주기 전반에 걸친 검증 활동 수행



〈그림 2.1-8〉 안전성 검증을 위한 흐름도 (FAA, 2005)

○ 안전성 평가는 SARP(Safety Assurance Process Requirements) 기준을 준수하는 SACIL(Safety Assurance Configuration Index List)를 작성하여 산출물에 대한 검사 활동 수행

8. SBAS 구성 시스템 운영시험 및 검증체계 사례 분석

가. SBAS 구성 시스템 운영시험 방안

- ○ 시스템 운영시험은 지상 및 공중에서 수신기를 통해 수집된 데이터를 사용하여 일정 기간(60일)에 걸쳐 시스템 성능을 평가
- ○ 시스템 운영시험의 통과여부는 평가기간 동안 시스템 구성의 주요기능의 성능 저하 없이 안정된 운영 상태를 유지하는가를 기준으로 판단

나. SBAS 구성 시스템 운영시험 검증 방안

- ○ 운영시험동안 수신기에 기록된 데이터뿐만 아니라 시스템에 기록된 데이터에 대한 통계적 분석을 통해 검증
- ○ SBAS 시스템의 운영시험 시 검증 항목
  - GEO 신호세기 및 품질
  - 정확성
  - 무결성
  - 가용성
  - 연속성
  - 서비스 커버리지

다. SBAS 단위 시스템 기능 검증 방안

① GEO 위성 신호 수신상태 및 Lock 손실 분석

- GEO 위성으로부터 수신된 신호의 전력은 -152.5dBW ~ -158.5dBW의 범위이어야 하며 SBAS 수신기가 신호를 획득한 이후 Lock을 놓치지 않고 지속적으로 신호 추적이 가능해야 함
- GEO 위성으로부터 수신된 신호의 상태를 확인하여 GEO 위성 및 위성통신국의 기능을 검증

② CNMP(Code Noise and Multipath) 분석

- CNMP 분석은 SIS 요구사항에 맞는 측정치를 얻기 위해 코드 잡음 및 다중경로 오차를 감소시키는 방법으로써 반송파 위상 레벨링과 실시간 평활화(smoothing)를 통해 표준편차를 추정하여 측정치의 잡음 및 다중경로 오차 특성을 분석
- CNMP 분석을 통하여 기준국을 구성하는 GPS 안테나, 수신기, 설치 환경 등에 대한 분석이 가능하며 이를 통해 기준국의 기능을 검증

③ GEO 메시지 분석

- GEO 메시지 분석은 메시지의 수신상태 및 디코딩 가능여부를 확인하고 서로 다른 메시지 형태에 따라 전달된 정보가 메시지 갱신 요구사항에 충족하는지를 확인
- 이를 통해 메시지가 중앙처리국, 위성통신국, GEO 위성에서 전달 및 전송 되는 과정에 문제가 발생하는지를 검증

④ 성능 저하 시험(Degraded Operations Tests)

- 성능 저하 시험은 SBAS 하위 시스템별 성능 저하 상태에서 통합운영국의 시스템이 운영될 때 허용 가능한 수준의 성능을 제공하는가를 평가
- 성능 저하 시험의 통과여부 기준
  - ▸ 성능 저하 상태에서 시스템은 허용 가능한 수준의 성능을 유지
  - ▸ 시스템은 예상된 문제 발생 시 적합한 운영 제어 및 유지관리 조치를 수행해야하며 해당상항은 문서화 되어 있어야 함

⑤ 중앙처리국 기능 검증 방안

- 중앙처리국은 기준국을 통해 수집한 측정치를 이용하여 보강정보를 생성하므로 생성된 보강정보의 유효성 등을 확인하기 위해 다음과 같은 기능을 검증
  - ▸ UDRE 경계 분석
  - ▸ GIVE 경계 분석
  - ▸ Range 오차 경계 분석
  - ▸ 위치서비스 무결성 분석
  - ▸ 무결성 경보 분석
  - ▸ 위치서비스 정확도 분석
  - ▸ 위치서비스 가용성 분석
  - ▸ 위치서비스 커버리지 분석
  - ▸ 위치서비스 연속성 분석

라. SBAS 구성 시스템 간에 연동시험 및 검증체계 방안

○ SBAS 구성 시스템 간에 연동시험은 전문성을 가진 운영자가 수행해야하며, 일부 시스템이 가동되지 않을 때, SBAS 시스템의 성능을 평가

○ SBAS 구성 시스템 간에 연동시험 검증방안은 다음과 같으며, 시스템의 부분적 중단 동안 SBAS 성능을 검증

- GEO 신호 중단
- 광역기준국 중단
- C&V(Correction and Verification) 시스템 중단
- 통신 네트워크 중단
- 시스템 셧 다운/시스템 재가동

9. 애로기술 식별 및 해결방안 사례 분석

○ 미국과 유럽에서 SBAS 운영 중 발생하게 된 레인징 신호 애로사항과 해결방안에 대하여 제시

가. 미국 WAAS 애로기술

○ 미국의 경우 2007년 GEO 위성을 대체하기 전과 이후로 구분할 수 있으며 GEO 위성 대체하기 전에 발생하였던 미 대륙 커버리지 문제와 같은 애로사항을 위성대체를 통해 해결

(1) GEO 위성 대체 전 상황 및 애로사항

※ 위성 대체 시기 : 2007년

○ 미 대륙 대부분은 단일 위성 커버리지였고, GEO 상향시스템 및 위성 고장시의 유지보수 활동과 수신기가 정지위성에 Lock을 잃게 되면 서비스 장애를 초래

○ 기준국 수신기와 사용자 수신기 설계 차이로 WAAS의 보정정보와 수신기 측정 오차간 바이어스가 발생

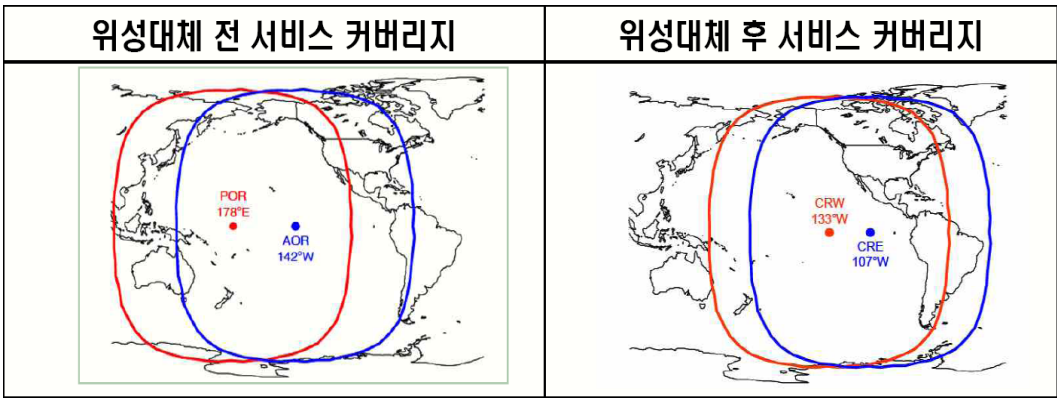
○ 기존 임대위성 중계기 대역폭이 2.2MHz(협대역)으로 바이어스 오차에 취약해 GEO 레인징 소스로써의 불확실성을 야기시켜 GEO 레인징 측정결과를 LPV(Localizer Performance with Vertical Guidance)에 활용되지 못함

(2) GEO 위성 대체 후 상황 및 애로사항 해결

○ 대체 위성인 CRE위성(Telesat의 Anik F1R)과 CRW위성(Intelsat의 갤럭시15)은 광대역(20MHz) 중계기를 탑재

○ 이를 통해 모든 WAAS 사용자는 미 대륙 어디에서도 2개 정지궤도 커버리지 내에 존재하게 되어 신뢰도가 크게 향상됨

○ 기존에 발생하였던 불확실성의 한계치를 매우 낮게 하여 GEO 레인징 능력을 갖게 됨으로써 GEO 위성을 LPV 서비스를 위한 레인징 신호원으로 활용



〈그림 2.1-9〉 GEO 위성대체 전-후 서비스 커버리지

○ WAAS 사용자들은 GPS 위성에 대한 유지보수 또는 기동기간 동안 활용할 수 없을 시에도 WAAS 레인징 신호를 이용할 수 있게 됨

○ 미 본토의 97~100% 지역에서 100%의 LPV 가용도를 얻을 수 있고, 알래스카의 85~90% 지역에서 100%의 LPV 가용도를 얻을 수 있게 됨

○ 알래스카 일부 지역의 경우, 단일 위성만 존재하므로 인마셋 4F3 위성을 임차해 위성 커버리지 이중화를 완성

○ WAAS GEO 레인징을 통해 LPV 서비스를 제공할 수 있는데 이는 다음과 같은 사실로 가능하게 됨

- SBAS 신호를 제공하는 위성이 정밀한 위성궤도를 유지
- 정지궤도 위성이 제공하는 위성궤도력에 대한 정보를 확실하게 파악하고 있음
- 3개의 정지궤도 위성이 모두 기존 인마셋 시리즈에서 제공하는 대역폭보다 광대역으로 이를 통해 SBAS 정보 등에 대한 무결성을 보장할 수 있음

나. 유럽 EGNOS 애로기술

(1) EGNOS 시스템의 레인징 신호 애로사항

○ 현재 EGNOS에서는 GEO 레인징 신호가 MT9와 MT17 메시지를 통해 계속적으로 방송 중이나 성능을 만족시키지 못해 수신기에서 활용하지 못하고 있음

○ EGNOS 시스템의 레인징 기능 문제점

- MT9와 MT17 메시지에서 계산된 위성위치가 200km 이상 발생
- MT17 메시지인 위성 알마낙(Almanac) 정보가 300초 간격 보다 큰 지연이 발생되고, 제공되는 위성 위치 정밀도가 150km 이상 발생

○ 수신기의 신호 추적과정에서 MT9와 MT17을 사용해 계산된 정지위성 위치가 200km 이상의 오차가 발생되므로 위치 계산 과정에서 SBAS 레인징 신호 제외

○ 수신기는 MT17 알마낙 데이터가 300초 이내에 수신되지 않을 경우 MT9와 MT17 메시지의 일관성 검사를 수행할 수 없어, SBAS 레인징 신호를 사용할 수 없게 됨

○ EGNOS 시스템의 GEO 레인징의 문제점 분석 결과

- ARTEMIS 위성의 높은 경사각이 위성위치 정밀도에 영향을 줌
  - ▸ ARTEMIS 위성은 2001년에 발사되었고 경사각이 점차적으로 증가
  - ▸ 현재는 9° 의 경사각을 가짐
- 높은 경사각은 매일 위성의 다양한 좌표변화를 유발하고 있음
- MT9와 MT17 메시지에 정확한 위성 위치 코딩이 불가능

(2) EGNOS OWA(Operation Work Around) 대응 전략

○ 단기적 대응으로는 현재의 ARTEMIS 위성을 사용할 경우, 대응책은 없으며 ASTRA-5B 및 SIRIUS-5 위성대체를 통해 해결

○ 중기적 대응으로는 MT9와 MT17의 불일치 문제는 수신기 설계 변경을 통해 해결

○ 장기적 대응으로는 EGNOS MT9와 MT17 메시지의 문제점을 포괄할 수 있는 표준 개정 추진

(3) 운영시험 및 검증 방안

○ SBAS 운영시험은 시스템 부분의 성능 저하 시 SIS 및 시간 주기에 걸쳐 허용할 수 있는 성능 및 전달 능력을 평가하는 것에 초점을 두며, 계약자가 시스템 수락 시험(SAT, System Acceptance Test)을 성공적으로 완료한 후 수행

제2절 APV-I급 SBAS 개발을 위한 세부 기술 도출

○ APV-I급 SBAS 다음의 하위 시스템으로 구성됨

- 지상 시스템

▸ 통합운영국 : SBAS를 감시 및 제어, 관리하며 중앙처리국, 기준국, 위성통신국의 데이터를 통합적으로 관리 및 저장

▸ 중앙처리국 : 기준국으로부터 수신한 항법데이터, 측정치 등을 이용하여 보정정보화 무결성 정보를 생성하고 SBAS 메시지 형식으로 변환하여 위성통신국으로 송신

▸ 위성통신국 : 중앙처리국으로부터 수신한 SBAS 메시지를 이용하여 SBAS 신호를 생성하고 무결성 감시, 시각동기화 등의 과정을 거쳐 정지궤도위성으로 송신

▸ 기준국 : 국내 전 지역에 고르게 분포한 여러 기의 장비로 구성되며, 위성항법 데이터 수집, 저장 및 이상상태 체크 등을 수행한 후 통합운영국, 중앙처리국으로 송신

- 정지궤도 위성

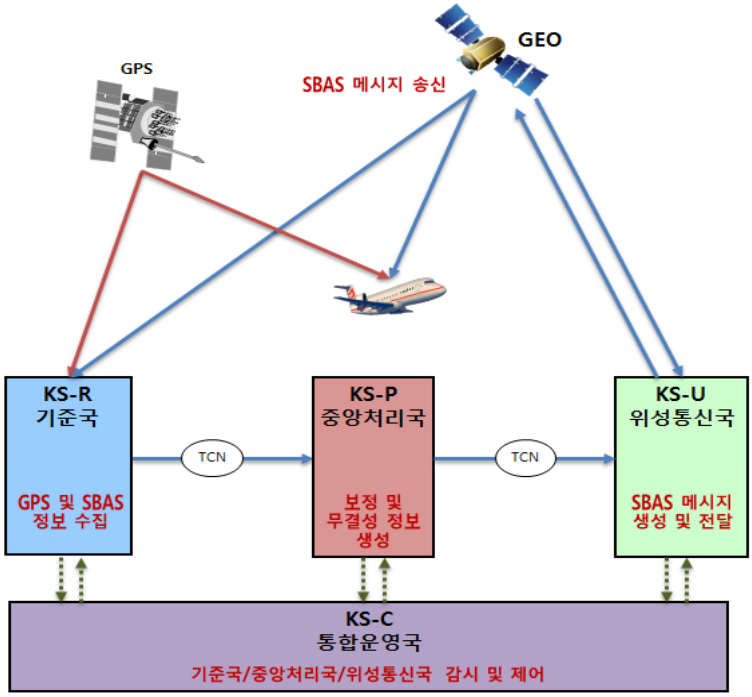
▸ SBAS 서비스는 정지궤도위성에서 L1 또는 L5 대역 주파수로 방송하여 넓은 지역냉의 사용자에게 기존 시스템보다 정확하고 안정된 항법 서비스 제공

▸ 정지궤도위성에서 방봉하는 정보에는 GNSS와 정지궤도위성의 궤도 및 시계 보정정보/무결성 정보, 전리층 보정정보/무결성 정보 등이 있음

※ 정지궤도 위성개발은 본 사업에서 추진하지 않으므로 정지궤도 위성을 임차하여 사용하는 데 필요한 연구개발 내용을 본 연구에서 수행

○ 또한, 상기 각 하위 시스템을 하나로 통합하는 APV-I급 SBAS 체계도 필요

○ 본 절은 체계, 기준국, 중앙처리국, 위성통신국, 통합운영국 순으로 APV-I급 SBAS 개발을 위한 세부 기술분석 내용을 지상시스템 중심으로 기술



〈그림 2.2-1〉 SBAS 구성도

〈표 2.2-1〉 SBAS 지상 시스템 세부 기능

일련 번호	하위시스템	기능	
KS-C	통합운영국	KS-C-F1000 KS-C-F2000 KS-C-F3000 KS-C-F4000 KS-C-F5000	데이터 수집 및 분석 시스템 감시 및 제어 시스템 유지보수 원격 운영 기타
KS-P	중앙처리국	KS-P-F1000 KS-P-F2000 KS-P-F3000 KS-P-F4000 KS-P-F5000 KS-P-F6000 KS-P-F7000 KS-P-F8000	데이터 수집 및 전처리 위성 궤도/시각 보정 정보 결정 위성 궤도/시각 무결성 정보 결정 전리층 보정 정보 결정 전리층 무결성 정보 결정 무결성 검사 SBAS 메시지 생성 SBAS 네트워크 시간 결정
KS-R	기준국	KS-R-F1000 KS-R-F2000 KS-R-F3000 KS-R-F4000 KS-R-F5000 KS-R-F6000	데이터 수집 및 저장 수집 데이터 상태 체크 장비 상태 체크 알림 메시지 생성 수집 데이터 송신 알림 메시지 송신
KS-U	위성통신국	KS-U-F1000 KS-U-F2000 KS-U-F3000 KS-U-F4000 KS-U-F5000 KS-U-F6000 KS-U-F7000 KS-U-F8000	SBAS 신호생성기능 시각동기기능 SBAS/GPS 신호수신기능 중앙처리국 선택기능 GEO/GPS 무결성 감시기능 GEO 위성 접속기능 지상통신망 접속기능 구성장비 C&M 기능

1. 체계 개발을 위한 기술 분석

가. 시스템 요구사항 분석

○ 시스템 요구사항 분석 대상으로는 사업 관리, 시스템 체계, 통합/검증, 기반시설 구축 및 설치가 있으며, 각각에 대하여 설명하면 아래와 같음

- 사업 관리
  - ▸ 시스템 하드웨어 및 소프트웨어 개발, 협력업체 선정, 일정 및 보안 관리 등의 요구사항을 수립 및 검토하고 분석
- 시스템 체계
  - ▸ 시스템 개발을 위한 기술 협력, 시스템 인터페이스, 네트워크 등을 위함 시스템 구조 설계 및 타당성, 시스템 서비스 사양 등의 요구사항을 수립 및 검토하고 분석
- 통합/검증
  - ▸ 개발된 시스템 각각 모듈별 시험, 통합 시험, 비행 검사 등 시스템을 통합하고 검증하는데 필요한 요구사항을 수립 및 검토하고 분석
- 기반시설 구축 및 설치
  - ▸ 기준국, 위성통신국, 통합운영국, 중앙처리국, 네트워크 시설 등의 요구사항을 수립 및 검토하고 분석

○ 요구사항 분석에는 임무 요구사항 검토 (MRR, Mission Requirement Review)와 시스템 요구사항 검토 (SRR, System Requirement Review)이 있음

나. 시스템 설계 및 개발 기술 분석

○ '시스템 설계 및 개발 단계'는 시스템의 요구사항 및 구조 설계, 예비 설계 및 상세 설계, 모듈별 알고리즘 개발 및 하위시스템 개발 등 시스템 통합 준비에 요구되는 작업을 수행

○ 시스템 설계 및 개발 시기에 검토 회의는 예비 설계 검토 (PDR, Preliminary Design Review), 상세 설계 검토, 통합 준비 검토 (IRR, Integration Readiness Review) 등이 있으며 설계 검토 과정에는 검토에 합당한 산출물 확인

○ 시스템의 품질, 보안 유지보수 방법, 시험 평가 방법 등 시스템 개발 완성도를 높이기 위해서는 기 구축된 시스템들의 대한 이해 및 분석을 하고 국내 실정에 맞는 요구사항 수립, 하드웨어 및 소프트웨어 설계 등이 필요

- 이와 관련하여 검토해야할 문서는 위성항법 기반 항행 문서, GPS 위치결정 관련 문서, 국외의 SBAS 관련 문서, 정지궤도위성 관련 문서, 항행, 장비, 품질, 보안 등 여러 종류의 문서들이 있음

○ 시스템 성능 평가 및 검증은 개발된 하드웨어상의 소프트웨어 기능 시험으로 구성되며, 예비 품질 시험 (PQT, Preliminary Qualification Test), 공식 품질 시험 (FQT, Formal Qualification Test), 설계 품질 시험 (DQT, Design Qualification Test), 설계 품질 시험 분석 (DQTANA, DQT Analysis)이 있음

○ 시스템 총괄 부분에서는 기반 시설을 검토하고, 진도 보고 및 검토 회의를 수행하며, 대외 업무 지원, 계획 수립, 기술 협력 지원 등이 있음

○ 관리 부분은 품질, 안전성, 위험, 일정, 자원, 산출물, 보안 등이 있으며 이에 대한 평가 및 보고서 작성, 분석

○ 시스템의 인터페이스 설계 기술

- 시스템 및 인터페이스 설계는 '시스템 설계 및 개발 단계'에서 주로 수행하며 '시스템 통합 및 초기 운영 준비 단계'에서 유지 보수, 보안 등을 수행
- 시스템 및 인터페이스 설계는 아키텍처 정의, 설계 및 타당성 평가가 있으며 인터페이스, 네트워크 체계를 구축하고 지상시스템, 정지궤도위성 등의 하위시스템 사양을 결정

▸ 아키텍처 정의, 설계 및 타당성 평가

▪ 시스템 제약 조건 및 기대 성능 요구사항 분석, 단계별 성능 요구사항 정의 및 타당성 분석을 수행하며 하위시스템 성능 요구조건을 할당하고 이에 대한 알고리즘 사양을 정의

▸ 인터페이스 체계

▪ 내부 및 외부 인터페이스 검토 및 관리, 관급 시설의 인터페이스 수락 여부 검토, 인터페이스 변경 및 변경 사항 기술 분석 등을 수행

▸ 네트워크 체계

▪ 네트워크 성능 분석, 네트워크 사업자 관리, 네트워크 테스트 및 시험 보고, 성능 평가 등을 수행

▸ 하위시스템 사양

▪ 통합운영국, 중앙처리국 등의 하위시스템 사양 결정, 하위시스템 개발 및 구매 기술 관리 등을 수행

다. 시스템 통합 및 초기 운영 준비 단계기술 분석

○ ‘시스템 통합 및 초기 운영 준비 단계’는 시스템 하드웨어와 소프트웨어의 호환성 검사 및 설치, 알고리즘 통합 등 작업을 수행하여 후처리 데이터 및 소프트웨어를 활용하여 검증

○ 시스템 설계 및 개발 시기에 검토 회의는 시험 준비 검토 (TRR, Test Readiness Review), 시스템 적합성 검토 (SQR, System Qualification Review), 운영 준비 검토 (ORR, Operation Readiness Review) 등이 있으며 검토에 합당한 산출물 확인 필요

○ 시스템의 인터페이스 설계 유지·보완 수행

- 시스템 및 인터페이스 설계는 ‘시스템 설계 및 개발 단계’에서 주로 수행하며 ‘시스템 통합 및 초기 운영 준비 단계’에서 유지 보수, 보안 등을 수행

라. 시스템 인증 및 최종 준비 단계기술 분석

○ ‘시스템 인증 및 최종 중비’는 시스템의 상용서비스에 대한 인증을 수행하고 운영 준비 능력을 최종적으로 점검하는 단계로 시스템 인증, 통합 시스템 시험, 시스템 배포를 수행하고 최종적으로 비행검사를 수행

○ 시스템 설계 및 개발 시기에 검토 회의는 시스템 적합성 검토 (SQR, System Qualification Review), 운영 준비 검토 (ORR, Operation Readiness Review) 등이 있으며 검토에 합당한 산출물 확인 필요

마. 시스템 성능평가 및 검증 기술 분석

○ 시스템 성능 평가 및 검증은 개발된 하드웨어상의 소프트웨어 기능 시험으로 구성되며, 예비 품질 시험 (PQT, Preliminary Qualification Test), 공식 품질 시험 (FQT, Formal Qualification Test), 설계 품질 시험 (DQT, Design Qualification Test), 설계 품질 시험 분석 (DQTANA, DQT Analysis)이 있음

○ 시스템 성능평가 및 검증을 위하여 다음의 일련의 과정을 진행

(1) 성능평가 및 검증 계획 수립

○ SBAS 인증 기준, 시스템 요구사항, 시스템 개발 계획, 확인 및 검증 계획 등을 만족하도록 성능평가 및 검증 계획을 작성

○ 성능평가 및 검증의 일정/인력/환경 정의, 성능평가 및 검증 관리 및 통제 방안 수립, 성능평가 및 검증 완료 조건 정의 등을 수행

(2) 성능평가 및 검증 설계

○ 성능평가 및 검증에 사용할 테스트 절차와 테스트 조건이 안전성 평가 결과, 테스트 범위 등의 SBAS 인증 기준을 만족하도록 설계

○ 테스트 조건, 절차, 범위, 기준 등을 작성

(3) 성능평가 환경 구성 및 유지

○ 성능평가 및 검증을 수행하기 위해 필요한 데이터, 도구/장비 등의 환경 구축

○ 인증 기준에 따른 성능평가 환경 검증 수행

○ 시험 대상 시스템의 변경 내역을 성능평가 및 검증 환경에 반영하여 성능평가 및 검증 환경 유지

(4) 성능평가 및 검증 수행

○ 성능평가 및 검증 환경에서 설계한 테스트 조건과 절차 수행

○ 테스트 절차 실행, 테스트 범위 측정, 테스트 결과(Pass/Fail) 등을 기록

※ 테스트 범위가 인증 기준을 만족하지 못할 경우 테스트 조건과 절차를 추가하여 성능평가 및 검증 설계 보완

(5) 성능평가 결함 식별 수행

○ 성능평가 및 검증에서 발생한 결함을 식별하고, 이를 개발팀에게 전달하는 단계이며 개발 팀에서 시스템 보완 후 회귀 테스트 수행

○ 테스트 결과 분석, 결함 확인, 관련자에게 결함 내용 전달, 회귀 테스트 등 수행

(6) 성능평가 및 검증 모니터링 및 통제

○ 성능평가 및 검증이 계획대로 진행되고 있는지 모니터링

○ 필요시 성능평가 및 검증 계획/설계/환경/담당자 등을 변경하여 성능평가 및 검증 통제

(7) 성능평가 및 검증 완료

○ 성능평가 및 검증 결과가 성능평가 및 검증 완료조건 충족 시 성능평가 및 검증 완료

○ 성능평가 및 검증 환경 초기화, 성능평가 및 검증 완료 보고서 등을 작성

2. 기준국 개발을 위한 기술 분석

가. 기준국 시스템 개발 기술

○ 기준국의 하드웨어 구성은 다음과 같으며, 이때에 기준국은 서비스의 연속성 및 가용성 유지를 위하여 독립적인 다중화 구조를 채택하고, 기준국 장비의 다중화 구조는 SBAS 시스템 설계에 따라 2조 혹은 3조로 구성될 수 있음

- SBAS용 이중 주파수 수신기
  - ▸ SBAS용 이중 주파수 수신기는 GPS L1/L2와 GEO L1 신호를 안테나로부터 수신함
  - ▸ 이중 주파수 수신기는 GPS L1/L2와 GEO L1 신호 처리를 수행하며, 이때에 이중 주파수 수신기는 원자시계의 정밀 시각에 동기됨
  - ▸ 원자시계는 주파수 분배기를 통해 다른 기준국 이중 주파수 수신장비로 분배될 수 있음
- 기상센서
  - ▸ 기상센서는 대류권 지연 정보를 측정하기 위한 온도, 습도, 압력 정보를 수집함
- 기준국 로컬 프로세서
  - ▸ 기준국 로컬 프로세서는 SBAS용 이중 주파수 수신기와 기상센서로부터 전달받은 관측 데이터를 저장함
  - ▸ 관측 데이터의 상태는 물론이고, 장비의 상태를 점검함
  - ▸ 수집 데이터의 경보 메시지를 생성하며, 장비의 구성, 상태, 성능 관련 알림 메시지를 생성함
- 네트워크 장비
  - ▸ 네트워크 장비는 수집한 관측 데이터를 외부 하위시스템(중앙처리국과 통합운영국 등)으로 전송함
  - ▸ 생성한 알림 메시지를 외부 하위시스템(중앙처리국과 통합운영국 등)으로 전송함
- 기타
  - ▸ 기준국의 원활한 운영을 위해 전원 공급, 온도 유지, 시스템 유지 보수를 지원함

〈표 2.2-2〉 기준국 구성 하드웨어 목록

구분	장비명	기능
SBAS용 이중 주파수 수신기	안테나	L1/L2 신호 수신
	이중 주파수 수신기	신호 처리
시각 동기 장비	원자시계	정밀 시각 동기
	주파수 분배기 유닛	정밀 시각 분배
기상센서	기상센서	기상 정보 수집
기준국 로컬 프로세서	컴퓨터	관측 데이터 저장 상태 체크 알림 메시지 생성
네트워크 장비	이더넷 스위치	외부 서브 시스템(기준국, 중앙처리국, 통합운영국, 등) 및 내부 장비 간 통신
	라우터	
	허브	
기타	전원 장치	안정적인 전원 공급
	통풍 장치	안정적인 온도 유지
	유지보수 터미널	시스템 유지보수를 위한 터미널

(1) 기준국 수행 기능 정의

○ 본 연구에서는 SBAS 기준국의 기능을 총 6가지로 분류하였으며, 각 기능을 정의하면 다음과 같음

(가) 데이터 수집 및 저장 (R-F1000)

○ 모든 GPS 위성으로부터 수신 신호 전력, GPS L1-C/A 의사거리 측정치 및 반송파 측정치, GPS L2-P 의사거리 측정치 및 반송파 측정치, GPS 항법 메시지, 신호 획득 시간 등을 수집하여 버퍼(메모리), 기억장치 등과 같은 기구에 저장함

○ GEO 위성으로부터 수신 신호 전력, GEO L1-C/A 의사거리 측정치 및 반송파 측정치, GEO 항법 메시지, 신호 획득 시간 등을 수집하여 버퍼(메모리), 기억장치 등과 같은 기구에 저장함

○ 안테나의 위치정보를 수집하여 버퍼(메모리), 기억장치 등과 같은 기구에 저장함

○ 기상센서로부터 온도, 습도, 압력 정보를 수집하여 버퍼(메모리), 기억장치 등과 같은 기구에 저장함

○ 여기서 APV-I 성능을 만족하기 위하여 GPS 수신장치는 L1, L2 수신 기능을 필수로 하며, CAT-I으로의 성능 개선을 위해 필요시에 L5 및 GPS 이외 위성항법시스템 신호 수신 기능의 추가가 필요할 수 있음

○ 여기서 기상센서는 기본/상세설계 단계에서 필요 유무를 판단하여 적용함

(나) 수집 데이터 상태 체크 (R-F2000)

○ 모든 GPS 관측치로 부터 수신 신호 전력, 측정치 잔차, 수신 획득 시간, 전파간섭 여부에 대한 상태를 체크함

○ GEO 관측치로 부터 수신 신호 전력, 측정치 잔차, 수신 획득 시간, 전파간섭 여부에 대한 상태를 체크함

○ 온도 파라미터 허용범위, 습도 파라미터 허용범위, 압력 파라미터 허용범위와 같은 기상 데이터의 상태를 체크함

○ 여기서 전파간섭 여부 판단에 대한 상태 체크는 기본/상세설계 단계에서 필요 유무를 판단하여 적용함

(다) 장비 상태 체크 (R-F3000)

○ 안테나, SBAS용 이중 주파수 수신기, 원자시계의 기능, 데이터 전송 주기와 같은 수신기 상태를 체크함

○ 데이터 전송 주기와 같은 기상 센서 상태를 체크함

○ 기준국 로컬 프로세서의 기능에 대한 데이터 수집 프로세서의 상태를 체크함

(라) 알림 메시지 생성 (R-F4000)

○ GPS L1-C/A 의사거리 측정치 및 반송파 측정치, GPS L2-P 의사거리 측정치 및 반송파 측정치, GPS 항법 메시지, GEO L1-C/A 의사거리 측정치 및 반송파 측정치, GEO 항법 메시지, 기상 데이터와 같은 수집 데이터의 이상 발생 시에, 경보 메시지를 생성함

○ 안테나, SBAS용 이중 주파수 수신기, 원자시계, 기상 센서, 프로세서의 구성, 모델, 환경설정과 같은 장비 구성 메시지를 생성함

○ 각 장비의 설계 측면에 중복 정도, Fail 된 장비에 대한 백업 장비의 대체 처리 상황 등에 대해 장비 상태 메시지를 생성함 (예를 들면, 안테나 구성 상태 (메인, 대기, 백업), 수신기 구성 상태 (메인, 대기, 백업), 원자시계 구성 상태 (메인, 대기, 백업), 프로세서 구성 상태 (메인, 대기, 백업) 등과 같이 기준국 장비의 상태 메시지를 자가 생성함)

○ CPU 활용도, 메모리 여유 공간, 컴퓨터 시스템 처리량, 신호 세기와 같은 장비 성능 메시지를 생성함

(마) 수집 데이터 송신 (R-F5000)

○ GPS 관측치, GEO 관측치, 기상 데이터를 네트워크를 통해 송신함

(바) 알림 메시지 송신 (R-F6000)

○ 수집 데이터 경보 메시지, 장비 구성 메시지. 장비 상태 메시지, 장비 성능 메시지를 네트워크를 통해 송신함

〈표 2.2-3〉 기준국 수행 기능 목록

일련 번호	기능명	하부기능	
R-F1000	데이터 수집 및 저장	R-F1100 R-F1200 R-F1300	GPS 관측치 수집 및 저장 GEO 관측치 수집 및 저장 대류권 지연 관련 데이터 수집 및 저장
R-F2000	수집 데이터 상태 체크	R-F2100 R-F2200 R-F2300	GPS 관측치 상태 체크 GEO 관측치 상태 체크 대류권 지연 관련 데이터 상태 체크
R-F3000	장비 상태 체크	R-F3100 R-F3200 R-F3300	수신기 상태 체크 기상 센서 상태 체크 데이터 저장 프로세서 상태 체크
R-F4000	알림 메시지 생성	R-F4100 R-F4200 R-F4300 R-F4400	수집 데이터 경보 메시지 생성 장비 구성 메시지 생성 장비 상태 메시지 생성 장비 성능 메시지 생성
R-F5000	수집 데이터 송신	R-F5100 R-F5200 R-F5300	GPS 관측치 송신 GEO 관측치 송신 대류권 지연 데이터 송신
R-F6000	알림 메시지 송신	R-F6100 R-F6200 R-F6300 R-F6400	수집 데이터 경보 메시지 송신 장비 구성 메시지 송신 장비 상태 메시지 송신 장비 성능 메시지 송신

(2) 성능평가 및 검증 방안

(가) 기준국 사이트 선정에 따른 타당성 평가

○ 기준국 사이트 선정에 따른 타당성을 평가하기 위하여 아래와 같은 항목에 대한 성능평가가 필요함

○ 이때에 기준국 사이트 선정을 위한 환경 조사 절차는 국외 자문을 통해 도출하고, 환경 데이터의 취득은 국내 연구로 진행하며, 공동연구를 통해 취득 데이터를 분석하여 최종적으로 SBAS 기준국 사이트를 선정함

- 기준국 배치에 따른 DOP 성능 분석
- 기준국 위치 별 가시성능 분석
- 기준국 위치 별 RF 간섭 영향 분석
- 기준국 위치 별 네트워크 성능 분석

(나) 기준국 하드웨어 장비의 성능평가

○ 기준국 하드웨어 장비의 성능을 평가하기 위하여 아래와 같은 각 하드웨어 항목에 대한 성능평가가 필요함

○ 이때 각 하드웨어 장비의 성능평가 항목은 장비의 사양서 대비 성능 만족 수준으로 판단함

- SBAS용 이중 주파수 수신기
- 시각 동기 장비
- 기상센서
- 기준국 로컬 프로세서
- 네트워크 장비
- 기타 장비

(다) 기준국 기능별 성능평가

○ 기준국 기능에 대한 성능을 평가하기 위하여 아래와 같은 항목에 대한 성능평가가 필요함

○ 각 기능 별 성능평가 항목은 SBAS 성능 요구 스펙 대비 만족 수준으로 판단함

- 데이터 수집 및 저장 기능
- 수집 데이터 상태 체크 기능
- 장비 상태 체크 기능
- 알림 메시지 생성 기능
- 수집 데이터 송신 기능
- 알림 메시지 송신 기능

나. 기준국 기능 구현을 위한 핵심기술

(1) 기준국 핵심기술 개발 방법

○ 본 연구에서는 SBAS 기준국의 기능은 총 6가지로 분류하였으며, 각 기능의 핵심기술을 다음과 같이 데이터 흐름으로 정의함

(가) 데이터 수집 및 저장 (R-F1000)

○ SBAS 수신기로부터 GPS 관측치 (GPS 위성 별 수신 신호 전력, L1-C/A 의사거리 측정치 및 반송파 측정치, L2-P 의사거리 측정치 및 반송파 측정치, GPS 항법 메시지, 신호 획득 시간)를 수집하여 데이터 저장 프로세서에 저장함

○ SBAS 수신기로부터 GEO 관측치 (GEO 수신 신호 전력, L1-C/A 의사거리 측정치 및 반송파 측정치, GEO 항법 메시지, 신호 획득 시간)를 수집하여 데이터 저장 프로세서에 저장함

○ SBAS 수신기 안테나의 위치정보(Location of antenna phase center)를 수집하여 데이터 저장 프로세서에 저장함

○ 기상 센서로부터 대류권 지연 관련 데이터(온도, 습도, 압력)를 수집하여 데이터 저장 프로세서에 저장함

(나) 수집 데이터 상태 체크 (R-F2000)

○ 데이터 저장 프로세서의 수집 데이터 상태 체크 블록에서 GPS 관측치의 상태를 체크하고, 관련 정보를 알림 메시지 생성 블록으로 전달함

○ 데이터 저장 프로세서의 수집 데이터 상태 체크 블록에서 GEO 관측치의 상태를 체크하고, 관련 정보를 알림 메시지 생성 블록으로 전달함

○ 데이터 저장 프로세서의 수집 데이터 상태 체크 블록에서 대류권 지연 관련 데이터의 상태를 체크하고, 관련 정보를 알림 메시지 생성 블록으로 전달함

(다) 장비 상태 체크 (R-F3000)

○ 기준국 로컬 프로세서의 장비 상태 체크 블록에서 수신기의 상태를 체크하고, 관련 정보를 알림 메시지 생성 블록으로 전달함

○ 기준국 로컬 프로세서의 장비 상태 체크 블록에서 기상 센서의 상태를 체크하고, 관련 정보를 알림 메시지 생성 블록으로 전달함

○ 기준국 로컬 프로세서의 장비 상태 체크 블록에서 데이터 수집 프로세서의 기능 상태를 체크하고, 관련 정보를 알림 메시지 생성 블록으로 전달함

(라) 알림 메시지 생성 (R-F4000)

○ 기준국 로컬 프로세서의 알림 메시지 생성 블록에서 수집 데이터 상태 체크 블록으로부터 전달받은 정보를 사용하여 수집 데이터 경보 메시지를 생성함

○ 기준국 로컬 프로세서의 알림 메시지 생성 블록에서 장비 상태 체크 블록으로부터 전달받은 정보를 사용하여 장비 구성 메시지를 생성함

○ 기준국 로컬 프로세서의 알림 메시지 생성 블록에서 장비 상태 체크 블록으로부터 전달받은 정보를 사용하여 장비 상태 메시지를 생성함

○ 기준국 로컬 프로세서의 알림 메시지 생성 블록에서 장비 상태 체크 블록으로부터 전달받은 정보를 사용하여 장비 성능 메시지를 생성함

(마) 수집 데이터 송신 (R-F5000)

○ 기준국 로컬 프로세서에 저장된 GPS 관측치를 네트워크를 사용하여 중앙처리국과 통합운영국에 송신함

○ 기준국 로컬 프로세서에 저장된 GEO 관측치를 네트워크를 사용하여 중앙처리국과 통합운영국에 송신함

○ 기준국 로컬 프로세서에 저장된 대류권 지연 데이터를 네트워크를 사용하여 중앙처리국과 통합운영국에 송신함

(바) 알림 메시지 송신 (R-F6000)

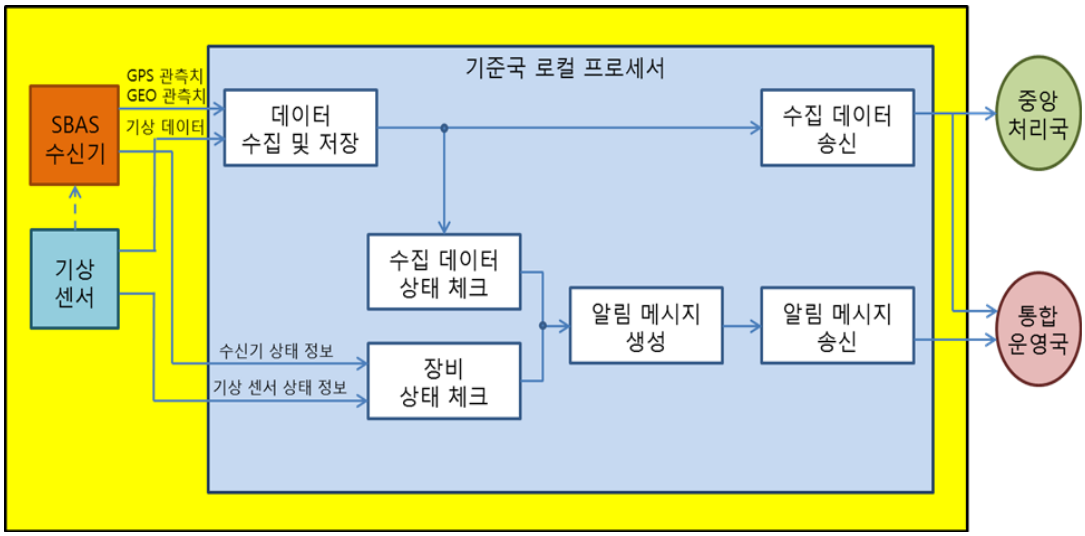
○ 기준국 로컬 프로세서의 알림 메시지 생성 블록에서 생성한 수집 데이터 경보 메시지를 네트워크를 사용하여 중앙처리국과 통합운영국에 송신함

○ 기준국 로컬 프로세서의 알림 메시지 생성 블록에서 생성한 장비 구성 메시지를 네트워크를 사용하여 통합운영국에 송신힘

○ 기준국 로컬 프로세서의 알림 메시지 생성 블록에서 생성한 장비 상태 메시지를 네트워크를 사용하여 통합운영국에 송신힘

○ 기준국 로컬 프로세서의 알림 메시지 생성 블록에서 생성한 장비 성능 메시지를 네트워크를 사용하여 통합운영국에 송신함

(2) 기준국 데이터 흐름도



〈그림 2.2-2〉 기준국 기능 간 데이터 흐름도

(3) 성능평가 및 검증 방안

(가) 기준국 사이트 선정에 따른 타당성 평가

○ 기준국 사이트 선정에 따른 타당성을 평가하기 위하여 아래와 같은 항목에 대한 성능평가가 필요함

○ 이때에 기준국 사이트 선정을 위한 환경 조사 절차는 국외 자문을 통해 도출하고, 환경 데이터의 취득은 국내 연구로 진행하며, 공동연구를 통해 취득 데이터를 분석하여 최종적으로 SBAS 기준국 사이트를 선정함

- 기준국 배치에 따른 DOP 성능 분석
- 기준국 위치 별 가시성능 분석
- 기준국 위치 별 RF 간섭 영향 분석
- 기준국 위치 별 네트워크 성능 분석

(나) 기준국 하드웨어 장비의 성능평가

○ 기준국 하드웨어 장비의 성능을 평가하기 위하여 아래와 같은 각 하드웨어 항목에 대한 성능평가가 필요함

○ 이때 각 하드웨어 장비의 성능평가 항목은 장비의 사양서 대비 성능 만족 수준으로 판단함

- SBAS용 이중 주파수 수신기
- 시각 동기 장비
- 기상센서
- 데이터 저장 프로세서
- 네트워크 장비
- 기타 장비

(다) 기준국 기능별 성능평가

○ 기준국 기능에 대한 성능을 평가하기 위하여 아래와 같은 항목에 대한 성능평가가 필요함

○ 이때에 각 기능 별 성능평가 항목은 SBAS 성능 요구 사양 대비 만족 수준으로 판단함

- 데이터 수집 및 저장 기능
- 수집 데이터 상태 체크 기능
- 장비 상태 체크 기능
- 알림 메시지 생성 기능
- 수집 데이터 송신 기능
- 알림 메시지 송신 기능

3. 중앙처리국 개발을 위한 기술 분석

가. 중앙처리국 시스템 개발 기술

(1) 중앙처리국 수행 기능 정의

○ 중앙처리국은 다음 표와 같이 데이터 수집 및 전처리, 위성 궤도/시각 보정 정보 및 무결성 정보 결정, 전리층 보정 및 무결성 정보 결정, 무결성 검사, SBAS 메시지 생성, SBAS 네트워크 시간 결정 등의 기능을 수행 기능들은 다시 하부기능으로 세분화할 수 있으며 하부 기능에 대한 내용은 '다. 핵심기술 개발 세부기술'에서 다루도록 함

〈표 2.2-4〉 중앙처리국 수행 기능 목록

일련 번호	기능명	하부기능	
KS-P-F1000	데이터 수집 및 전처리	KS-P-F1100	데이터 수집
		KS-P-F1200	궤도력 데이터 처리
		KS-P-F1300	측정치 전처리
		KS-P-F1400	신호 변형 감시
		KS-P-F1500	코드-반송파 발산 감시
KS-P-F2000	위성 궤도/시각 보정 정보 결정	KS-P-F2100	항법 위성 궤도 결정
		KS-P-F2200	GEO 위성 궤도 결정
		KS-P-F2300	위성 보정정보 결정
KS-P-F3000	위성 궤도/시각 무결성 정보 결정	KS-P-F3100	UDRE 결정
		KS-P-F3200	DFRE/DFREC 결정
		KS-P-F3300	위성 궤도/시계 공분산 결정
		KS-P-F3400	위성 보정정보 성능저하계수 결정
KS-P-F4000	전리층 보정 정보 결정	KS-P-F4100	주파수간 바이어스 결정
		KS-P-F4200	격자 수직 전리층 지연 결정
KS-P-F5000	전리층 무결성 정보 결정	KS-P-F5100	GIVE 결정
		KS-P-F5200	전리층 보정정보 성능저하계수 결정
KS-P-F6000	무결성 검사	KS-P-F6100	UDRE 검사
		KS-P-F6200	GIVE 검사
		KS-P-F6300	DFRE/DFREC 검사
		KS-P-F6400	거리 영역 무결성 검사
		KS-P-F6500	위치 영역 무결성 검사
KS-P-F7000	SBAS 메시지 생성	KS-P-F7100	SBAS 메시지 스케줄링
		KS-P-F7200	SBAS 메시지 인코딩
KS-P-F8000	SBAS 네트워크 시간 결정	KS-P-F8100	SBAS 기준 시간(SNT) 결정
		KS-P-F8200	SNT-UTC 편이 결정

① 데이터 수집 및 전처리 (KS-P-F1000)

- 모든 기준국으로부터 GPS 및 GEO 위성 궤도력 및 측정치를 수집하여 저장하며 수집된 GPS 및 GEO 위성 궤도력 및 신호 측정치을 검사하여 이상 유무를 확인. 이상 유무 확인 결과를 데이터 이용 기능에 전달

② 위성 궤도/시각 보정 정보 결정 (KS-P-F2000)

- 모든 기준국에서 수집된 측정치를 이용하여 가시 GPS/GEO 위성의 위치 및 시계 오차를 추정하고 가시 GPS/GEO 위성의 위치 및 시계 오차를 이용하여 궤도/시각 보정 정보를 결정

③ 위성 궤도/시각 무결성 정보 결정 (KS-P-F3000)

- 가시 GPS/GEO 위성 궤도/시각 보정 정보의 오차 수준 추정, 위성 궤도/시각 보정 정보 검사, UDRE 및 UDREI 값을 결정

④ 전리층 보정 정보 결정 (KS-P-F4000)

- 모든 기준국에서 수집한 가시 GPS 측정치의 전리층 통과점, 전리층 지연값, 수직 전리층 지연값 및 수신기 주파수간 변이를 추정하여 전리층 보정 정보를 결정

⑤ 전리층 무결성 정보 결정 (KS-P-F5000)

- 전리층 보정 정보를 검사하여 이상 유무를 확인하고 보정 정보의 오차 수준을 추정하여 전리층 격자점에서의 GIVE 값을 결정 전리층 측정치를 이용하여 전리층 폭풍 발생 여부를 검출하고 전리층 폭풍 상황을 가정했을 때의 전리층 보정 정보 오차 수준을 추정하고 GIVEI 값을 결정

⑥ 무결성 검사 (KS-P-F6000)

- 모든 기준국에서 수집된 측정치를 검사하여 기준국 수신기 이상 여부, 신호 이상 여부 등을 검사하고 KS-P-F2000, KS-P-F3000, KS-P-F4000, KS-P-F5000에서 생성한 보정 정보와 무결성 정보를 위치 및 거리 영역에서 검사하여 이상 여부를 결정

⑦ SBAS 메시지 생성 (KS-P-F7000)

- KS-P-F2000, KS-P-F3000, KS-P-F4000, KS-P-F5000, KS-P-F6000, KS-P-F8000에서 생성한 보정 정보와 무결성 정보를 이용하여 SBAS 메시지를 생성

⑧ SBAS 네트워크 시간 결정 (KS-P-F8000)

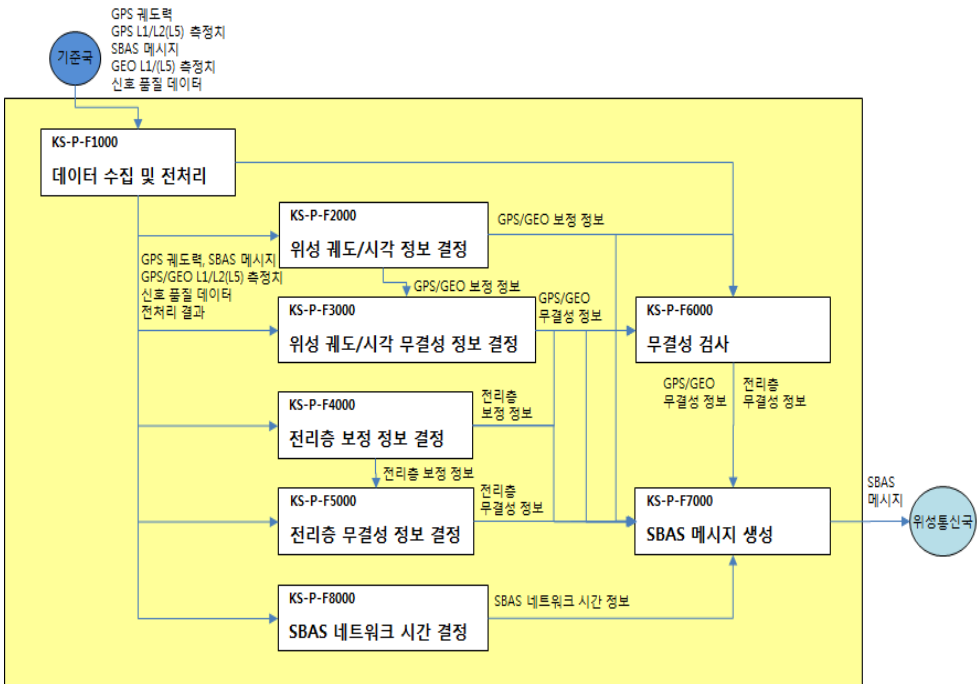
- 모든 기준국 측정치를 이용하여 GPS 시간과 동기된 SBAS 네트워크 시간을 결정하고 SBAS 네트워크 시간과 UTC 시간 차를 결정

(2) 중앙처리국 데이터 흐름

○ 중앙처리국의 기능들 간에는 필요한 입출력 데이터를 그림 2.1-11과 같이 전달

○ 데이터 수집 및 전처리(KS-P-F1000)부

- 모든 기준국으로부터 GPS 궤도력, GPS L1/L2 또는 L5 측정치, SBAS 메시지, GEO L1/L5 측정치, 신호 품질 데이터를 수집
- L5 측정치는 2단계 시스템 구축 시 수집
- 전처리 결과 및 전처리 과정을 통과한 데이터들은 KS-P-F2000, KS-P-F3000, KS-P-F4000, KS-P-F5000, KS-P-F6000, KS-P-F8000로 전달



〈그림 2.2-3〉 중앙처리국 기능 간 데이터 흐름도

○ 위성 궤도/시각 보정 정보 결정(KS-P-F2000)부

- KS-P-F1000으로부터 전달된 GPS 궤도력, GPS L1/L2 또는 L5 측정치, SBAS 메시지, GEO L1/L5 측정치, 신호 품질 데이터를 이용하며 생성된 GPS/GEO 보정정보는 KS-P-F3000, KS-P-F6000으로 전달

○ 위성 궤도/시각 무결성 정보 결정(KS-P-F3000)부

- KS-P-F1000으로부터 전달된 GPS 궤도력, GPS L1/L2 또는 L5 측정치, SBAS 메시지, GEO L1/L5 측정치, 신호 품질 데이터와 KS-P-F2000에서 전달된 GPS/GEO 보정정보를 이용하며 생성된 위성 궤도/시각 무결성 정보는 KS-P-F6000으로 전달

○ 전리층 보정 정보 결정(KS-P-F4000)부

- KS-P-F1000으로부터 전달된 GPS 궤도력, GPS L1/L2 또는 L5 측정치, SBAS 메시지, GEO L1/L5 측정치, 신호 품질 데이터를 이용하며 생성된 전리층 보정 정보는 KS-P-F5000, KS-P-F6000으로 전달

○ 전리층 무결성 정보 결정(KS-P-F5000)부

- KS-P-F1000으로부터 전달된 GPS 궤도력, GPS L1/L2 또는 L5 측정치, SBAS 메시지, GEO L1/L5 측정치, 신호 품질 데이터와 KS-P-F4000에서 전달된 전리층 보정정보를 이용하며 생성된 전리층 무결성 정보는 KS-P-F6000으로 전달

○ 무결성 검사(KS-P-F6000)부

- KS-P-F1000으로부터 전달된 GPS 궤도력, GPS L1/L2 또는 L5 측정치, SBAS 메시지, GEO L1/L5 측정치, 신호 품질 데이터와 KS-P-F2000에서 전달된 GPS/GEO 보정정보, KS-P-F3000에서 전달된 GPS/GEO 무결성 정보, KS-P-F4000에서 전달된 전리층 보정 정보, KS-P-F5000에서 전달된 전리층 무결성 정보를 이용하며 생성된 위성 궤도/시각 무결성 정보와 전리층 무결성 정보는 KS-P-F7000으로 전달

○ SBAS 메시지 생성(KS-P-F7000)부

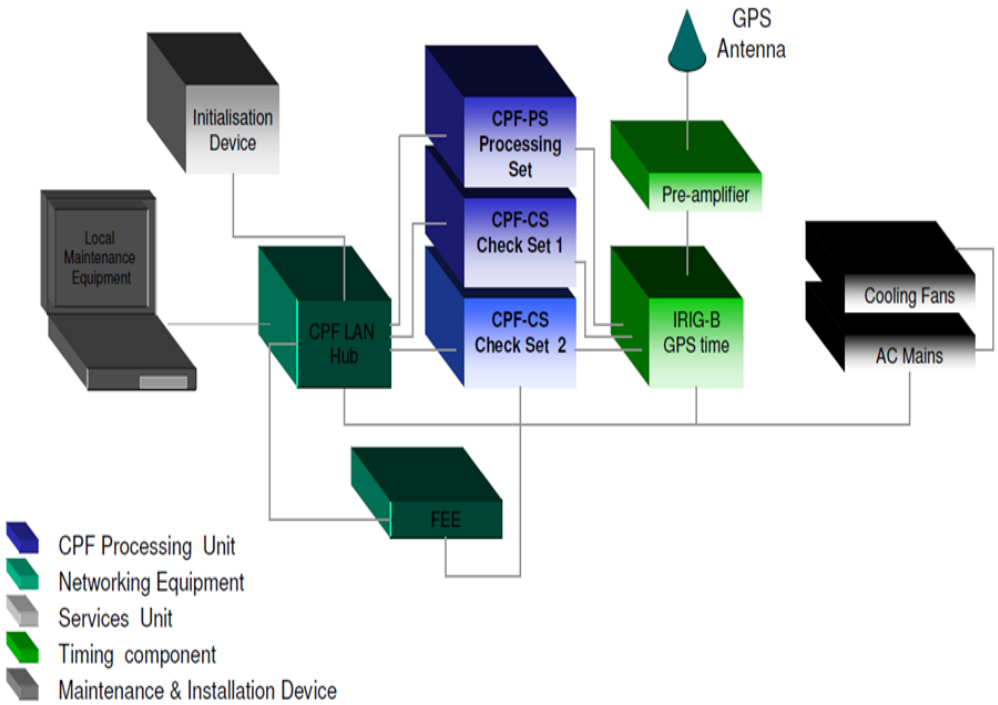
- KS-P-F2000, KS-P-F4000, KS-P-F6000에서 생성한 보정 정보와 무결성 정보, KS-P-F8000에서 생성한 SBAS 네트워크 시간 정보를 이용하며 생성된 SBAS 메시지를 위성통신국으로 전달

○ SBAS 네트워크 시간 결정(KS-P-F8000)부

- KS-P-F1000으로부터 전달된 GPS 궤도력, GPS L1/L2 또는 L5 측정치, SBAS 메시지, GEO L1/L5 측정치를 이용하며 생성된 SBAS 네트워크 시간은 KS-P-F7000으로 전달

(3) 중앙처리국 하드웨어 구성

○ 중앙처리국은 서비스의 연속성 및 가용성 유지를 위하여 이중화되어야 하며 일반적으로 다음과 같은 하드웨어로 구성



〈그림 2.2-4〉 중앙처리국 하드웨어 구성 예시 (EGNOS CPF)[C. Pezzella]

〈표 2.2-5〉 중앙처리국 구성 하드웨어 목록

구분	장비명	기능
프로세서	보정 프로세서	보정 정보 생성
	무결성 프로세서	무결성 감시 및 무결성 정보 생성
기준 시각 장비	GPS 안테나	GPS 신호 수신
	낙뢰차단기 및 신호증폭기	낙뢰차단 및 GPS 신호 증폭
	GPS 수신기	GPS 신호 처리를 통한 시각 정보 제공
네트워크 장비	이더넷 스위치	외부 하위시스템(기준국, 통합운영국, 위성통신국 등) 및 내부 장비 간 통신
	라우터	
	허브	
기타	랙	안정적인 장비 보관
	전원 장치	안정적인 전원 공급
	통풍 장치	안정적인 온도 유지
	유지보수 터미널	시스템 상태 점검 및 유지보수를 위한 터미널

○ 중앙처리국 프로세서는 보정 프로세서와 무결성 프로세서로 구성되며 보정 프로세서는 중앙처리국 당 1식 또는 2식, 무결성 프로세서는 중앙처리국 당 2식으로 구성

- 보정 프로세서는 기준국에서 전송한 데이터를 바탕으로 광역 보정 정보 및 초기 무결성 정보를 생성
- 무결성 프로세서는 기준국 전송 데이터 및 보정 프로세서의 보정 정보 생성 결과를 분석하여 시스템 무결성 성능 만족 여부를 확인
- 무결성 프로세서는 보정 프로세서와 독립적인 프로세스를 수행하여 보정 정보의 무결성을 검사하고 방송 메시지의 품질을 확인하므로 시스템 안전성에 직접적인 영향을 주므로 매우 높은 수준의 품질이 요구됨

○ 중앙처리국 전체 구성 요소의 시각을 동기하기 위하여 GPS 안테나 및 수신기로 구성된 기준 시각 장비 필요

○ 장비의 안정적인 운용을 위한 낙뢰 차단기 및 신호 증폭기 등의 보조 장치가 필요

○ 중앙처리국은 통합운영국, 기준국, 위성통신국 등 SBAS 구성 요소들과의 데이터 입출력과, 내부 장비 및 프로세서 간의 데이터 입출력이 필요하므로 데이터 통신을 위한 네트워크 장비 필요

○ 이더넷 스위치, 라우터, 허브 등으로 구성될 수 있으며 통신 문제 발생 시 모든 데이터의 흐름이 차단될 수 있으므로 다중화 및 장비 운용 상태와 성능 감시 기능 필요

○ 중앙처리국은 SBAS 신호의 연속성 및 가용성 만족을 위하여 중단없는 지속적인 운용이 필요하므로 랙, 전원 장치, 통풍 장치 등 안정적인 장비 보관, 전원 공급, 온도 유지 등을 위한 보조 장치 필요

○ 시스템에 문제 발생 시 원인 파악 및 문제 해결 결과 확인 등을 위한 유지보수 터미널 필요

(4) 성능평가 및 검증 방안

(가) 성능평가 및 검증 항목 도출

○ 중앙처리국에서 수행해야 하는 기능 요구조건, 중앙처리국에서 생성되는 정보들에 대한 성능 요구조건, 중앙처리국에 할당된 안전성, 소프트웨어 및 하드웨어 품질 보증 요구조건을 만족하는지 평가 및 검증을 수행

① 중앙처리국 기능 평가 및 검증 항목

- 위의 표 '중앙처리국 수행 기능 목록'에 정의된 기능의 수행 여부 및 기능 요구사항 만족 여부

② 중앙처리국 성능 평가 및 검증 항목

- 총괄 시스템에서 중앙처리국에 할당된 성능 요구조건에 대한 만족 여부
  - ▸ 대부분의 총괄 시스템 성능 요구조건은 중앙처리국이 직접적인 영향을 미치게 됨

③ 중앙처리국 안전성 평가 및 검증 항목

- 중앙처리국에 할당된 안전성(연속성 및 무결성) 요구조건에 대한 만족 여부
  - ▪ 중앙처리국 담당 기능에 대한 위해요소 평가
  - ▪ 예비 시스템 안전성 평가를 위한 중앙처리국 시스템 예비 안전성 평가
  - ▪ 중앙처리국에서 발생 가능한 고장모드에 대한 영향 분석
  - ▪ 시스템 안전성 평가를 위한 중앙처리국 시스템 안전성 평가
- 중앙처리국 안전성 요구사항 정의 및 안전성 평가 과정에서 연속성 만족을 위한 이중화 및 상호 검증 작업 수행

④ 중앙처리국 소프트웨어 평가 및 검증 항목

- 중앙처리국 소프트웨어에 대한 품질 보증 절차 만족 여부 (인증 요구 조건에 따라 DO-178B 또는 DO-278A 절차 준수 여부 확인)
  - ▪ 소프트웨어 개발 계획 : 개발 및 검증 환경, 형상 관리 계획 등
  - ▪ 소프트웨어 개발 절차 : 요구사항 분석, 설계, 코딩, 통합 등
  - ▪ 소프트웨어 검증 절차 : 테스트 케이스, 시험 절차, 검증 과정 등
  - ▪ 소프트웨어 검토 및 분석 절차 : 개발/검증 과정 및 결과 검토
  - ▪ 소프트웨어 관리 절차 : 형상 관리, 산출물 관리, 품질 프로세스 등

⑤ 중앙처리국 하드웨어 평가 및 검증 항목

- 중앙처리국 하드웨어에 대한 품질 보증 절차 만족 여부 (인증 요구 조건에 따라 관련 절차 준수 여부 확인)
  - 하드웨어 개발 계획 : 개발 및 검증 환경, 형상 관리 계획 등
  - 하드웨어 개발 절차 : 요구사항 분석, 설계, 개발, 조립, 생산 전환 등
  - 하드웨어 검증 절차 : 테스트 케이스, 시험 절차, 검증 과정 등
  - 하드웨어 검토 및 분석 절차 : 개발/검증 과정 및 결과 검토
  - 하드웨어 관리 절차 : 형상 관리, 산출물 관리, 품질 프로세스 등

(나) 성능평가 및 검증 절차

① 시험평가 계획 수립

- 시스템 인증 기준, 중앙처리국 시스템 요구사항, 중앙처리국 시스템 개발 계획, 확인 및 검증 계획 등을 만족하도록 중앙처리국 시험평가 계획 작성
  - 중앙처리국 인증 기준 및 요구사항은 시스템 체계에서 할당되어야 하며 시험평가 계획은 체계에서 제시한 기준을 준수하도록 작성
- 시험평가 일정/인력/환경의 정의, 시험평가 관리 및 통제 방안 수립 및 시험평가 완료 조건 정의 등 수행

② 시험평가 설계

- 시험평가에 사용할 테스트 프로시저 및 테스트 케이스가 안전성 평가 결과, 테스트 커버리지 등의 SBAS 인증 기준을 만족하도록 설계
- 테스트 케이스, 테스트 프로시저, 테스트 커버리지 기준 등 작성
  - 인증 기준은 시스템 체계에서 제시한 기준을 준수하도록 작성

③ 시험평가 환경 구성 및 유지

- 시험평가를 수행하기 위해 필요한 데이터, 도구/장비 등의 시험평가 환경 구축
- 인증 기준에 따른 시험평가 환경 검증 수행
- 시험 대상 시스템의 변경 내역을 시험평가 환경에 반영하여 시험평가 환경 유지

④ 시험평가 수행

- 시험평가 환경에서 시험평가 설계 시 작성한 테스트 프로시저 및 테스트 케이스 수행
- 테스트 프로시저 실행, 테스트 커버리지 측정, 테스트 결과(Pass/Fail) 기록 등 수행
  - 테스트 커버리지가 인증 기준을 만족하지 못할 경우 테스트 케이스/프로시저를 추가하여 시험평가 설계를 보완

⑤ 시스템 결함 보고

- 시험평가 시 발생한 결함을 식별하고, 이를 개발팀에게 전달하는 단계이며 개발 팀에서 시스템 보완 후 회귀 테스트 수행
- 테스트 결과 분석, 결함 확인, 관련자에게 결함 내용 전달, 회귀 테스트 등 수행

⑥ 시험평가 모니터링 및 통제

- 시험평가가 계획대로 진행되고 있는지 모니터링
- 필요 시 시험평가 계획/설계/환경/담당자 등을 변경하여 시험평가 통제

⑦ 시험평가 완료

- 시험평가 결과가 시험평가 완료조건 충족 시 시험평가를 완료하는 프로세스 수행
- 시험평가 환경 초기화, 시험평가 완료 보고서 작성 등 수행

나. 중앙처리국 기능 구현을 위한 핵심기술

(1) 중앙처리국 핵심기술 개발 방법

○ 중앙처리국 핵심기술은 그 역할에 따라 크게 데이터 수집 및 전처리 기술, 보정정보 생성 기술, 무결성 정보 생성 및 무결성 검사 기술 등으로 분류

- 데이터 수집 및 전처리 기술은 중앙처리국에서 다수의 기준국으로부터 SBAS 메시지를 생성하기 위해 필요한 정보를 수집하고 이를 1차적으로 가공하는 기술
- 보정정보 생성기술은 SBAS 사용자의 정확도 성능을 향상시키기 위한 기술로, 단일주파수 SBAS의 경우 전리층 지연 보정정보 및 위성 궤도 및 시계오차 보정정보를 생성하는 기술이고, 이중주파수 SBAS의 경우 다중 위성군의 위성 궤도 및 시계오차 보정정보를 생성하는 기술
- 무결성 정보 생성기술은 SBAS 사용자의 안전을 보장하기 위해 SBAS 보정정보를 적용하였을 때 사용자 위치해의 오차수준을 추정할 수 있도록 보정정보의 신뢰수준을 추정하는 기술
- 무결성 검사 기술은 중앙처리국에서 제공하는 보정정보 및 무결성 정보의 신뢰성 보장을 위해 보정정보 및 무결성 정보 생성의 각 단계에서 생성된 정보의 이상 여부를 검출하고 이에 대한 신뢰 수준을 결정하는 기술

(가) 데이터 수집 (KS-P-F1100)

○ 기준국으로부터 GPS L1/L2/L5 측정치를 수집하여 저장

○ 기준국으로부터 GLONASS L1/L2 측정치를 수집하여 저장

○ 기준국으로부터 Galileo E1/E5 측정치를 수집하여 저장

○ 기준국으로부터 Beidou B1/B2 측정치를 수집하여 저장

○ 기준국으로부터 GPS 항법 메시지를 수집하여 저장

○ 기준국으로부터 GLONASS 항법 메시지를 수집하여 저장

○ 기준국으로부터 Galileo 항법 메시지를 수집하여 저장

○ 기준국으로부터 Beidou 항법 메시지를 수집하여 저장

○ 기준국으로부터 GEO L1/L5측정치 데이터를 수집하여 저장

- 기준국으로부터 L1/L5 SBAS 메시지를 수집하여 저장
- 기준국으로부터 GPS L1/L2/L5 신호 품질 데이터를 수집하여 저장
- 기준국으로부터 GLONASS L1/L2 신호 품질 데이터를 수집하여 저장
- 기준국으로부터 Galileo E1/E5 신호 품질 데이터를 수집하여 저장
- 기준국으로부터 Beidou B1/B2 신호 품질 데이터를 수집하여 저장
- 기준국으로부터 GEO L1/L5 신호 품질 데이터를 수집하여 저장

(나) 궤도력 데이터 처리 (KS-P-F1200)

- 수집된 항법 위성 및 GEO 위성의 궤도력을 검사하여 이상 유무를 확인
- 기준국으로부터 수집된 궤도력 데이터 중 각각의 위성에 어떤 궤도력 데이터를 사용할 것인지 선정
- 선정된 궤도력 데이터를 사용하여 기준 시각의 항법 위성 및 GEO 위성의 위치를 계산

(다) 측정치 전처리 (KS-P-F1300)

- 기준국으로부터 수집된 항법 위성 및 GEO 위성의 측정치를 검사하여 이상 유무 및 오차 수준을 감시
- 이상 데이터는 이후의 프로세스에서 사용되지 않도록 플래그를 발생
- 기준국으로부터 수집된 코드 측정치는 반송파 위상 측정치를 이용하여 스무딩을 수행
- 측정치 오차 수준은 KS-P-F3100에서 UDRE를 결정할 때 반영

(라) 신호 변형 감시 (KS-P-F1400)

- 기준국으로부터 수집된 측정치 및 신호품질데이터를 활용하여 신호 변형에 의한 오차 수준을 감시
- 신호 변형 오차 수준은 KS-P-F3100에서 UDRE를 결정할 때 반영

(마) 코드-반송파 발산 감시 (KS-P-F1500)

- 기준국으로부터 수집된 측정치 및 신호품질데이터를 활용하여 코드-반송파 발산 여부 및 오차수준을 감시
- 코드-반송파 발산 오차 수준은 KS-P-F3100에서 UDRE를 결정할 때 반영

(바) 항법 위성 궤도 결정 (KS-P-F2100)

- 기준국의 전리층/대류층 지연 제거 항법 위성 의사거리 측정치와 항법 위성 궤도력 데이터를 이용하여 항법 위성 궤도 오차와 위성 시계 오차를 추정

(사) GEO 위성 궤도 결정 (KS-P-F2200)

- 기준국의 전리층/대류층 지연 제거 GEO 의사거리 측정치와 GEO 궤도력 데이터를 이용하여 GEO 위성 궤도 오차와 위성 시계 오차를 추정

(아) 위성 보정정보 결정 (KS-P-F2300)

- 기준국에서 수집된 측정치를 이용하여 가시 항법 위성의 위치 및 시계 오차를 추정
- 기준국에서 수집된 측정치를 이용하여 가시 GEO 위성의 위치 및 시계 오차를 추정
- 가시 항법 위성의 위치 및 시계 오차를 이용하여 장기/단기 보정정보를 결정
- 가시 GEO 위성의 위치 및 시계 오차를 이용하여 장기/단기 보정정보를 결정

(자) UDRE 결정 (KS-P-F3100)

- 가시 GPS 위성 궤도/시각 보정 정보의 오차 수준을 추정
- 가시 GEO 위성 궤도/시각 보정 정보의 오차 수준을 추정
- 가시 GPS 위성 궤도/시각 보정 정보를 검사하여 이상 유무를 확인
- 가시 GEO 위성 궤도/시각 보정 정보를 검사하여 이상 유무를 확인
- 가시 GPS에 대한 UDRE 값을 결정하고 이에 따른 UDREI 값을 결정
- 가시 GEO에 대한 UDRE 값을 결정하고 이에 따른 UDREI 값을 결정

(차) DFRE/DFREC 결정 (KS-P-F3200)

- ○ 가시 항법 위성 궤도/시각 보정 정보의 오차 수준을 추정
- ○ 가시 GEO 위성 궤도/시각 보정 정보의 오차 수준을 추정
- ○ 가시 항법 위성 궤도/시각 보정 정보를 검사하여 이상 유무를 확인
- ○ 가시 GEO 위성 궤도/시각 보정 정보를 검사하여 이상 유무를 확인
- ○ 가시 항법 위성에 대한 DFRE 값을 결정하고 이에 따른 DFREI 값을 결정
- ○ 가시 GEO에 대한 DFRE 값을 결정하고 이에 따른 DFREI 값을 결정
- ○ 가시 항법 위성에 대한 DFREC 값을 결정하고 이에 따른 DFRECI 값을 결정
- ○ 가시 GEO에 대한 DFREC 값을 결정하고 이에 따른 DFRECI 값을 결정

(카) 위성 궤도/시계 공분산 결정 (KS-P-F3300)

- 가시 항법 위성 궤도/시각 보정 정보의 공분산 행렬을 추정
- 가시 GEO 위성 궤도/시각 보정 정보의 공분산 행렬을 추정
- 추정된 공분산 행렬은 상삼각 행렬의 형태로 표현

(타) 위성 보정정보 성능저하계수 결정 (KS-P-F3400)

- 가시 항법 위성의 장기 보정정보의 성능저하계수를 결정
- 가시 항법 위성의 단기 보정정보의 성능저하계수를 결정

(파) 주파수간 바이어스 결정 (KS-P-F4100)

- 가시 GPS 위성의 L1/L2/L5 의사거리 측정치 간의 바이어스를 추정
- 기준국 수신기의 GPS L1/L2/L5 의사거리 측정치 간의 바이어스를 추정

(하) 격자 수직 전리층 지연 결정 (KS-P-F4200)

- 기준국에서 수집한 가시 GPS 측정치의 전리층 통과점을 결정
- 기준국에서 수집한 가시 GPS 측정치의 전리층 통과점에서의 전리층 지연값을 추정
- 전리층 통과점에서의 전리층 지연값에서 주파수간 바이어스를 제거

- 기준국에서 수집한 가시 GPS 측정치의 전리층 통과점에서의 전리층 지연값을 이용하여 전리층 격자점에서의 수직 전리층 지연값을 추정
- 전리층 격자점에서의 전리층 지연값을 이용하여 전리층 보정 정보를 결정

(거) GIVE 결정 (KS-P-F5100)

- 전리층 보정 정보의 오차 수준을 추정
- 전리층 보정 정보를 검사하여 이상 유무를 확인
- 전리층 격자점에서의 GIVE 값을 결정
- 전리층 측정치를 이용하여 전리층 폭풍 발생 여부를 검출
- 전리층 폭풍 발생 시 GIVEI 값을 결정
- 전리층 폭풍 상황을 가정하고 전리층 보정 정보 오차 수준을 추정
- 전리층 폭풍 상황을 가정한 상태에서의 GIVE 값을 결정하고 이에 따른 GIVEI 값을 결정

(너) 전리층 보정정보 성능저하계수 결정 (KS-P-F5200)

- 전리층 보정정보에 대한 RSS 플래그를 결정
- 격자 수직 전리층 보정정보에 대한 연속적인 두 값 사이의 차이의 한계 범위를 결정
- 전리층 보정정보의 변화율을 결정
- 전리층 보정정보 메시지의 최소 업데이트 시간 간격을 결정

(더) UDRE 검사 (KS-P-F6100)

- KS-P-F2300, KS-P-F3100, KS-P-F3300에서 생성한 보정정보와 UDRE 정보를 이용하여 내부 UDRE 검사를 수행
- KS-P-F2300, KS-P-F3100, KS-P-F3300, KS-P-F3400에서 생성한 보정정보와 무결성 정보를 이용하여 외부 UDRE 검사를 수행

(러) GIVE 검사 (KS-P-F6200)

- KS-P-F4200, KS-P-F5100, KS-P-F5200에서 생성한 보정정보와 GIVE 정보를 이용하여 GIVE의 이상여부를 결정

(머) DFRE/DFREC 검사 (KS-P-F6300)

- KS-P-F2300, KS-P-F3200, KS-P-F3300에서 생성한 보정정보와 DFRE 정보를 이용하여 내부 DFRE 검사를 수행
- KS-P-F2300, KS-P-F3200, KS-P-F3300에서 생성한 보정정보와 DFRE/DFREC 정보를 이용하여 외부 DFRE 검사를 수행

(버) 거리 영역 무결성 검사 (KS-P-F6400)

- 위성 및 전리층 관련 보정정보와 무결성 정보를 통합하여 거리 영역에서 검사하여 이상 여부를 결정

(서) 위치 영역 무결성 검사 (KS-P-F6500)

- 위성 및 전리층 관련 보정정보와 무결성 정보를 통합하여 위치 영역에서 검사하여 이상 여부를 결정

(어) SBAS 메시지 스케줄링 (KS-P-F7100)

- SBAS 메시지별 방송 간격 요구조건을 만족할 수 있도록 방송해야하는 SBAS 메시지 종류를 결정

(저) SBAS 메시지 인코딩(KS-P-F7200)

- 방송되어야 하는 메시지를 SBAS 표준[SARPs][MOPS]에 맞도록 인코딩

(처) SBAS 기준 시간 (SNT) 결정 (KS-P-F8100)

- 기준국 측정치를 이용하여 SBAS 네트워크 시간을 결정
- SBAS 네트워크 시간과 GPS 시간을 동기

○ SNT-UTC 편이 결정 (KS-P-F8200)

- SBAS 네트워크 시간과 UTC 시간 차를 결정
- 기준 UTC 표준에 대한 UTC 파라미터를 결정
- 항법 시스템간 time-offset을 결정

(2) 성능평가 및 검증 방안

(가) 보정정보 생성기술 성능평가 및 검증 방안

- IONEX 데이터 등의 정밀 전리층 지연 정보를 활용하여 GPS L1 측정치에 대한 전리층 격자점 수직 전리층 지연 추정 정확도 성능을 평가
- 이중주파수 측정치를 활용한 전리층 지연 추정값과 SBAS 전리층 지연 보정정보를 활용한 전리층 지연 추정값을 비교하여 정확도 성능을 비교
- SP3 정밀궤도력 등의 정보를 활용하여 위성궤도 및 시계 오차 추정 정확도 성능을 평가
- SBAS 보정정보를 적용한 사용자의 위치해가 주어진 정확성 요구조건을 만족하는지 여부를 평가

(나) 무결성 정보 생성기술 성능평가 및 검증 방안

- 사용자가 수신한 L1 주파수 의사거리에서 전리층 및 대류층 지연을 제거하고, 위성 궤도 및 시계오차 보정정보를 적용하고 난 후의 의사거리 잔차의 크기를 UDRE가 포함하는지 검증
- 사용자가 수신한 L1/L5 이중주파수 의사거리 측정치 조합에서 위성 궤도 및 시계오차 보정보를 적용하고 난 후의 의사거리 잔차의 크기를 DFRE가 포함하는지 검증
- IONEX 데이터등의 정밀 전리층 지연 정보와 전리층 격자점 수직 전리층 지연의 차이를 GIVE가 포함하는지 검증
- GIVE를 사용자의 측정치 방향으로 변환한 UIRE가 사용자 측정치의 전리층 지연 보정 잔차를 포함하는지 검증
- UDRE와 GIVE를 거리영역으로 환산하여 얻은 무결성 정보가 사용자의 의사거리 잔차를 포함하는지 검증
- 사용자의 위치오차가 무결성 정보로부터 계산된 보호수준에 포함되는지 검증

4. 위성통신국 개발을 위한 기술 분석

가. 위성통신국 시스템 개발 기술

(1) 위성통신국 수행 기능 정의

- 위성통신국의 주요 수행기능은 중앙처리국이 생성한 보정정보를 정지궤도 위성으로 송출해 사용자로 하여금 이를 수신할 수 있도록 하는 기능
- GPS 위성에 대한 가시위성 수 부족으로 인해 위치산출이 불가능할 경우, SBAS 위성을 GPS 위성의 대체로 활용할 수 있도록 하기 위한 GEO Ranging 신호를 제공

〈표 2.2-6〉 위성통신국 수행기능 목록

일련 번호	기능명	세부 기능	
KS-U-F1000	SBAS 신호생성기능	KS-U-F1100	PRN 코드 생성기능
		KS-U-F1200	SBAS 메시지 부호화 기능
		KS-U-F1300	보정정보 변조기능
KS-U-F2000	시각동기기능	KS-U-F2100	GPS/SBAS시각과의 동기 기능
		KS-U-F2200	1PPS 신호생성기능
		KS-U-F2300	Code-Carrier 일관성(Coherence) 기능
		KS-U-F2400	GEO Signal Steering 기능
KS-U-F3000	보정 및 항법신호 수신기능	KS-U-F3100	SBAS L1/L5 수신기능
		KS-U-F3200	GPS L1/L5 수신기능
KS-U-F4000	중앙처리국 선택기능	KS-U-F4100	SBAS 메시지 무결성 체크 기능
		KS-U-F4200	SBAS 메시지 수신기능
KS-U-F5000	GEO/GPS 무결성 감시기능	KS-U-F5100	GEO위성의 tLT 감시 기능
		KS-U-F5200	SBAS 무결성 체크기능
		KS-U-F5300	SBAS 메시지 무결성 감시기능
KS-U-F6000	GEO 위성접속기능	KS-U-F6100	무결성 정보 송출기능
		KS-U-F6200	광역차분 보정정보 송출기능
		KS-U-F6300	C/Ku 대역 주파수 변환기능
KS-U-F7000	지상통신망 접속기능	KS-U-F7100	실시간 운용기능
		KS-U-F7200	고가용도 제공기능
		KS-U-F7300	리던던시 제공기능
		KS-U-F7400	보안 기능
KS-U-F8000	구성장비 C&M 기능	KS-U-F8100	CCF 자료 제공기능
		KS-U-F8200	구성장비 감시기능
		KS-U-F8300	구성장비 제어기능

① SBAS 신호생성 기능

- GPS C/A 코드 형태의 PRN 코드 생성 방법과 유사하게 SBAS용으로 사용하는 정지궤도 위성용의 PRN 코드를 생성
- 중앙처리국으로부터 수신된 SBAS 메시지에 대한 오류정정이 가능하도록 하는 오류정정부호화(FEC:Forward Error Correction)과정을 수행
- 메시지에 대한 오류정정부호화(FEC)된 SBAS 메시지를 BPSK(Binary Phase Shift Keying)로 변조

② 시각동기 기능

- GPS와 SBAS 신호 간에 상호 운용성(Interoperability)을 위해 GPS 신호와의 시간동기를 유지를 위해 GPS와 SBAS의 시간을 감시하고 제어
- 위성통신국내의 장비와 다른 서브시스템과의 동기도 유지하기 위하여 원자시계를 이용하여 1PPS신호와 10(5)MHz 신호를 생성하여 제공
- GPS와 SBAS의 상호운용성과 GEO Ranging기능을 위해서는 시각적인 동기 뿐 만아니라 SBAS 신호가 코드 및 반송파가 위성을 출발할 때 도플러 등에 대하서도 동기와 항상 한 코드 내에 일정수의 반송파가 유지되도록 제어
- SBAS 신호가 GEO위성을 출발할 때 GPS 신호의 시각과 동기가 되도록 제어
- 상향링크에 대한 도플러 천이에 기인한 주파수 천이값을 보상할 뿐만 아니라 이온층 효과에 의한 주파수 천이도 보상해야 하며 정지궤도 위성의 Drift에 의한 불안정성과 Drift에 의한 주파수 천이를 보상

③ 보정 및 항법신호 수신기능

- 정지궤도 위성이 제공하는 SBAS 신호를 수신할 수 있는 수신기는 정지궤도 위성이 송출하는 L1대역(1575.42 MHz) 및 L5 대역(1176.45 MHz) SBAS 신호의 무결성과 동기화 제어를 위한 신호 수신기능을 제공
- GPS 항법신호도 수신할 수 있는 SBAS/GPS 수신기는 동기화 제어를 위한 GPS L1 및 L5 신호수신기능을 제공

④ 중앙처리국 선택기능

- 위성통신국은 SBAS메시지 및 주/부로 이루어진 중앙처리국이 제공하는 메시지 및 정보 등에 대한 무결성 체크기능

- 주/부 중앙처리국으로부터 SBAS메시지 및 운용 상태를 체크하고 이상이 발생되지 않은 중앙처리국으로부터 SBAS 메시지를 수신할 수 있도록 중앙처리국을 선택

⑤ GEO/GPS 무결성 감시 기능

- GEO위성에 전송하는 SBAS 메시지중 Long Term Correction의 첫비트 전송시간정보를 이용하여 GEO 위성이 제공하는 SBAS 신호에 대한 무결성을 감시
- GEO위성의 하향링크 신호를 통해 제공되는 SBAS 신호에 대한 무결성을 체크
- 상향링크를 통해 전송한 SBAS 메시지와 수신된 SBAS 메시지간 상호 메시지를 분석하여 상향링크와 하향링크간의 SBAS 메시지에 대한 무결성을 감시

⑥ GEO 위성접속 기능

- 중앙처리국에서 처리된 무결성 정보를 GEO 위성을 통하여 사용자에게 송출
- 중앙처리국에서 처리된 광역차분정보를 GEO 위성을 통하여 사용자에게 송출
- GEO 위성으로 SBAS 보정정보를 송신하기 위해서는 C 또는 Ku 대역으로 주파수를 변환

⑦ 지상통신망 접속기능

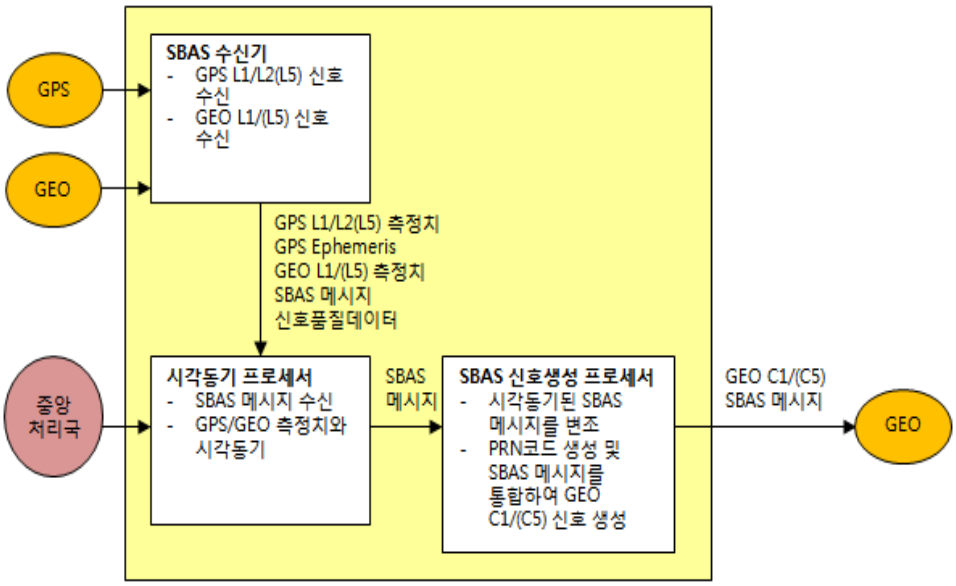
- 서비스의 QOS와 관련된 대부분의 서비스는 실시간 Critical Link를 사용
- 서비스의 QOS(Quality Of Service)를 달성하기 위해 고가용성을 제공
- 서비스의 QOS와 고가용성을 위해 여유장비의 제공
- 서비스의 QOS 및 안정성을 위해 지상통신망은 인터넷방과 물리적으로 격리시켜 운용해야하며 물리적 보안기능을 제공

⑧ 구성장비 유지 및 제어 기능

- 위성통신국은 통합운영국이 위성통신국을 구성하는 장비들에 대한 원격감시 및 제어가 가능할 수 있도록 감시 및 제어기능을 제공
- 위성통신국은 통합운영국 관계자로 하여금 위성통신국 구성장비들의 동작상황 등을 로컬(Local) 이나 원격(Remote)로 감시할 수 있도록 하는 기능을 제공
- 구성장비의 제어기능을 Local 및 Remote로 제공

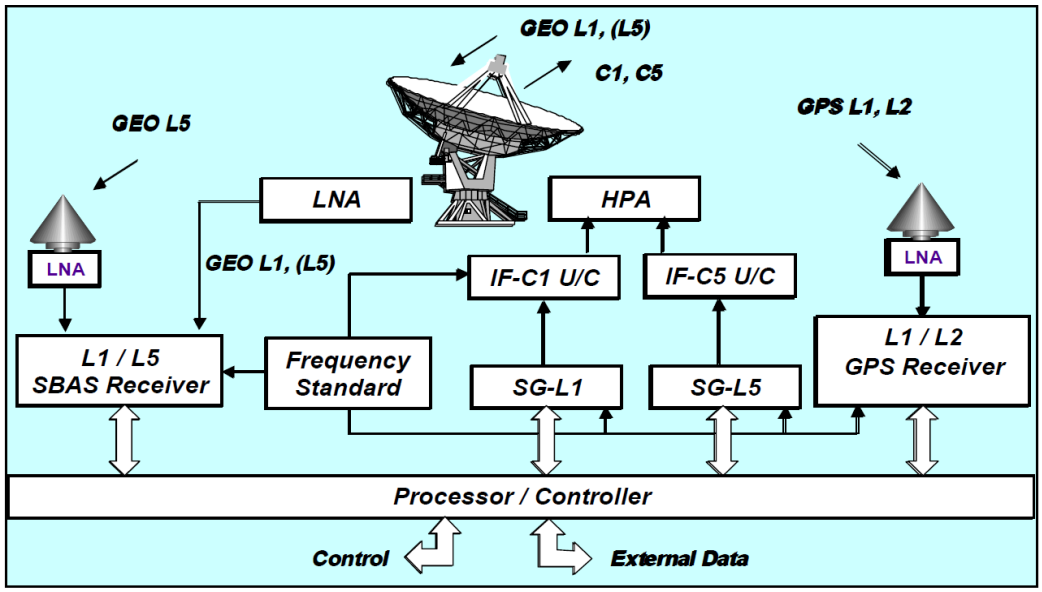
(2) 위성통신국 데이터 흐름도

○ 위성통신국은 GPS위성, 정지궤도위성, 중앙처리국과 데이터 입출력 관계를 가지고 있으며, 이를 통해 요구 성능이 만족되고 안정적인 서비스를 제공



〈그림 2.2-5〉 위성통신국 주요 데이터 흐름도

(3) 위성통신국 하드웨어 구성



〈그림 2.2-6〉 위성통신국 하드웨어 구성도

① GNSS/SBAS 수신기

○ SBAS신호와 GPS신호간의 동기 및 데이터의 일관성을 감시하기 위한 수신기로 세슘 및 루비듐 원자시계로 다른 장비와 동기를 맞추고 SBAS 및 GPS신호를 수신하여 처리

② Computer(Processor/Controller)

- 의사거리(SBAS, GPS, L1&L2, Cd&Cu) 비교
- 이온층지연, 거리, 속도, 가속도 추정
- MCC로부터 SBAS메시지를 수신하여 FEC인코딩[메시지 프로세서]
- 코드 및 주파수 제어기 생성후, 신호 생성기에 전달
- 원자시계와 동기된 SBAS/GPS 수신기로부터 수신된 데이터 및 측정값으로 CCC(Code-Carrier-Coherence) 등 GEO Ranging과 SBAS데이터를 중앙처리국으로부터 수신/처리하여 Signal Generator가 SBAS신호를 생성하도록 함

③ 신호생성기 : 상향 송출신호를 생성

- 원자시계로부터 시각정보를 제어/처리기로부터 제어신호를 받아 GEO에 전송할 신호를 IF로 생성함(L1 & L5 formatted signals using 70 MHz IF)
- 위성통신국의 수신기에 의해 모니터되는 2개의 루프백 신호를 제공
- 바이너리 FEC 인코딩 메시지 제공
- 제어명령을 제공하고 파라미터 셋팅

④ 메시지 비교기

- 상/하향 링크메시지를 비교하고 3회 이상(TBD :To Be Defined) 오류발생시 위성통신국은 정지궤도 위성으로 SBAS 보정메시지의 전송을 억제

⑤ 안테나 및 RF 유닛

- 안테나 : C-밴드 상향 신호 송출 및 C-밴드 및 L1 및 L5하향 신호 수신
- Upconverter(IF to C band) : IF주파수의 변조신호를 C1밴드로 변환
- HPA(High Power Amplifier) : 변환된 신호를 증폭함
- Down Converter(C-Band to L2) : C5밴드에서 L2밴드로 변환

⑥ 원자시계

- Reference frequency & timing신호를 제공하며 세슘원자시계와 루비듐 원자시계를 사용하여 시각의 안정성과 정밀도를 유지

(4) 성능평가 및 검증 방안

(가) 성능평가 및 검증 항목 도출

① 위성통신국 안전성

- 위성통신국 시설 및 장비 안전성에 대한 성능 평가 및 검증 항목 설정

② 위성통신국 소프트웨어 품질 보증 절차

- 위성통신국 소프트웨어의 품질 보증은 RTCA/DO-178B에서 정의한 소프트웨어 레벨에 대한 정의를 바탕으로 소프트웨어 성능 평가 및 검증 항목 설정

③ 위성통신국 하드웨어 품질 보증 절차

- 위성통신국 하드웨어의 품질 보증은 RTCA/DO-252에서 정의한 하드웨어에 대한 품질 보증 절차를 준수하기 위해 성능 평가 및 검증 항목 설정

④ 위성통신국 기능

- 위성통신국 수행 기능에 대해 성능 평가 및 검증 항목을 수립하고 각각의 수행 기능에 대해 성능 평가 및 검증 항목 설정

⑤ 위성통신국 성능

- 위성통신국 성능에 대한 평가항목 및 검증 항목을 설정

(나) 성능평가 및 검증 절차

① 시험평가 계획 수립

- 시스템 인증 기준, 위성통신국 시스템 요구사항, 위성통신국 시스템 개발 계획, 확인 및 검증 계획 등을 만족하도록 위성통신국 시험평가 계획을 작성
- 위성통신국 인증 기준 및 요구사항은 시스템 체계에서 할당되어야 하며 시험평가 계획은 체계에서 제시한 기준을 준수하도록 작성
- 시험평가 일정/인력/환경의 정의, 시험평가 관리 및 통제 방안 수립 및 시험평가 완료 조건 정의 등을 수행

② 시험평가 설계

- O 시험평가에 사용할 시험절차 및 시험 케이스가 안전성 평가 결과, 시험 대상등의 SBAS 인증 기준을 만족하도록 설계
- O 시험 케이스, 시험절차, 시험 대상 기준 등 작성
- O 인증 기준은 시스템 체계에서 제시한 기준을 준수하도록 작성

③ 시험평가 환경 구성 및 유지

- O 시험평가를 수행하기 위해 필요한 데이터, 도구/장비 등의 시험평가 환경 구축
- O 인증 기준에 따른 시험평가 환경 검증 수행
- O 시험 대상 시스템의 변경 내역을 시험평가 환경에 반영하여 시험평가 환경 유지

④ 시험평가 수행

- O 시험평가 환경에서 시험평가 설계 시 작성한 시험절차 및 시험 케이스를 수행
- O 시험 절차 실행, 시험 대상 측정, 시험 결과(Pass/Fail) 기록 등 수행
- O 시험 대상이 인증 기준을 만족하지 못할 경우 테스트 케이스/프로시저를 추가하여 시험평가 설계를 보완

⑤ 시스템 결함 보고

- O 시험평가 시 발생한 결함을 식별하고, 이를 개발팀에게 전달하는 단계이며 개발 팀에서 시스템 보완 후 회귀 테스트 수행
- O 테스트 결과 분석, 결함 확인, 관련자에게 결함 내용 전달, 회귀 테스트 등 수행

⑥ 시험평가 모니터링 및 통제

- O 시험평가가 계획대로 진행되고 있는지를 모니터링
- O 필요 시 시험평가 계획/설계/환경/담당자 등을 변경하여 시험평가를 통제

⑦ 시험평가 완료

- O 시험평가 결과가 시험평가 완료조건 충족 시 시험평가를 완료하는 프로세스
- O 시험평가 환경 초기화, 시험평가 완료 보고서 작성 등 수행

나. 위성통신국 기능 구현을 위한 핵심기술

(1) 위성통신국 핵심기술 개발 방법

(가) PRN 코드 생성기능(KS-U-F1100)

- 위성통신국은 GPS L1 대역에서의 SBAS를 위한 할당된 139~158 범위내 위성 PRN 코드를 생성
- 위성통신국은 GPS L5 대역에서의 SBAS용으로 할당된 139~158 범위내 위성 PRN(Pseudo Random Number)코드를 생성
- 위성통신국은 모든 GPS 가시위성을 포함하여 해당 위성별 식별코드인 PRN을 GPS 위성에서 생성하는 방법과 동일하게 생성
- 위성통신국은 1msec 기간 동안 1023칩을 생성시켜 1,023kbps의 칩 레이트를 갖는 Gold Code형태를 갖는 레인징 코드를 생성

(나) SBAS 메시지 부호화 기능(KS-U-F1200)

- 위성통신국은 중앙처리국으로부터 SBAS 메시지를 수신하고 정지궤도 위성으로 이를 전송과정에서의 오류 정정에 사용되는 FEC(Forward Error Correction) 부호화 과정을 수행

(다) 보정정보 변조기능(KS-U-F1300)

- 위성통신국은 SBAS 메시지에 대한 오류정정 부호화 과정을 수행한 뒤 해당 메시지를 반송파에 싣는 과정인 변조기능을 수행
- 위성통신국은 보정정보가 포함된 보정메시지에 대해 변조하기 위해 BPSK(Binary Phase Shift Keying) 방식을 사용

(라) GPS/SBAS 시각과 동기기능(KS-U-F2100)

- 위성통신국은 GPS/SBAS 신호 수신장치를 이용하여 GPS 시각정보를 수신
- 수신된 GPS 시각과 위성통신국에서 생성한 SBAS 메시지의 시각이 서로 시스템에서 정

의된 범위내 동기 되도록 처리

(마) 1PPS 및 10(5) MHz 신호 생성기능(KS-U-F2200)

- 위성통신국 내부의 시스템간의 정확한 시각동기는 물론 GPS 신호와의 동기를 위해 1PPS 및 10(5)MHz 신호를 생성
- 정확한 시각동기 생성을 위해 루비듐, 세슘등의 원자시계를 복수로 사용
- 생성한 1PPS 및 10(5)MHz를 위성통신국내 모든 시스템의 기준시각 또는 주파수로 활용

(바) 코드 및 반송파 동기기능(KS-U-F2300)

- GPS 신호와 위성통신국에서 생성한 SBAS 신호간 코드를 동기
- GPS 신호와 위성통신국에서 생성한 SBAS 신호간 반송파 동기

(사) GEO 위성신호 조정(Steering)기능(KS-U-F2400)

- 위성통신국은 GEO 위성을 통해 GEO 레인징 신호를 수신
- 위성통신국은 GEO 레인징 신호와 GPS 레인징 신호를 상호 비교
- 위성통신국은 GEO 레인징 신호와 GPS 레인징 신호간 차이가 발생하므로 GEO 레인징 신호에 대해 조정 기능 수행

(아) SBAS L1/L5 수신기능(KS-U-F3100)

- 위성통신국은 생성한 SBAS L1/L5 신호가 위성통신국 구성장비내 지연, 정지궤도 위성내부의 지연등에 대한 검사를 위해 정지궤도 위성으로부터 SBAS L1 신호 수신
- 위성통신국은 생성한 SBAS L1/L5 신호가 위성통신국 구성장비내 지연, 정지궤도 위성내부의 지연등에 대한 검사를 위해 정지궤도 위성으로부터 SBAS L5 신호 수신
- 위성통신국은 SBAS L1/L5 신호 수신 장비를 구비

(자) GPS L1/L5 수신기능(KS-U-F3200)

- 위성통신국은 모든 GPS 위성에서 송출하는 GPS L1 신호를 수신
- 위성통신국은 모든 GPS 위성에서 송출하는 GPS L5 신호를 수신

(차) SBAS 무결성 체크기능(KS-U-F4100)

- 위성통신국은 주 중앙처리국 으로부터 SBAS 메시지를 수신한 뒤 메시지에 대한 무결성 체크 수행
- 위성통신국은 부 중앙처리국 으로부터 SBAS 메시지를 수신한 뒤 메시지에 대한 무결성 체크 수행
- 위성통신국은 SBAS 메시지에 대한 무결성 체크를 수행해 사용에 문제가 없는 SBAS 메시지를 사용

(카) SBAS 메시지 수신기능(KS-U-F4200)

- 위성통신국은 주 중앙처리국으로부터 SBAS 메시지를 수신
- 위성통신국은 부 중앙처리국으로부터 SBAS 메시지를 수신

(타) GEO 위성의 TLT 감시기능(KS-U-F5100)

- 위성통신국은 GEO 위성이 전송해 준 SBAS 메시지 중 타입 25인 Long Term Satellite Error Correction를 수신
- 위성통신국은 SBAS 메시지 타입 25의 첫 비트 전송시간을 체크
- 위성통신국은 SBAS 메시지 타입 25의 첫 비트 전송시간에 대해 감시 알고리즘을 가동
- 위성통신국은 감시 알고리즘 결과를 바탕으로 GEO 위성이 제공하는 신호 무결성 체크

(파) SBAS 신호 무결성 감시기능(KS-U-F5200)

- 위성통신국은 GEO 위성이 전송하는 SBAS 신호를 수신
- 수신된 SBAS 신호에 대해 사용 여부를 체크하는 무결성 검사를 수행
- 무결성 검사를 통과한 SBAS 신호에 대해서만 보정메시지로 활용

(하) SBAS 메시지 무결성 감시기능(KS-U-F5300)

- 위성통신국은 GEO 위성이 제공하는 SBAS 메시지를 수신
- 수신된 SBAS 메시지에 대한 무결성 감시 검사 알고리즘 가동
- 무결성 감시 검사 알고리즘을 통해 SBAS 메시지에 대한 무결성 감시 수행

(거) 무결성 정보 송출기능(KS-U-F6100)

- 주 중앙처리국이 전송해 준 무결성 정보를 수신
- 부 중앙처리국이 전송해 준 무결성 정보를 수신
- 주/부 중앙처리국이 전송한 무결성 정보를 GEO 위성으로 전송하기 위한 변조 , RF 주파수 변환 및 신호증폭 수행

(너) 광역차분 정보 송출기능(KS-U-F6200)

- 주 중앙처리국이 전송해 준 광역차분 기반의 보정정보를 수신
- 부 중앙처리국이 전송해 준 광역차분 기반의 보정정보를 수신
- 수신된 주/부 중앙처리국 으로부터의 광역차분 정보를 GEO 위성으로 전송하기 위한 변조, RF 주파수 변환, 신호증폭 수행

(더) C/Ku 대역 주파수 변환기능(KS-U-6300)

- 위성통신국은 SBAS 메시지를 GEO 위성으로 전송하기 위해 가용한 주파수를 선정
- 임차대상으로 인마셋 F4 시리즈 중 한기를 임차할 경우, 위성통신국은 C 대역 주파수 변환기능 수행
- 만일, 다른 정지궤도 위성을 임차할 경우, 위성통신국은 Ku 대역 주파수 변환 기능 수행
- 현재 고려하는 정지궤도 위성 중 1기가 인마셋 4F 시리즈 인바, 위성통신국은 C 대역 주파수 변환기능 수행
- 위성통신국은 SBAS 메시지 전송을 위해 정지궤도 위성과 C 대역으로 통신

(러) 지상통신망 실시간 운용기능(KS-U-F7100)

- 위성통신국은 주 중앙처리국과 지상통신망을 통해 SBAS 메시지 정보 수신
- 위성통신국은 부 중앙처리국과 지상통신망을 통해 SBAS 메시지 정보 수신
- 위성통신국과 주/부 중앙처리국과의 원활한 통신을 위해 지상통신망을 실시간 운용 기능 제공
- 지상통신망이 제공하는 실시간은 TBD 시간 이내에 위성통신국과 중앙처리국이 SBAS 관련 정보를 교환

(머) 지상통신망 고가용도 제공기능(KS-U-F7200)

- 위성통신국과 주 중앙처리국과의 SBAS 보정메시지를 안정적으로 교환할 수 있도록 지상통신망은 SBAS 시스템이 요구하는 99.99999%(TBC)의 가용도를 제공

(버) 지상통신망 리던던시 장비 제공기능(KS-U-F7300)

- 위성통신국과 주 중앙처리국과의 SBAS 보정메시지를 안정적으로 교환할 수 있도록 지상통신망은 이중화 구조 제공
- 지상통신망 이중화 구조 제공을 위해 위성통신국 및 주/부 위성통신국간 통신장비도 리던던시 장비 구조 제공
- 지상통신망의 구조는 2:1의 이중화 구조 제공
- 위성통신국과 중앙처리국도 2:1의 이중화 구조 제공

(서) 지상통신망 보안기능(KS-U-F7400)

- 위성통신국과 중앙처리국 교환 정보에 대한 보안 기능을 제공할 수 있도록 지상통신망은 보안 기능 제공

(어) 중앙처리국에 감시 및 제어정보(C&M) 제공기능(KS-U-F8100)

- 위성통신국은 시스템 내 구성장비에 대한 감시 및 제어정보를 주 중앙처리국에 제공
- 위성통신국은 시스템 내 구성장비에 대한 감시 및 제어정보를 부 중앙처리국에 제공
- 필요시, 위성통신국은 시스템 내 구성장비의 동작 상태 등을 통합 운영국에 제공

(저) 위성통신국 구성장비 감시기능(KS-U-F8200)

- 위성통신국은 주/부 중앙처리국 또는 통합운영국에 시스템 내 구성장비에 대한 정보를 제공
- 위성통신국은 시스템을 구성하는 구성장비의 동작상태 정보를 감시

(처) 위성통신국 구성장비 제어기능(KS-U-F8300)

- 위성통신국은 시스템을 구성하는 구성장비의 동작상태 정보를 제어
- 위성통신국은 주/부 중앙처리국 또는 통합운영국에 시스템 내 구성장비에 대한 정보를 제공

(2) 성능평가 및 검증 방안

(가) GEO 레인징 신호생성 기술 성능평가 및 검증방안

- 위성통신국은 사용자 단말기가 정지궤도 위성(인마셋 4F 시리즈 등)이 보정정보가 포함된 SBAS 메시지를 수신해 현재의 자신의 위치를 산출할 수 있도록 GPS 위성이 제공하는 C/A 코드와 같은 형태로 1msec 동안 1,023칩을 생성 제공하는 레인징 신호를 생성
- 위성통신국이 생성하는 GEO 레인징 신호는 GPS 위성이 제공하는 레인징 신호와 정확하게 일치할 수 있도록 자체 1PPS 및 10(5)MHz 신호생성 기능사용
- 위성통신국은 생성한 GEO 레인징 신호가 GPS 위성이 제공하는 레인징 신호와 정확하게 일치할 수 있도록 SBAS 신호에 대한 코드 및 반송파와 GPS 위성신호의 값과 동일하게 유지
- 위성통신국에서 생성한 GEO 위성신호와 GPS 신호를 동기 시키기 위해 GEO 위성신호에 대한 Steering 기능 수행하여 신호 생성
- 위성통신국은 SBAS 신호와 GPS 신호와 동기를 위해 SBAS 및 GPS 위성이 제공하는 L1 및 L5 신호를 처리할 수 있는 수신기를 구비
- 위성통신국이 생성한 GEO 레인징 신호생성에 대한 성능은 사용자 단말기 등을 활용하여 GPS 위성이 제공하는 레인징 신호와 상호 비교를 통해 상호 정확도 성능을 비교확인

(나) GEO/GPS 무결성 감시 기술 성능평가 및 검증방안

- 위성통신국은 GEO 위성이 제공하는 SBAS 메시지 타입 중 25에 해당되는 메시지의 첫 비트 시각에 대한 감시 기능 수행
- 위성통신국이 제공하는 SBAS 메시지가 GEO 위성을 통해 다시 사용자 단말기에서 정상 처리되는지를 체크하고 처리된 결과값이 SBAS 시스템에서 요구하는 위치정확도 수준 범위에 포함되는지를 검사
- 위성통신국은 GEO 위성을 통해 전송된 SBAS 메시지 정보와 GPS 위성을 통해 제공되는 항법메시지 정보를 수신 처리하여 그 값을 상호 비교하여 성능 평가 및 검증

5. 통합운영국 개발을 위한 기술 분석

가. 통합운영국 시스템 개발 기술

○ SBAS 통합운영국은 SBAS 시스템 운영(System Operation)과 유지보수 (Maintenance)를 담당하는 총괄적인 부문이며 시스템의 전반적인 감시 및 제어를 통해 SBAS 서비스를 안정적으로 공급하는데 그 목적이 있음

○ 따라서 통합운영국을 구축하기 위해 요구되는 기능 및 요구 성능을 항목별로 세분화하고 그 역할을 구체적으로 명시할 필요가 있으며, 통합운영국의 특성상 유인(with human)으로 가동 가능한 것은 물론이거니와 사람이 없이(without human)도 기능별 요소별 모든 운영 및 유지보수, 감시 및 제어 등이 자동화되고 원격 유지보수 및 감시(RMMS : Remote Maintenance and Monitoring System) 가능하여야 함

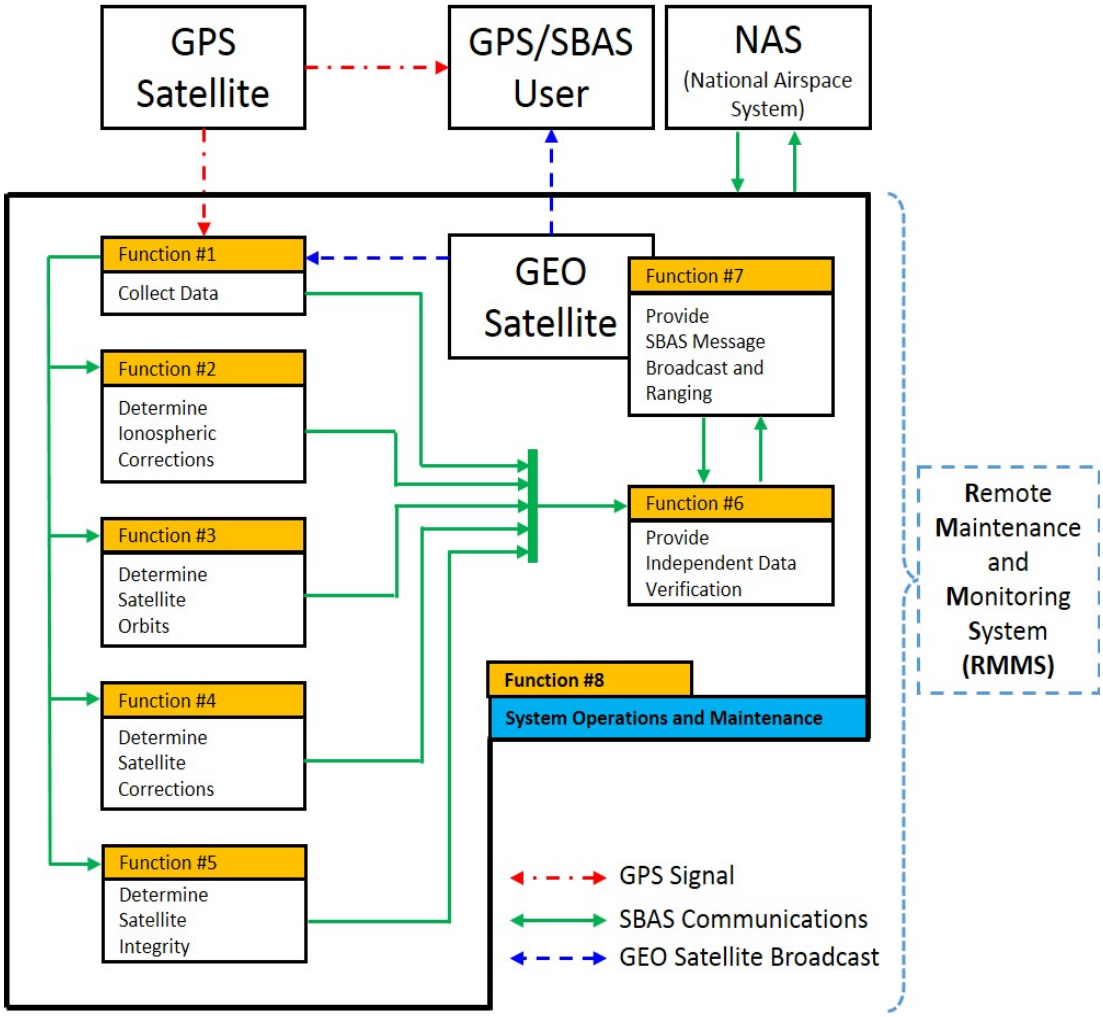
○ 이러한 SBAS 시스템의 운영 및 유지보수 기능을 위해 통합운영국의 기능은 아래와 같이 크게 4가지 주요 부기능들(subfunctions)을 수행함

- 데이터 수집 및 분석
- 시스템 감시 및 제어
- 시스템 유지보수
- 원격 운영

○ 위와 같이 크게 기능별로 나눈 4가지의 통합운영국의 부기능들을 설명하기에 앞서 통합운영국에서 사용하는 데이터를 처리하는 SBAS 시스템의 주요 기능별 구분이 필요

○ 통합운영국 역할의 Function #8을 제외한 SBAS 시스템에서 제공되어야 하는 주요 기능의 핵심 기술을 정리하면 7가지로 나눌 수 있음

- Function #1 : 데이터 수집
- Function #2 : 이온층 보정정보 결정
- Function #3 : 위성 궤도 결정
- Function #4 : 위성 보정정보 결정
- Function #5 : 위성 무결성 정보 결정
- Function #6 : 독립적인 데이터 검증 제공
- Function #7 : SBAS 메시지 방송 및 거리정보 제공



〈그림 2.2-7〉 SBAS 기능 연계도

○ 위 그림 2.1-3은 Function #1 ~ Function #7의 기능들이 통합운영국 역할을 담당하는 Function #8에서 유기적으로 사용됨을 나타냄

(1) 통합운영국 수행 기능 정의

○ 통합운영국의 (부)기능들과 이의 세부기능들은 아래 표 2.1-2와 같으며, 통합운영국의 4가지 부기능들에 대한 설명과 각 주요 기능들에서 요구될 수 있는 입출력 데이터를 정리하면 다음과 같음

〈표 2.2-7〉 통합운영국 수행 기능 목록

일련번호	(부)기능명	세부기능	
KS-C-F1000	데이터 수집 및 분석	KS-C-F1100	데이터 수집
		KS-C-F1200	데이터 분석
KS-C-F2000	시스템 감시 및 제어	KS-C-F2100	기준국 감시 및 제어
		KS-C-F2200	중앙처리국 감시 및 제어
		KS-C-F2300	위성통신국 감시 및 제어
		KS-C-F2400	네트워크 감시 및 제어
KS-C-F3000	시스템 유지보수	KS-C-F3100	기준국 유지보수
		KS-C-F3200	중앙처리국 유지보수
		KS-C-F3300	위성통신국 유지보수
		KS-C-F3400	네트워크 유지보수
KS-C-F4000	원격운영	KS-C-F4100	원격 감시
		KS-C-F4200	원격 제어
KS-C-F5000	기 타	KS-C-F5100	네트워크 인터페이스
		KS-C-F5200	전원 관리

① 데이터 수집 및 분석

○ 시스템 운영 및 유지를 위해 해당 데이터들은 SBAS 시스템과 그 구성요소 및 장비 등에 의해 수집되고 분석되어야 함

○ 이 때, 시스템 운영 및 유지를 위한 데이터 수집을 위해 어떠한 입력 데이터와 출력데이터가 요구되는지 살펴보면 다음과 같음

㉮ 입력데이터

○ SBAS 구성요소 및 장비의 설정 관련 데이터

○ SBAS 구성요소 및 장비의 상태 관련 데이터

○ SBAS 구성요소 및 장비의 성능관련 데이터

○ 기능 #6(Function #6)으로부터 나오는 모든 출력 데이터

○ 기능 #1로부터 나오는 모든 출력 데이터

○ SBAS 메시지와 기능 #7로부터 나오는 신호 품질 관련 파라미터

○ 이온층 격자에 대한 정의

○ 추가적인 수동 입력(GPS에 관한 정보, GPS/SBAS 위성 목록, 상태 변화 요구 정보 등)

○ 협정 세계시

㉯ 입력데이터

○ 수집된 SBAS 구성요소 및 장비의 설정 관련 데이터

○ 수집된 SBAS 구성요소 및 장비의 상태 관련 데이터

○ 수집된 SBAS 구성요소 및 장비의 성능 관련 데이터

○ 수집된 기능 #6의 데이터

○ 수집된 기능 #1의 데이터

○ 수집된 SBAS 신호 품질 파라미터

○ 이온층 격자에 대한 정의

○ GPS/SBAS 위성 목록

○ 수집된 추가 수동입력 데이터(GPS 관련 정보, 상태 변화 요구 정보 등)

○ 협정 세계시

② 시스템 감시 및 제어

- 시스템 감시 및 제어를 담당하는 부분은 SBAS 하드웨어와 소프트웨어가 사전에 규정된 허용한도 내에서 동작하는지를 보장해야 하며, 이러한 기능은 SBAS 시스템과 관련 설정값들의 변화를 감시하고 임의의 파라미터가 허용한도를 벗어나는 상황을 검출할 수 있어야 함

- 또한, 시스템 감시 및 제어 기능은 잠재적인 고장원인들이 시스템의 기능 및 성능면에서 시스템 운영에 심각한 영향을 미치기 전에 고장원인을 식별하고 수정하는 역할을 담당

- 시스템 감시 및 제어를 위한 데이터 수집을 위해 어떠한 입력 데이터와 출력데이터가 요구되는지 살펴보면 다음과 같음

㉮ 입력데이터

- 수집된 SBAS 구성요소 및 장비의 설정 관련 데이터
- 수집된 SBAS 구성요소 및 장비의 상태 관련 데이터
- 수집된 SBAS 구성요소 및 장비의 성능 관련 데이터
- 수집된 기능 #6의 데이터
- 수집된 SBAS 신호 품질 파라미터
- 수집된 수동 입력 데이터
- 협정 세계시
- 가시권 안에 있지만 신호가 수신되지 않는 위성 목록

㉯ 출력데이터

- SBAS 서비스 상태, 서비스 영역, 서비스 품질 표시
- 저장할 GPS와 SBAS 데이터
- 시스템 경보
- 시스템 경계
- 우선순위가 높은 데이터 지속
- 시스템 설정 데이터

- SBAS 구성요소 혹은 장비에 의해 내부적으로 발생한 시스템 오류 데이터
- SBAS 네트워크 시간 및 협정 세계시 오프셋
- 정지궤도위성의 테스트를 위한 명령어

③ 시스템 유지보수

- SBAS 시스템의 유지보수는 상황에 따라 즉시 처리 보정유지보수와 정기적인 일정에 따라 진행될 수 있는 주기적인 유지보수로 크게 나눌 수 있음
- 보정 유지 보수 기능은 시스템이 정상적으로 운영되는 동안 감지되는 비정상적인 조건들을 검증할 수 있어야 함
- 즉, 선로 대체 유니트(LRU : Line Replaceable Unit)로 고장부분의 격리가 가능하여야 하며, LRU 자체의 결함이나 고장도 대체가능해야 함
- 아울러, 적정 수준의 예비 장비를 확보하여 시스템의 구성요소나 장비를 완벽한 성능으로 구현할 수 있도록 하여 요구되는 유지 관리를 수행할 수 있어야 함
- 또한, 시스템의 주기적인 유지 보수를 위해 먼저 주기적인 유지보수를 위한 요구사항을 도출하고 이를 수행하며 관리를 해야 함
- 주기적인 유지는 시스템의 성능 유지, SBAS 서비스 인터럽트와 주요 시스템의 고장 최소화, 장비의 수명 연장을 위해 정기적이든 혹은 예정된 일정에 근거하여 수행하든 반드시 행해져야 함

㉮ 입력데이터

- 유지보수를 위한 수집 자료
- 기능 #6의 모든 검증과 확인 출력 데이터
- 외부 유지보수 관련 보고서 및 데이터
- 재설정 요구
- 장비 검증 및 지원 요구
- SBAS 구성요소 및 장비의 설정 관련 데이터
- SBAS 구성요소 및 장비의 상태 관련 데이터
- SBAS 설정 변경 데이터
- SBAS 구성요소 및 장비 설정 변경 데이터

○ 권장하는 정기 유지보수 일정

○ 교정 유지보수 우선순위 목록

○ 정기적인 유지보수 인가

㈏ 출력데이터

○ 오류에 대한 표시

○ 고장난 선로 대체 유니트(LRU, Line Replaceable Unit) 표시

○ 재설정 명령

○ 장비 검증 지원 명령

○ 유지보수를 위한 데이터 기록

○ 유지보수를 위한 데이터 저장

○ 교정 유지보수 우선순위 목록

○ 명령어 초기화

○ 재준비된 명령어

○ 유지보수 일정 표시

○ 유지보수 우선순위 데이터

④ 원격 운영

○ 통합운영국을 제외한 모든 SBAS 하위시스템은 원격에서도 운영 및 유지보수가 가능하도록 설계되어야 함

○ 원격 운영은 시스템의 원격 감시, 제어 및 무인 운영 또한 가능하도록 하여 통합운영국의 효율적인 운영을 가능하게 함

㈎ 입력데이터

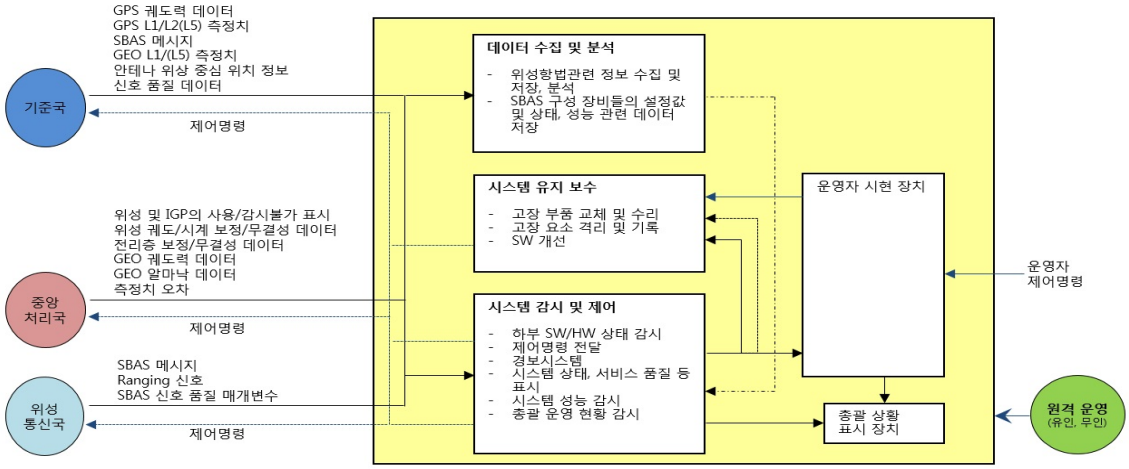
○ 각 부기능을 위한 명령

㈏ 출력데이터

○ 작동 상태 결과(메시지 등)

(2) 통합운영국 데이터 흐름

○ 통합운영국은 외부의 기준국, 중앙처리국, 위성통신국과 데이터 입출력 관계를 가지고 있으며, 이를 통해 요구 성능이 만족되고 안정적인 서비스를 제공할 수 있음



〈그림 2.2-8〉 통합운영국의 부기능 및 주요 데이터 흐름도

(3) 통합운영국 하드웨어 구성

○ 통합운영국에서 사용되는 하드웨어 구성은 데이터 베이스 관련 장비, 시스템 감시 장비, 시스템 제어 장비, 유지보수 장비, 네트워크 장비, 전원관리 장비로 나눌 수 있음

〈표 2.2-8〉 하드웨어 구성 및 기능

구 분	장비명	기 능
데이터베이스 관련 장비	데이터 수집/저장/분석 시스템	위성항법관련 데이터 수집 및 저장, SBAS 구성 장비들의 설정 및 상태, 성능 저장
시스템 감시 장비	자료 처리 시스템	신호 퀄리티 관련 데이터 수집, GPS 및 SBAS 데이터 처리
	디스플레이 시스템	시스템 상태 및 커버리지, 서비스 퀄리티 등 표시
	하드웨어 및 소프트웨어 감시 시스템	내부 시스템에서 발생되는 오류 감지
시스템 제어 장비	제어 명령 전달 시스템	시스템 오류에 대한 제어 명령 및 GEO 테스트 관련 명령 전달
	경보 시스템	시각, 청각을 이용한 경고
유지보수 장비	시스템 유지관리 운영 시스템	시스템 상태 점검, 기록 및 유지보수 (고장원인, 설정된 명령, 데이터 기록, 장비 검증 관련 내용 등)
네트워크 장비	이더넷 스위치, 라우터, 허브 등	외부 서브 시스템(기준국, 중앙처리국, 위성통신국 등) 및 내부 구성 장비 간 통신, 원격제어
전원관리 장비	전력공급장치	안정적인 전원 공급 유지

(4) 성능평가 및 검증 방안

(가) 성능평가 및 검증 항목 도출

① APV-I 성능평가 항목

○ APV- 급을 위한 성능평가를 위해 항법시스템 에러, 경보 제한값, 경보 발령시간, 무결성, 연속성 등이 요구 됨

○ APV-I 성능평가를 위해 고려할 항목은 다음과 같음

- Navigation System Error(95% 수준)
- Protected Alert Limit
- Integrity Risk
- Time to Alert
- Continuity Risk
- Availability
- Service Volume

② OPEN Service 성능평가 항목

- Navigation System Error(95% 수준)
- Availability
- Service Volume

③ NOTAM Service 성능평가 항목

○ SBAS 시스템 기반의 접근이용성을 예측하기 위해 NOTAM 서비스는 다음과 같은 항목들이 요구조건을 만족하는지 고려해야 함

- Latency
- Advanced Notice Time
- Availability

④ 하드웨어 관련 성능평가 항목

○ SBAS 시스템 통합운영국을 위한 하드웨어 구성으로는 기능에 맞게 데이터베이스 관련 장비, 시스템 감시 장비, 시스템 제어 장비, 유지보수 장비, 네트워크 장비, 전원관리 장비 등으로 구분될 수 있음

- Data 수집 및 처리와 관련된 최소 허용 Latency

- 시스템 감시를 위한 데이터 처리에 필요한 최소 시간
- 시스템 제어를 위한 명령 하달에 대한 최소 반응 시간
- 디스플레이 시 최신 데이터 업데이트를 위한 최소 소요 시간
- 내부 및 외부 시스템 오류 감지 시 경보까지의 최소 허용 시간
- 기준국, 중앙처리국, 위성통신국과 같은 외부 시스템의 원격운영 시 최소 반응 시간
- 통합운영국을 이루는 시스템 관련 장비들의 최대 허용 소모전류 및 전압과 그의 허용 왜곡율, 역율 등

(나) 성능평가 및 검증 절차

① 시험평가 계획 수립

○ SBAS 인증 기준, 시스템 요구사항, 시스템 개발 계획, 확인 및 검증 계획 등을 만족하도록 시험평가 계획을 작성

○ 시험평가 일정/인력/환경의 정의, 시험평가 관리 및 통제 방안 수립 및 시험평가 완료 조건 정의 등을 수행

② 시험평가 설계

○ 시험평가에 사용할 테스트 프로시저 및 테스트 케이스가 안전성 평가 결과, 테스트 커버리지 등의 SBAS 인증 기준을 만족하도록 설계

○ 테스트 케이스, 테스트 프로시저, 테스트 커버리지 기준 등 작성

③ 시험평가 환경 구성 및 유지

○ 시험평가를 수행하기 위해 필요한 데이터, 도구/장비 등의 시험평가 환경 구축

○ 인증 기준에 따른 시험평가 환경 검증 수행

○ 시험 대상 시스템의 변경 내역을 시험평가 환경에 반영하여 시험평가 환경 유지

④ 시험평가 수행

○ 시험평가 환경에서 시험평가 설계 시 작성한 테스트 프로시저 및 테스트 케이스를 수행

○ 테스트 프로시저 실행, 테스트 커버리지 측정, 테스트 결과(Pass/Fail) 기록 등 수행

○ 테스트 커버리지가 인증 기준을 만족하지 못할 경우 테스트 케이스/프로시저를 추가하여 시험평가 설계를 보완

⑤ 시스템 결함 보고

- 시험평가 시 발생한 결함을 식별하고, 이를 개발팀에게 전달하는 단계이며 개발 팀에서 시스템 보완 후 회귀 테스트 수행

- 테스트 결과 분석, 결함 확인, 관련자에게 결함 내용 전달, 회귀 테스트 등 수행

⑥ 시험평가 모니터링 및 통제

- 시험평가가 계획대로 진행되고 있는지를 모니터링

- 필요 시 시험평가 계획/설계/환경/담당자 등을 변경하여 시험평가를 통제

⑦ 시험평가 완료

- 시험평가 결과가 시험평가 완료조건 충족 시 시험평가를 완료하는 프로세스

- 시험평가 환경 초기화, 시험평가 완료 보고서 작성 등 수행

나. 통합운영국 기능 구현을 위한 핵심기술

(1) 통합운영국 핵심기술 개발 방법

(가) 데이터 수집 및 분석(Data Collection and Analysis)

- SBAS 외부 인터페이스 데이터 수집(SBAS External Interface Data Collector, SEIDC) : 통합운영국의 외부 인터페이스에 해당하는 SBAS 시스템의 구성 요소들로부터 위성항법관련 정보 및 SBAS 시스템의 상태, 성능 관련 정보 등을 이더넷 메시지 형태로 네트워크를 통해 각종 데이터를 수집(저장, 기록 등)

- SBAS 외부 인터페이스 데이터 재생산(SBAS External Interface Data Regenerator, SEIDR) : 통합운영국의 외부 인터페이스에 해당하는 SBAS 시스템의 구성 요소들로부터 받은 각종 데이터를 통합운영국의 운영 및 유지보수에 사용할 수 있도록 정의된 데이터 형태로 재생산함. 또한, SBAS 시스템이나 통합운영국에 사용되는 특정 소프트웨어에 사용 가능하도록 데이터를 가공하거나 사용자가 확인할 수 있도록 특정 포맷으로 변환

- SBAS 데이터 처리(SBAS Data Processing, SDP) : SBAS 시스템을 통해 얻은 각종 데이터 및 재생산된 데이터를 SBAS 시스템의 성능을 분석할 때 용이하도록 데이터 처리를 실행한다. 이 때, 데이터 처리는 향후 SBAS 시스템의 운영 및 유지보수 시 사용가능하며, 외부 보고용으로도 활용할 수 있도록 처리를 수행. SEIDR과 유사하지만 SDP는 통합운영국의 내부 시스템 간의 데이터 처리의 기능이 더 강조됨

- SBAS 로그 데이터 표시(SBAS Log Data Display, SLDD) : SEIDR에서 재생산된 특정 포맷의 데이터를 표시

- 위치 오차 및 가시위성 표시(Position Error & Satellites Display, PESD) : SBAS 신호의 수신기가 놓인 장소의 수평 및 수직 위치오차와 가시위성의 수를 표시

- SBAS 데이터 백업(SBAS Data Backup, SDB) : 통합운영국의 데이터 수집관련과 관련된 모든 정보를 이중으로 저장. 더 나아가 SBAS 시스템의 품질 향상 및 성능 분석을 위해 빅데이터(Big Data) 처리용 파일저장시스템, 병렬 DBMS(Data Base Management System) 기술도 적용

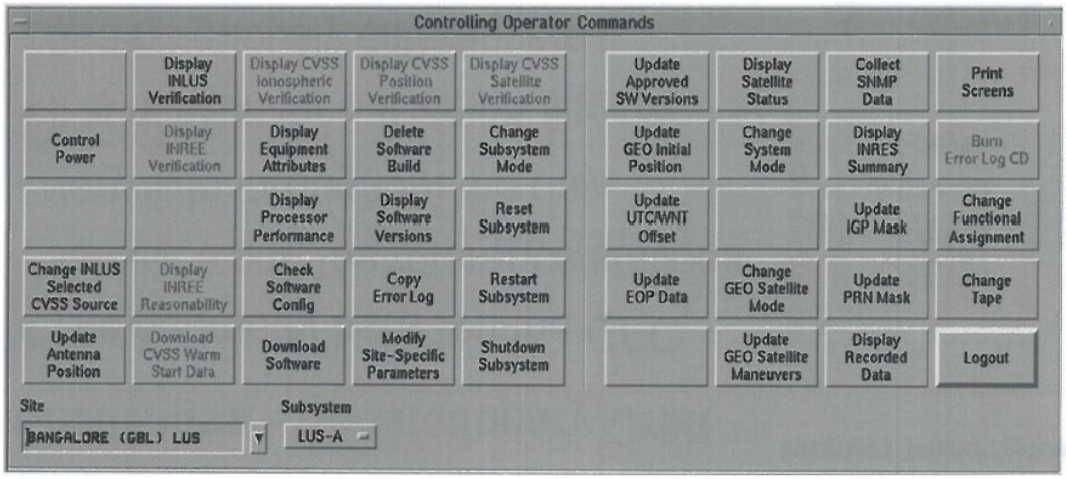
(나) 시스템 감시 및 제어(System Monitoring and Control)

- 자료 처리(Data Processing, DP) : SBAS 시스템 감시를 위하여 각 구성 요소들에서 출력되는 상태 및 설정 정보, 위성항법관련 데이터들의 자료처리

- SBAS 시스템 온라인 성능 감시(SBAS System On-line Performance Monitoring, SSOPM) : 자료 처리된 SBAS 시스템 간 송수신된 메시지, SBAS 장비의 상태, 통신 상태, 특정 사건 등에 대한 정보를 감시할 수 있는 기능으로 기준국, 중앙처리국, 위성통신국, 네트워크, 전원 등을 감시

- SBAS 서비스 온라인 감시(SBAS Service On-line Monitoring, SSOM) : 자료 처리된 SBAS 시스템의 위치 추정값 무결성, 정확성, 이용가능성, 예측성 등과 SBAS 기준국의 상태, 통신 상태, 특정 사건 등에 대한 정보를 감시할 수 있는 기능으로 기준국, 중앙처리국, 위성통신국, 네트워크, 전원 등을 감시

- SBAS 장비 및 구성요소 감시(SBAS Equipments & Components Monitor, SECM) : SBAS 시스템을 구성하는 장비 및 기능별 요소에 대한 데이터 흐름, 데이터 상태, 기타 이상 징후 등을 확인



〈그림 2.2-9〉 성능 감시를 위한 디스플레이 화면

○ 제어 명령 전달(Control Command Transfer, CCT) : 시스템 내부적인 고장발생 시 고장원인 감지 후 이에 대한 대응을 즉시 할 수 있도록 시스템 경보 및 경고 메시지를 발생시키고 제어 명령을 전달. 또한 유지보수가 필요할 시 해결해야할 우선순위를 결정. 이 때, 제어명령 전달은 SBAS 기준국, 중앙처리국, 위성통신국을 비롯하여 네트워크 제어까지 전반적인 시스템에 대해 실행

○ 경보(Alarm) : 고장이나 위급상황 발생 시에 시각적/청각적 방법으로 시스템에 대한 경보를 운영자에게 또는 다른 시스템에 메시지 형태로 제공

(다) 시스템 유지보수(System Maintenance)

○ 보정 유지보수(Corrective Maintenance) : SBAS 시스템 운영 중 비정상적인 상태, 조건 등을 인지하고 발생되는 사고나 고장을 보정하거나 다른 시스템으로 파급되지 않도록 격리. 특히, 하드웨어적 측면에서는 선로 대체 유닛(LRU : Line Replaceable Unit)로 사고나 고장 일부분을 격리. 이 때, LRU 자체의 문제에 대해서도 자체 결함에 대해 보정 유지보수 수행. 한편, 소프트웨어 측면에서도 LRU의 기능적인 면을 차용하여 사고 및 고장 영역의 빠른 수습과 피해의 확산을 방지

○ 주기적인 유지보수(Periodic Maintenance) : 정기적 일정 혹은 예정된 일정에 근거하여 매뉴얼 또는 자동화된 형태로 수행

(라) 원격 운영(Remote Operation)

○ 원격 감시(Remote Monitoring) : 원격 감시 기능은 기준국, 중앙처리국, 위성통신국과 기타 SBAS 구성 시스템들을 효율적으로 감시하기 위하여 각 기능 및 구성요소들의 이벤트 처리에 대한 메시지나 기록된 데이터들을 확인하고, GUI나 로그파일 형태로 사용자에게 제공. 또한, 허가받지 않은 사용자의 네트워크를 이용한 침입을 감시

○ 원격 제어(Remote Control) : 기준국, 중앙처리국, 위성통신국 및 그 밖의 통합운영국의 기능을 담당하는 시스템에 접속이 가능하고, 각 기능들을 점검 및 테스트할 수 있도록 SBAS 시스템의 각 장비 및 시스템을 제어할 수 있는 권한을 제공. 사용자의 편의를 위해 원격 제어에 필요한 기능들은 GUI 형태로 구성되며, 사용자 접속 시 암호화를 통해 외부의 무단 접속을 차단하며, 별도의 방화벽을 통해 외부로의 침입을 봉쇄

(마) 기타(Misc.)

- SBAS 네트워크 연결 인터페이스 : 위성항법관련 정보 및 제어 명령, 기타 데이터 등이 네트워크를 통해 송수신 되도록 SBAS 전용 네트워크 연결 인터페이스 제공

- 인터넷 서비스 인터페이스 : 외부로 보정된 위성항법정보나 GPS 및 GEO 위성의 정보를 제공할 수 있도록 인터넷 서비스를 제공하고 이를 위한 웹서버 관리 등이 요구됨. 또한 외부의 기준국, 중앙처리국, 위성통신국 등에서 전용선 및 인터넷 망으로 접속할 수 있도록 인터페이스 제공

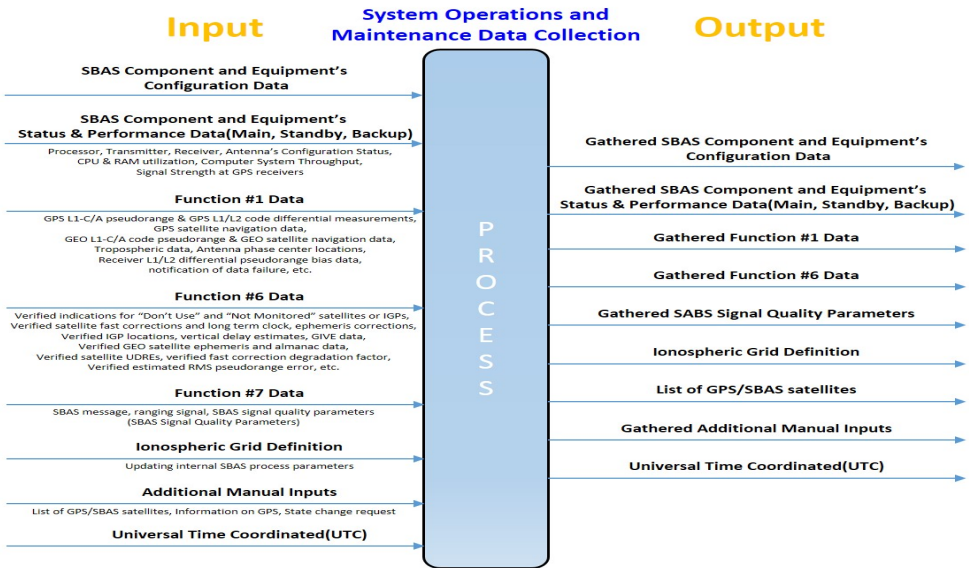
- 항공관제 연결 인터페이스 : SBAS 시스템 관련 정보를 항공관제소 등에서 사용될 수 있도록 통합운영국과 항공관제관련 시설물과의 네트워크 제공

- 전원공급 및 제어 : SBAS 시스템의 모든 장비 및 장치의 전원을 안정적으로 공급하고, 전원공급 차단 시 별도로 설치된 각 장비의 UPS를 통해 통합운영국과 SBAS 관련 서비스를 지속적으로 제공. 또한, 이상 징후 발생 시 사전 경고를 통해 시스템 운영 및 서비스에 단절이 없도록 하기 위하여 전원 상태를 항시 감시

(2) 통합운영국 데이터 흐름도

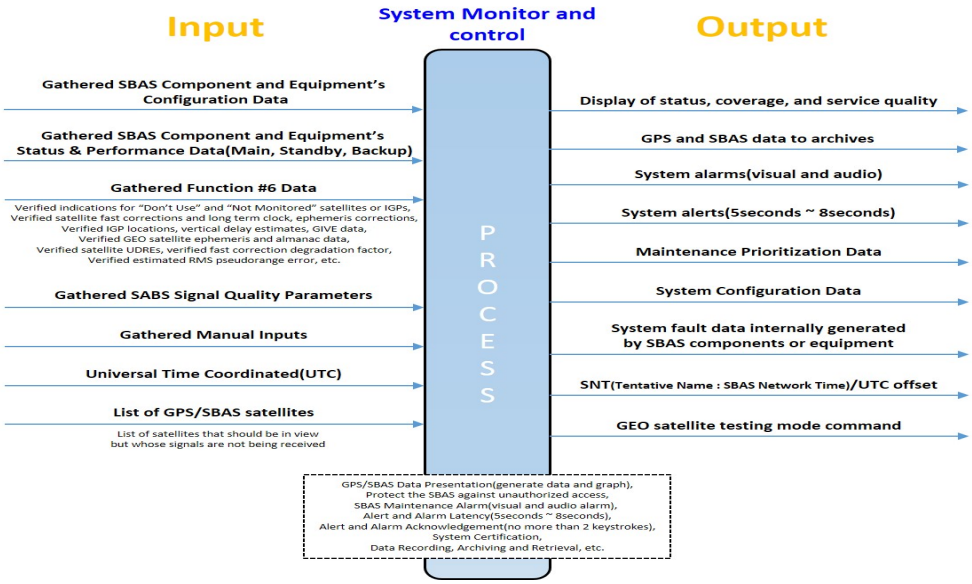
※ 데이터 흐름도 : Data Flowchart for Central Control Facility

① 데이터 수집 및 분석(Data Collection and Analysis)



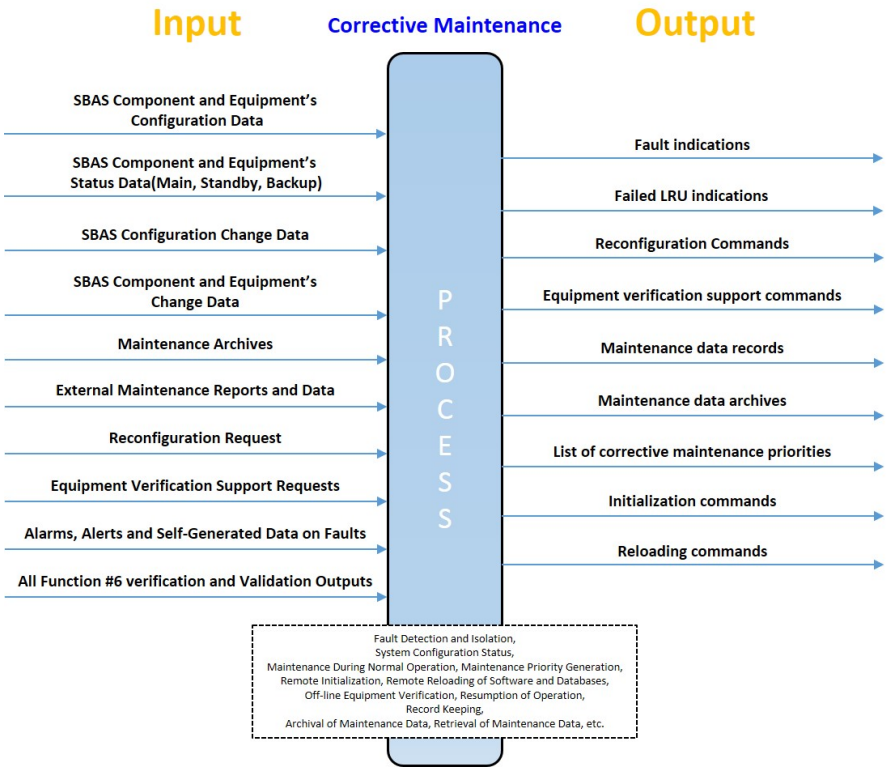
〈그림 2.2-10〉 데이터 수집 기능을 위한 데이터 처리 관계

② 시스템 감시 및 제어(System Monitoring and Control)

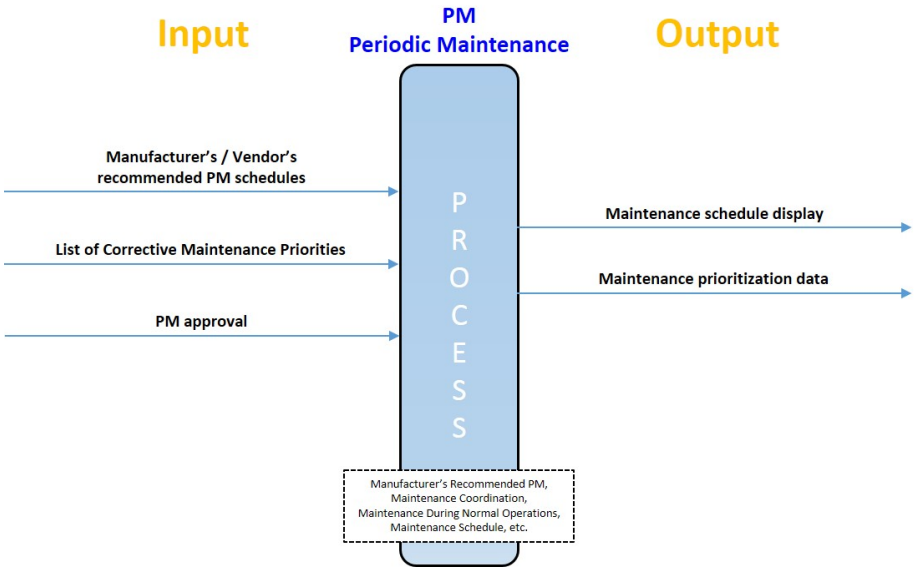


〈그림 2.2-11〉 시스템 감시 및 제어 기능을 위한 데이터 처리 관계

③ 시스템 유지보수(System Maintenance)

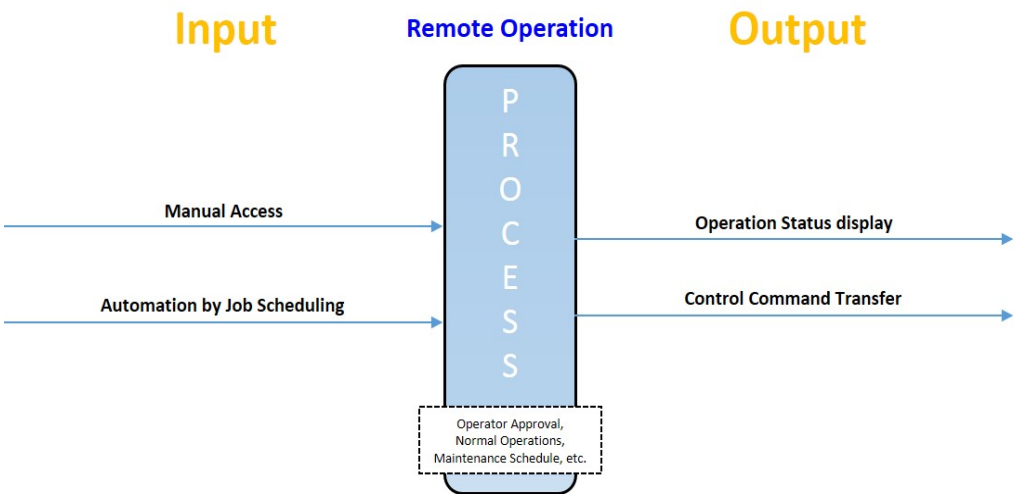


〈그림 2.2-12〉 보정 유지보수 기능을 위한 데이터 처리 관계



〈그림 2.2-13〉 주기적인 유지보수 기능을 위한 데이터 처리 관계

④ 원격 운영(Remote Operation)



〈그림 2.2-14〉 원격 운영 기능을 위한 데이터 처리 관계

(3) 성능평가 및 검증 방안

(가) 성능평가 및 검증 항목 도출

① 데이터 수집 및 분석

- 시스템의 각 요소들로부터 설정(Configuration) 데이터 수신 여부
- 시스템의 각 요소들로부터 상태(Status) 데이터 수신 여부
- 시스템의 각 요소들로부터 성능(Performance) 데이터 수신 여부
- 수신국의 모든 출력 데이터의 수신 여부
- 중앙처리국의 모든 출력 데이터의 수신 여부
- 위성통신국의 SBAS 신호 품질 파라미터 수신 여부
- 전리층 격자 정의(Ionospheric grid definition) 수신 여부
- 수동(Manual) 입력 데이터 수신 여부

② 시스템 감시 및 제어

- SBAS의 운영 설정(Operational Configuration)의 관리 및 제어 여부
- GPS/SBAS 구성과 성능에 대한 데이터 생성 및 디스플레이 여부
  - SBAS 모든 요소의 상태 및 설정에 대한 그래프
  - GPS/SBAS 커버리지에 대한 지리적인 그래프
  - 커버리지 영역에 제공되는 서비스의 지리적인 그래프 표현
  - GPS 위성의 상태
  - SBAS 통신 네트워크의 상태
- 3단계의 컴퓨터 보안 제공 여부
- 시각정보와 함께 영상 및 음성 경보(Alarm)를 제공하는지 여부
- 시각정보와 함께 영상 및 음성 경고(Alert)를 제공하는지 여부
- 데이터 기록/보관/검색 가능 여부
  - GPS와 SBAS의 수신데이터(GEO 방송 항법 데이터) 기록
  - 각 기준국에서 추적된 모든 위성에 대한 이진데이터를 최소 1Hz로 기록
  - 1시간에 최소 한 번은 모든 추적된 위성의 GPS 방송 항법 데이터를 기록
  - 1분에 한 번은 대류권 데이터를 기록
- SNT를 도출하고 GPS 시각에 대하여 유지하는지의 여부
  - SNT는 GPS 시각과 50ns이하의 오프셋
  - UTC에 대한 SNT의 오차는 20ns이하시스템 유지보수
- 고장(Faults)을 평균 5초, 최대 8초 이내에 검출하고 격리할 수 있는지 여부
- 보정 유지보수 중에도 정상모드의 시스템 운용이 지속되는지의 여부
- 로그 데이터, 시스템 설정 데이터, 경보 및 경고 데이터, 확인 데이터 고장 데이터와 다른 유지보수 정보를 자동적으로 기록, 유지, 출력하는지의 여부
- 주기적인 유지보수와 보정 유지보수 스케줄을 장비의 요구조건에 맞춰서 유지하는지의 여부
- 유지보수 작업들이 시기적절하게 효율적인 방법으로 수행되었는지를 보증하기 위하여 이러한 스케줄을 디스플레이 하는지의 여부

③ 원격 운영

○ 통합운영국은 원격 운영 요구조건의 만족 여부

④ 네트워크

○ 데이터 전송률이 다음을 만족하는지의 여부

- 각 기준국은 128Kbps 이상
- 각 위성통신국은 256Kbps 이상
- 중앙처리국 및 통합운영국은 3.088Mbps 이상

○ 통신 회로가 양방향 통신을 제공하는지의 여부

○ 통신 회로의 지연 시간이 요구조건을 만족하는지의 여부

- WAAS의 경우에 CONUS(Conterminous United States) TCN(Terrestrial Communication Network)의 최대 지연은 50ms 이하
- WAAS의 경우에 외부 CONUS TCN의 최대 지연은 200ms 이하
- WAAS의 경우에 위성 통신 TCN간의 최대 지연은 310ms 이하
- EGNOS의 경우에 기준국과 통합운영국은 710ms 이하
- EGNOS의 경우에 위성통신국과 통합운영국은 160ms 이하

⑤ 추가 고려사항

○ NOTAM 서비스와의 연동 여부

(나) 성능평가 및 검증 계획 수립

① Contractor에 의한 MITP(Master Integration and Test Plan) 수립

- MITP는 세부 계획을 위한 기초 작업을 제공
- 세부 계획을 위한 요구조건은 SOW의 Section 8.0에 기술되어 있음
- MITP는 도급자(Contractor) 포맷으로 준비되어야 함
- 도급자(Contractor)는 MITP에서 다음의 항목을 포함해야 함
  - 시스템 엔지니어링, 통합 및 테스트 활동 간의 관계
  - 시스템 통합 전략
  - 접근 시스템 전환 방안
  - 소프트웨어 강화 전략
  - 요구조건 기반의 시스템, 하드웨어 및 소프트웨어 테스트 전략
  - 회귀 테스트 전략
  - 시스템 통합 및 시험을 위한 종합 전략
  - VRTM(Verification Requirements Traceability Matrix)
  - 수락시험 전략 : Factory Acceptance Test 및 Site Acceptance Test
  - 통합 및 테스트 자원(resources)
  - 통합 및 테스트 관리 항목(description)

② 소프트웨어 및 하드웨어 승인(qualification)

- 소프트웨어 승인 요구조건은 RTCA/DO-178B에 따라 정의되어야 함
- 하드웨어 품질보증(assurance) 제공을 정의해야 함

③ 성능평가 및 검증을 위한 활동은 다음과 같음

- Development Test and Evaluation (DT&E)
  - Reliability testing : 분석적인 방법으로 검증되고, reliability 추적 프로그램으로 입증
  - Qualification testing : Preliminary Qualification Test (PQT), Formal Qualification Test (FQT), Design Qualification Test (DQT), Design Qualification Test Analysis DQTANA)
- Production Acceptance Test and Evaluation (PAT&E)
  - Factory Acceptance Testing (FAT), Site Acceptance Testing (SAT), Contract Acceptance Inspections (CAI)

○ Operational Test and Evaluation (OT&E)

- Static testing : 장기간의 연속적인 데이터 (예: 30일)
- Degraded operations testing : 다양한 시스템 설정에 대한 장기간 데이터 (예: 30일)
- Flight testing : 다수의 공항과 en-route 비행기의 여러 번의 착륙 (예:20~30회)
- Shakedown testing : 설치, 문서, 예비부분, 보안, 개인안전, 운영준비를 검증하기 위한 다수의 테스트 세트 (예: 20회 이상)

④ 성능평가 및 검증을 위한 활동은 다음과 같음

○ 시험평가 계획 수립

- SBAS 인증 기준, 시스템 요구사항, 시스템 개발 계획, 확인 및 검증 계획 등을 만족하도록 시험평가 계획을 작성
- 시험평가 일정/인력/환경의 정의, 시험평가 관리 및 통제 방안 수립 및 시험평가 완료 조건 정의 등을 수행

○ 시험평가 설계

- 시험평가에 사용할 테스트 프로시저 및 테스트 케이스가 안전성 평가 결과, 테스트 커버리지 등의 SBAS 인증 기준을 만족하도록 설계
- 테스트 케이스, 테스트 프로시저, 테스트 커버리지 기준 등 작성

○ 시험평가 환경 구성 및 유지

- 시험평가를 수행하기 위해 필요한 데이터, 도구/장비의 시험평가 환경 구축
- 인증 기준에 따른 시험평가 환경 검증 수행
- 시험 대상 시스템의 변경 내역을 시험평가 환경에 반영하여 시험평가 환경 유지

○ 시험평가 수행

- 시험평가 환경에서 시험평가 설계 시 작성한 테스트 프로시저 및 테스트 케이스를 수행
- 테스트 프로시저 실행, 테스트 커버리지 측정, 테스트 결과(Pass/Fail) 기록 등 수행
- 테스트 커버리지가 인증 기준을 만족하지 못할 경우 테스트 케이스/프로시저를 추가하여 시험평가 설계를 보완

○ 시스템 결함 보고

- 시험평가 시 발생한 결함을 식별하고, 이를 개발팀에게 전달하는 단계이며 개발 팀에서 시스템 보완 후 회귀 테스트 수행
- 테스트 결과 분석, 결함 확인, 관련자에게 결함 내용 전달, 회귀 테스트 등 수행

○ 시험평가 모니터링 및 통제

- 시험평가가 계획대로 진행되고 있는지를 모니터링
- 필요 시 시험평가 계획/설계/환경/담당자 등을 변경하여 시험평가를 통제

○ 시험평가 완료

- 시험평가 결과가 완료조건 충족 시 시험평가를 완료하는 프로세스
- 시험평가 환경 초기화, 시험평가 완료 보고서 작성 등 수행

6. 국외 기술협력 항목 도출

가. 체계 국외 기술협력 항목 도출

(1) 전체 세부기술 도출

○ SBAS 개발을 위한 전체 세부기술은 아래와 같음

○ 요구사항 분석 및 할당 기술, 안전성 평가 기술, 소프트웨어 및 하드웨어 품질 보증 기술, 서비스 및 시스템 사양 결정 기술, 항법성능 분석 기술, 시스템 설계 기술, 기반시설 관리 기술, 통합 및 검증 기술, 운영 기술

○ 위의 세부 기술들 중에서 기반시설 관리 기술과 시스템 설계 기술의 네트워크 설계 기술을 제외한 모든 항목은 국외 협력이 필요한 기술

(2) 국외 기술협력 필요 기술 도출

○ 요구사항 분석 및 할당 기술

- 시스템에 대한 요구사항 할당은 일정, 비용, 보안 등에 대한 위험 요소를 최소화하기 위해 국제 협력이 필요할 것으로 예상
- 요구사항 분석 및 할당 기술에 관한 자료를 입수 및 활용하여 국내 인증 체계에 적합한 요구사항 분석 및 규격 자료 생성

○ 안전성 평가 기술

- 시스템 안전성 평가는 항공 및 지상 안전성 평가 절차를 준수해야하며 시스템 고장 시뮬레이션을 통한 고장 영향 분석 등을 위한 경험적인 수치 등이 필요할 것으로 예상
- 안전성 평가 기술에 관한 자료를 입수 및 활용하여 국내 인증 체계에 적합한 안전성 평가 자료 생성

○ 소프트웨어 품질 보증 기술

- 시스템 소프트웨어 품질은 항공 및 지상 품질 보증 절차를 준수해야하며 이를 위한 도구, 시험 절차 및 테스트 조건 등의 경험, 노하우 등이 필요할 것으로 예상
- 소프트웨어 품질 보증 기술에 관한 자료를 입수 및 활용하여 국내 인증 체계에 적합한 품질 보증 자료 생성

○ 하드웨어 품질 보증 기술

- 시스템 하드웨어 품질은 항공 및 지상 품질 보증 절차를 준수해야하며 이를 위한 도구, 시험 절차 및 테스트 조건 등의 경험, 노하우 등이 필요할 것으로 예상

- 하드웨어 품질 보증 기술에 관한 자료를 입수 및 활용하여 국내 인증 체계에 적합한 품질 보증 자료 생성

○ 서비스 및 시스템 사양 결정 기술

- 서비스 및 시스템 사양 결정은 SBAS 개발 절차를 준수해야하며 이를 위한 임무 요구사항, 시스템 요구사항 등이 필요할 것으로 예상
- 서비스 및 시스템 사양과 관련된 자료를 입수 및 활용하여 국내 실정에 적합한 서비스 및 시스템 사양 자료 생성

○ 항법성능 분석 기술

- 항법성능 분석은 국제 표준 요구사항을 만족하여야 하며 항법의 무결성, 연속성, 가용성, 정확도 등에 직접적인 영향을 미치므로 국외 SBAS 개발 업체와의 국제 협력을 통하여 항법성능 분석을 수행하는 것이 적합할 것으로 예상
- 항법성능 분석과 관련된 자료를 입수 및 활용하여 국내 인증 체계에 적합한 알고리즘 기술서 및 성능 평가 결과서 등을 생성

○ 시스템 설계 기술

- 시스템 설계는 국제 표준 요구사항을 만족하여야 하며 시스템 구조, 인터페이스, 네트워크 등을 설계하고 평가해야하므로 국외 SBAS 개발 업체와의 국제 협력을 통하여 시스템을 설계하는 것이 적합할 것으로 예상
- 시스템 설계와 관련된 자료를 입수 및 활용하여 국내 인증 체계에 적합한 각 하위시스템의 구조, 인터페이스 및 네트워크 설계를 수행하여 이에 대한 설계서 및 평가 자료 생성

○ 통합 및 검증 기술

- 통합 및 검증은 국제 표준 요구사항을 만족하여야 하며 시스템의 무결성, 연속성, 가용성, 정확도 등에 직접적인 영향을 미치므로 국외 SBAS 개발 업체와의 국제 협력을 통하여 통합 및 검증을 수행하는 것이 적합할 것으로 예상
- 시스템 통합 및 검증과 관련된 자료를 입수 및 활용하여 국내 인증 체계에 적합한 시험 및 성능 평가 결과서 등을 생성

○ 운영 기술

- 시스템 운영은 국제 표준 요구사항을 만족하여야 하며 시스템의 전반적인 운영에 직접적인 영향을 미치므로 국외 SBAS 개발 업체와의 국제 협력을 통하여 운영과 관련된 요구사항, 시나리오, 운영 절차 및 교육 등을 수행하는 것이 적합할 것으로 예상
- 시스템 운영 및 교육 등의 기술과 관련된 자료를 입수 및 활용하여 국내 체계에 적합한 운영 체계 등을 수립

나. 기준국 국외 기술협력 항목 도출

(1) 국외 기술협력 세부기술 도출

○ 기준국 개발과 관련한 국외 협력 세부기술은 ‘기준국 설계·제작·설치·검증 기술’과 ‘기준국 운영·유지보수 기술’로 분류되며 세부 필요기술을 정리하면 다음과 같음

(2) 국외 기술협력 필요 기술 도출

○ 기준국 설계·제작·설치·검증 기술

- 기준국 장비 선정 및 SBAS 기준국 상세설계
- 기준국 소프트웨어 개발을 위한 절차 분석
- 기준국 소프트웨어 개념/기본설계
- 기준국 소프트웨어 상세설계 및 제작
- 기준국 하드웨어·소프트웨어 장비의 단위 모듈 성능검증 및 검증분석서 작성
- 기준국 통합 성능검증 기준/절차 개발
- 기준국 통합 성능검증 플랫폼 설계 및 제작
- 기준국 통합 성능검증 및 검증분석서 작성
- 기준국, 중앙처리국 통합 연동 성능검증 툴 개발

○ 기준국 운영·유지보수 기술

- 기준국 운영 모드와 모드별 운영절차 설계 및 절차서 제정
- 기준국 유지보수 절차 설계 및 절차서 제정
- 기준국 유지보수 도구 설계 및 제작

다. 중앙처리국 국외 기술협력 항목 도출

(1) 중앙처리국 시스템 기술협력 항목 도출

㉮ 요구사항 분석 및 할당 기술

- 하위시스템에 대한 요구사항 할당은 일정 지연 및 비용 상승에 대한 위험 절감을 위하여 기개발 업체와의 국외협력을 통하여 수행하는 것이 적합할 것으로 예상
- 국내 사업 수행 기관은 국외협력을 통하여 입수한 자료를 이용하여 국내 인증 체계에 적합한 요구사항 분석 및 규격 자료를 생성

㉯ 안전성 평가 기술

- 중앙처리국 안전성 평가는 항공용 안전성 평가 절차를 준수하여야 하며 고장모드 영향 분석 등의 안전성 평가 과정에는 고장율 등의 경험적인 수치 등이 필요하므로 일정 지연 및 비용 상승에 대한 위험 절감을 위하여 기개발 업체와의 국외협력을 통하여 수행하는 것이 적합할 것으로 예상
- 국내 사업 수행 기관은 국외협력을 통하여 입수한 자료를 이용하여 국내 인증 체계에 적합한 안전성 평가 자료를 생성

㉰ 소프트웨어 품질 보증 기술

- 중앙처리국 소프트웨어 품질 보증 절차는 항공용 절차를 준수하여야 하며 이를 위한 도구, 시험 절차 및 테스트 케이스 개발 경험 등이 필요하므로 일정 지연 및 비용 상승에 대한 위험 절감을 위하여 기개발 업체와의 국외협력을 통하여 수행하는 것이 적합할 것으로 예상
- 국내 사업 수행 기관은 국외협력을 통하여 입수한 자료를 이용하여 국내 인증 체계에 적합한 품질 보증 자료를 생성

㉱ 하드웨어 품질 보증 기술

- 중앙처리국 하드웨어 품질 보증 절차는 항공용에 준하는 절차를 준수하여야 하며 이를 위한 도구, 시험 절차 및 테스트 케이스 개발 경험 등이 필요하므로 일정 지연 및 비용 상승에 대한 위험 절감을 위하여 기개발 업체와의 국외협력을 통하여 수행하는 것이 적합할 것으로 예상
- 국내 사업 수행 기관은 국외협력을 통하여 입수한 자료를 이용하여 국내 인증 체계에 적합한 품질 보증 자료를 생성

㉲ 위성 궤도/시각 보정 정보 결정 기술

- 위성 궤도/시각 보정 정보 결정 성능은 항공용 국제 표준 요구사항을 만족하여야 하며

항법 정확성, 연속성, 가용성, 안전성 등에 직접적인 영향을 미치므로 일정 지연 및 비용 상승에 대한 위험 절감을 위하여 기개발 업체와의 국외협력을 통하여 수행하는 것이 적합할 것으로 예상

- 국내 사업 수행 기관은 필요시 국외협력을 통하여 입수한 기술을 이용하여 국내 인증 체계에 적합한 알고리즘 기술서 및 성능 평가 결과서 등을 생성

㉮ 위성 궤도/시각 무결성 정보 결정 기술

- 위성 궤도/시각 무결성 정보 결정 성능은 항공용 국제 표준 요구사항을 만족하여야 하며 항법 무결성, 연속성, 가용성, 안전성 등에 직접적인 영향을 미치므로 일정 지연 및 비용 상승에 대한 위험 절감을 위하여 기개발 업체와의 국외협력을 통하여 수행하는 것이 적합할 것으로 예상
- 국내 사업 수행 기관은 필요시 국외협력을 통하여 입수한 기술을 이용하여 국내 인증 체계에 적합한 알고리즘 기술서 및 성능 평가 결과서 등을 생성

㉯ 전리층 보정 정보 결정 기술

- 전리층 보정 정보 결정 성능은 항공용 국제 표준 요구사항을 만족하여야 하며 항법 정확성, 연속성, 가용성, 안전성 등에 직접적인 영향을 미치므로 일정 지연 및 비용 상승에 대한 위험 절감을 위하여 기개발 업체와의 국외협력을 통하여 수행하는 것이 적합할 것으로 예상
- 국내 사업 수행 기관은 필요시 국외협력을 통하여 입수한 기술을 이용하여 국내 인증 체계에 적합한 알고리즘 기술서 및 성능 평가 결과서 등을 생성

㉰ 전리층 무결성 정보 결정 기술

- 전리층 무결성 정보 결정 성능은 항공용 국제 표준 요구사항을 만족하여야 하며 항법 무결성, 연속성, 가용성, 안전성 등에 직접적인 영향을 미치므로 일정 지연 및 비용 상승에 대한 위험 절감을 위하여 기개발 업체와의 국외협력을 통하여 수행하는 것이 적합할 것으로 예상
- 국내 사업 수행 기관은 필요시 국외협력을 통하여 입수한 기술을 이용하여 국내 인증 체계에 적합한 알고리즘 기술서 및 성능 평가 결과서 등을 생성

㉱ 무결성 검사 기술

- 무결성 검사 성능은 항공용 국제 표준 요구사항을 만족하여야 하며 항법 무결성, 연속성, 가용성, 안전성 등에 직접적인 영향을 미치므로 일정 지연 및 비용 상승에 대한 위험 절감을 위하여 기개발 업체와의 국외협력을 통하여 수행하는 것이 적합할 것으로 예상
- 국내 사업 수행 기관은 필요시 국외협력을 통하여 입수한 기술을 이용하여 국내 인증 체계에 적합한 알고리즘 기술서 및 성능 평가 결과서 등을 생성

㉦ SBAS 메시지 생성 기술

- SBAS 메시지 생성 기술은 항공용 국제 표준 요구사항을 만족하여야 하며 항법 정확성, 무결성, 연속성, 가용성, 안전성 등에 직접적인 영향을 미치므로 일정 지연 및 비용 상승에 대한 위험 절감을 위하여 기개발 업체와의 국외협력을 통하여 수행하는 것이 적합할 것으로 예상
- 국내 사업 수행 기관은 필요시 국외협력을 통하여 입수한 기술을 이용하여 국내 인증 체계에 적합한 알고리즘 기술서 및 성능 평가 결과서 등을 생성

㉧ SBAS 네트워크 시간 결정 요구사항

- SBAS 네트워크 시간 결정 기술은 항공용 국제 표준 요구사항을 만족하여야 하지만 항법 정확성, 무결성, 연속성, 가용성, 안전성 등에 직접적인 영향을 미치지 않으므로 자체 개발도 가능할 것으로 예상. 그러나 이 경우 중앙처리국 소프트웨어를 수정해야 할 수 있으므로 이 때 발생 가능한 일정 지연 및 비용 상승에 대한 위험 절감을 위하여 기개발 업체와의 국외협력을 통하여 수행하는 것이 적합할 것으로 예상
- 다만, 국내 기준 UTC(Universal Time Coordinated)와의 연동이 필요한데 이 부분에 대한 경험을 보유한 국내 기관이 있을 경우 UTC 연동을 위한 기준국 설치 및 인터페이스 작업은 국내 기관에서 수행할 수 있을 것으로 예상
- 국내 사업 수행 기관은 필요시 국외협력을 통하여 입수한 기술을 이용하여 국내 인증 체계에 적합한 알고리즘 기술서 및 성능 평가 결과서 등을 생성

(2) 중앙처리국 기능 구현을 위한 핵심 기술협력 항목 도출

(가) 국외 기술협력 세부기술 도출 전략

- APV-I 시스템의 중앙처리국 핵심기술은 국외 기술협력을 통해 개발하고, CAT-I 시스템의 중앙처리국 핵심기술은 국내의 기술력으로 독자 개발
- 따라서 GPS 측정치에 대한 처리 및 보정 정보와 무결성 정보 생성 등의 기술은 국외 협력업체와 공동개발하고, 이에 대한 경험을 바탕으로 GPS외의 위성군에 대한 SBAS 기술 및 이중주파수 SBAS 기술은 독자적으로 개발을 추진

(나) 국외 기술협력 필요 기술 도출

○ 궤도력 데이터 처리 (KS-P-F1200)

- GPS 위성 궤도력 데이터 이상 감시 기술 [국외협력]
- GLONASS 위성 궤도력 데이터 이상 감시 기술

- Galileo 위성 궤도력 데이터 이상 감시 기술
- Beidou 위성 궤도력 데이터 이상 감시 기술
- GEO 위성 궤도력 데이터 이상 감시 기술 [국외협력]
- GPS 위성 궤도력 데이터 선정 기술 [국외협력]
- GLONASS 위성 궤도력 데이터 선정 기술
- Galileo 위성 궤도력 데이터 선정 기술
- Beidou 위성 궤도력 데이터 선정 기술
- 궤도력 데이터를 활용한 GPS 위성 궤도 및 시계오차 계산 기술
- 궤도력 데이터를 활용한 GLONASS 위성 궤도 및 시계오차 계산 기술
- 궤도력 데이터를 활용한 Galileo 위성 궤도 및 시계오차 계산 기술
- 궤도력 데이터를 활용한 Beidou 위성 궤도 및 시계오차 계산 기술

○ 측정치 전처리 (KS-P-F1300)

- GPS 코드 측정치 반송파 스무딩 필터 기술 [국외협력]
- GPS 코드 측정치 반송파 스무딩 필터 최적화 기술 [국외협력]
- GPS 이상 데이터 제거 기술 [국외협력]
- GPS 측정치 잡음 수준 감시 기술 [국외협력]
- GPS 다중경로 오차 수준 감시 기술 [국외협력]
- GPS 사이클 슬립 감시 기술 [국외협력]
- GLONASS 코드 측정치 반송파 스무딩 필터 기술
- GLONASS 코드 측정치 반송파 스무딩 필터 최적화 기술
- GLONASS 이상 데이터 제거 기술
- GLONASS 측정치 잡음 수준 감시 기술
- GLONASS 다중경로 오차 수준 감시 기술
- GLONASS 사이클 슬립 감시 기술
- Galileo 코드 측정치 반송파 스무딩 필터 기술
- Galileo 코드 측정치 반송파 스무딩 필터 최적화 기술
- Galileo 이상 데이터 제거 기술
- Galileo 측정치 잡음 수준 감시 기술
- Galileo 다중경로 오차 수준 감시 기술
- Galileo 사이클 슬립 감시 기술
- Beidou 코드 측정치 반송파 스무딩 필터 기술

- Beidou 코드 측정치 반송파 스무딩 필터 최적화 기술
- Beidou 이상 데이터 제거 기술
- Beidou 측정치 잡음 수준 감시 기술
- Beidou 다중경로 오차 수준 감시 기술
- Beidou 사이클 슬립 감시 기술

○ 신호 변형 감시 (KS-P-F1400)

- GPS 아날로그 신호 변형 감시 기술 [국외협력]
- GPS 디지털 신호 변형 감시 기술 [국외협력]
- GPS 신호 변형 오차 수준 감시 기술 [국외협력]
- GLONASS 아날로그 신호 변형 감시 기술
- GLONASS 디지털 신호 변형 감시 기술
- GLONASS 신호 변형 오차 수준 감시 기술
- Galileo 아날로그 신호 변형 감시 기술
- Galileo 디지털 신호 변형 감시 기술
- Galileo 신호 변형 오차 수준 감시 기술
- Beidou 아날로그 신호 변형 감시 기술
- Beidou 디지털 신호 변형 감시 기술
- Beidou 신호 변형 오차 수준 감시 기술

○ 코드-반송파 발산 감시 (KS-P-F1500)

- GPS 코드-반송파 발산 감시 기술 [국외협력]
- GPS 코드-반송파 발산 오차 수준 감시 기술 [국외협력]
- GLONASS 코드-반송파 발산 감시 기술
- GLONASS 코드-반송파 발산 오차 수준 감시 기술
- Galileo 코드-반송파 발산 감시 기술
- Galileo 코드-반송파 발산 오차 수준 감시 기술
- Beidou 코드-반송파 발산 감시 기술
- Beidou 코드-반송파 발산 오차 수준 감시 기술
- GEO 코드-반송파 발산 감시 기술 [국외협력]
- GEO 코드-반송파 바산 오차 수준 감시 기술 [국외협력]

○ 항법 위성 궤도 결정 (KS-P-F2100)

- GPS 위성 궤도/시계 오차 추정 필터 기술 [국외협력]
- GPS 위성 궤도/시계 오차 추정 필터 최적화 기술 [국외협력]
- GPS 위성 위치/시계 오차 정보 추정 필터 선험정보(a-priori) 선정 기술 [국외협력]
- GLONASS 위성 궤도/시계 오차 추정필터 기술
- GLONASS 위성 궤도/시계 오차 추정필터 최적화 기술
- GLONASS 위성 위치/시계 오차 정보 추정 필터 선험정보(a-priori) 선정 기술
- Galileo 위성 궤도/시계 오차 추정 필터 기술
- Galileo 위성 궤도/시계 오차 추정 필터 최적화 기술
- Galileo 위성 위치/시계 오차 정보 추정 필터 선험정보(a-priori) 선정 기술
- Beidou 위성 궤도/시계 오차 추정 필터 기술
- Beidou 위성 궤도/시계 오차 추정 필터 최적화 기술
- Beidou 위성 위치/시계 오차 정보 추정 필터 선험정보(a-priori) 선정 기술

○ GEO 위성 궤도 결정 (KS-P-F2200)

- GEO 위성 궤도/시계 오차 추정 필터 기술 [국외협력]
- GEO 위성 궤도/시계 오차 추정 필터 최적화 기술 [국외협력]
- GEO 위성 위치/시계 오차 정보 추정 필터 선험정보(a-priori) 선정 기술 [국외협력]
- GEO 위성 Almanac 데이터 결정 기술 [국외협력]
- GEO 위성 Ephemeris 데이터 결정 기술 [국외협력]
- GEO 위성 Ephemeris 공분산 행렬 결정 기술 [국외협력]

○ 위성 보정정보 결정 (KS-P-F2300)

- GPS 단기 보정치 결정 기술 [국외협력]
- GPS 장기 보정치 결정 기술 [국외협력]
- GLONASS 장기 보정치 결정 기술
- Galileo 장기 보정치 결정 기술
- Beidou 장기 보정치 결정 기술

○ UDRE결정 (KS-P-F3100)

- GPS 위성 궤도/시계 오차 수준 감시 기술 [국외협력]
- GPS UDRE 결정 기술 [국외협력]

○ DFRE/DFREC 결정 (KS-P-F3200)

- GPS 위성 궤도/시계 오차 수준 감시 기술
- GPS DFRE 결정 기술
- GPS DFREC 결정 기술
- GLONASS 위성 궤도/시계 오차 수준 감시 기술
- GLONASS DFRE 결정 기술
- GLONASS DFREC 결정 기술
- Galileo 위성 궤도/시계 오차 수준 감시 기술
- Galileo DFRE 결정 기술
- Galileo DFREC 결정 기술
- Beidou 위성 궤도/시계 오차 수준 감시 기술
- Beidou DFRE 결정 기술
- Beidou DFREC 결정 기술

○ 위성 궤도/시계 공분산 결정 (KS-P-F3300)

- GPS 위성 궤도 및 시계오차 공분산 행렬 추정 기술 [국외협력]
- GLONASS 위성 궤도 및 시계오차 공분산 행렬 추정 기술
- Galileo 위성 궤도 및 시계오차 공분산 행렬 추정 기술
- Beidou 위성 궤도 및 시계오차 공분산 행렬 추정 기술

○ 위성 보정정보 성능저하계수 결정 (KS-P-F3400)

- 단기 보정치 성능 저하 계수 결정 기술 [국외협력]
- 단기 보정치 변화율 성능 저하 계수 결정 기술 [국외협력]
- 장기 보정치 성능 저하 계수 결정기술 [국외협력]
- GEO 항법 메시지 성능 저하 계수 결정 기술 [국외협력]

○ 주파수간 바이어스 결정 (KS-P-F4100)

- GPS 위성 L1/L2, L1/L5 주파수간 바이어스 추정 필터 기술 [국외협력]
- GPS 위성 L1/L2, L1/L5 주파수간 바이어스 추정 필터 최적화 기술 [국외협력]
- GPS 위성 L1/L2, L1/L5 주파수간 바이어스 추정 필터 선험정보 (a-priori) 선정기술 [국외협력]
- GEO 위성 L1/L5 주파수간 바이어스 추정 필터 기술 [국외협력]
- GEO 위성 L1/L5 주파수간 바이어스 추정 필터 최적화 기술 [국외협력]
- GEO 위성 L1/L5 주파수간 바이어스 추정 필터 선험정보 (a-priori) 선정기술 [국외협력]
- 기준국 수신기 GPS L1/L2, L1/L5 주파수간 바이어스 추정 필터 기술 [국외협력]
- 기준국 수신기 GPS L1/L2, L1/L5 주파수간 바이어스 추정 필터 최적화 기술 [국외협력]
- 기준국 수신기 GPS L1/L2, L1/L5 주파수간 바이어스 추정 필터 선험정보 (a-priori) 선정기술 [국외협력]

○ 격자 수직 전리층 지연 결정 (KS-P-F4200)

- GPS L1/L2 이중 주파수 측정치 기반 경사 전리층 지연 추정 기술 [국외협력]
- GPS L1 측정치에 대한 전리층 통과점 수직 전리층 지연 추정 기술 [국외협력]
- GPS L1 측정치에 대한 전리층 격자점 수직 전리층 지연 추정 기술 [국외협력]

○ GIVE 결정 (KS-P-F5100)

- GPS L1/L2 이중 주파수 측정치 기반 경사 전리층 지연 오차 수준 추정 기술 [국외협력]
- GPS L1 측정치에 대한 전리층 통과점 수직 전리층 지연 오차 수준 추정 기술 [국외협력]
- GPS L1 측정치에 대한 전리층 격자점 수직 전리층 지연 오차 수준 추정 기술 [국외협력]
- 전리층 폭풍 감시 기술 [국외협력]
- Undersampled 전리층 위협 감시 기술 [국외협력]
- GIVE 결정 기술 [국외협력]

○ 전리층 보정정보 성능저하계수 결정 (KS-P-F5200)

- 전리층 지연 오차 보정정보 성능 저하계수 결정 기술 [국외협력]

○ UDRE 검사 (KS-P-F6100)

- UDRE 잔차 감시 기술 [국외협력]
- 내부 UDRE 감시 기술 [국외협력]
- 외부 UDRE 감시 기술 [국외협력]
- UDRE 공분산 감시 기술 [국외협력]

○ GIVE 검사 (KS-P-F6200)

- GIVE 적절성 감시 기술 [국외협력]

○ DFRE/DFREC 검사 (KS-P-F6300)

- DFRE 잔차 감시 기술
- 내부 DFRE 감시 기술
- 외부 DFRE 감시 기술
- DFRE 공분산 감시 기술

○ 거리 영역 무결성 검사 (KS-P-F6400)

- 단일 주파수 측정치 이용 UDRE/GIVE 통합 적절성 감시 기술 [국외협력]
- 이중 주파수 측정치 이용 DFRE 적절성 감시 기술

○ 위치 영역 무결성 검사 (KS-P-F6500)

- 단일 주파수 측정치 기반 위치 오차 이용 UDRE/GIVE 통합 적절성 감시 기술 [국외협력]
- 이중 주파수 측정치 기반 위치 오차 이용 DFRE 적절성 감시 기술

○ SBAS 메시지 스케쥴링 (KS-P-F7100)

- 단일 주파수 사용자 성능 유지를 위한 L1 보강 메시지 방송 순서 스케줄링 기술 [국외협력]
- 이중 주파수 사용자 성능 유지를 위한 L5 보강 메시지 방송 순서 스케줄링 기술

○ SBAS 메시지 인코딩 (KS-P-F7200)

- 단일 주파수 사용자 성능 유지를 위한 L1 보강 정보 인코딩 기술 [국외협력]
- 이중 주파수 사용자 성능 유지를 위한 L5 보강 정보 인코딩 기술
- L1 SBAS 메시지 생성 기술 [국외협력]
- L5 SBAS 메시지 생성 기술
- L1 SBAS 메시지 FEC 인코딩 기술 [국외협력]
- L5 SBAS 메시지 FEC 인코딩 기술

○ SBAS 기준 시간(SNT) 결정 (KS-P-F8100)

- SBAS 네트워크 시각과 GPS 시각 동기 기술 [국외협력]
- SBAS 네트워크 시간과 UTC 시각 편이 결정 기술 [국외협력]

○ SBAS 네트워크 시간 결정 (KS-P-F8200)

- 기준 UTC 표준에 대한 UTC 파라미터 결정 기술
- GPS, GLONASS 간 Time offset 결정 기술 [국외협력]
- GPS, Galileo 간 Time offset 결정 기술
- GPS, Beidou 간 Time offset 결정 기술

라. 위성통신국 및 위성임차 국외 기술협력 항목 도출

(1) 국외 기술협력 세부 기술 도출

○ 위성통신국 구성 장치에 대한 개발 전략은 크게 3가지로 국내에서 개발하는 방안, 국외와 협력하여 개발하데 이를 공동으로 수행하는 방안과 국외에서 개발해 이를 도입하는 형태이며 해당 항목을 정리하면 다음과 같음

(2) 국외 기술협력 필요 기술 도출

① 요구사항 분석 및 할당 기술

○ 위성통신국은 사용자의 요구사항을 만족시킬 수 있도록 설계

○ 최종 제작된 시스템이 설계된 대로 요구사항을 만족시킨다는 것을 증명

○ 시스템 요구사항 분석, 설계, 제작, 시험 과정은 할당된 품질 요구조건 프로세스를 만족하여야 함

○ 시스템 설계 시 다음 항목들에 대한 요구사항의 세분화 및 구체화가 필요하다.

- 위성통신국에 할당된 연속성 및 무결성, 가용성 요구조건
- 위성통신국에 할당된 소프트웨어 및 하드웨어 품질 요구조건

② 소프트웨어 품질 보증 및 설계 기술

○ 위성통신국에서 사용되는 소프트웨어 대한 품질 보증 기술은 위성통신국에 할당된 연속성, 가용성 및 무결성을 만족시킬 수 있도록 시스템의 안전성을 고려하여 설계

○ 최종 제작된 시스템이 설계된 대로 안전성을 만족시킨다는 것을 증명하여야 함

○ 시스템 요구사항 분석, 설계, 제작, 시험 과정은 할당된 품질 요구조건 프로세스를 만족하여야 함

③ 하드웨어 품질 보증 및 설계 기술

○ 위성통신국에 할당된 서비스의 연속성, 가용성 및 무결성을 만족될 수 있도록 시스템의 안전성을 고려하여 설계

○ 최종 제작된 시스템이 설계된 대로 안전성을 만족시킨다는 것을 증명하여야 함

○ 시스템 요구사항 분석, 설계, 제작, 시험 과정은 할당된 품질 요구조건 프로세스를 만족하여야 함

④ SBAS 신호생성 요구사항

○ 위성통신국에서의 PRN 코드 생성 기능, SBAS 메시지 부호화 기능 및 보정정보에 대한 변조 기능에 대한 요구사항에 대한 수치화가 필요함

○ 이들 요구사항은 시스템 설계 시 관련된 항목들에 대한 요구사항의 세분화 및 구체화가 필요

- GPS C/A코드 형태의 PRN 코드의 SBAS 용으로의 생성 요구조건
- 중앙처리국이 전송해준 SBAS 메시지에 대한 오류정정부호화 요구조건

⑤ 시각동기 기능 요구사항

○ GPS와 SBAS신호간에 상호 운용성(Interoperability)을 위해 신호간에 동기를 유지해야 하며 이를 위해 GPS와 SBAS의 시간을 감시하고 제어할 수 있어야 함

○ GPS와 SBAS의 상호운용성과 GEO Ranging기능을 위해서는 시각적인 동기뿐 만 아니라 SBAS신호가 코드 및 반송파가 위성을 출발할 때 도플러 등에 대하서도 동기와 항상 한 코드내에 일정수의 반송파가 유지되도록 제어

○ SBAS신호가 GEO위성을 출발할 때 GPS와 동기되도록 제어하는 기능으로 함께 정밀궤도절정이 필수적임

○ 시스템 설계 시 다음 항목들에 대한 요구사항의 세분화 및 구체화가 필요

- GPS와 SBAS신호 상호 운용성을 위한 신호간 동기 요구조건
- SBAS 신호의 코드 및 반송파의 위성출발 시 도플러 동기 및 코드 내 일정수의 반송파 유지 요구조건
- SBAS신호가 GEO위성을 출발할 때 GPS와 동기를 위한 제어 기능 요구조건

○ 송출 L1 및 L5 SBAS신호의 무결성과 동기화 제어를 위한 신호 수신기능을 제공

○ 동기화 제어를 위한 GPS L1 및 L5 신호수신기능을 제공

○ SBAS메시지 및 주/부 중앙처리국이 제공 정보에 대한 무결성을 체크

○ SBAS 메시지의 무결성이나 주/부 중앙처리국이 제공 정보에 대한 무결성을 확인할 수 있어야 하며 이를 바탕으로 사용할 메시지를 제공

- SBAS L1/L5수신기능 및 신호간 동기 요구조건
- 동기화 제어를 위한 GPS L1/L5 신호수신 기능에 대한 요구조건
- SBAS 메시지 무결성 체크에 대한 요구조건
- 주/부 중앙처리국이 제공하는 SBAS 메시지 및 운용상태 수신 요구조건

마. 통합운영국 국외 기술협력 항목 도출

(1) 전체 세부기술 도출

○ 데이터 수집 / 분석

○ 기준국, 중앙처리국, 위성통신국, 네트워크 감시 및 제어

○ 기준국, 중앙처리국, 위성통신국, 네트워크 유지보수

○ 기준국, 중앙처리국, 위성통신국, 네트워크 원격 감시 / 제어

○ 네트워크 인터페이스 설계

○ 전원 관리

(2) 국외 기술협력 필요 기술 도출

○ 국외 사례를 검토하고 해당 장비 개발에 있어 자료 수집이 필요하며 경우에 따라 공동 개발 및 시험이 선행되어야 함

○ 이를 위해 하드웨어 및 소프트웨어와 관련한 국외협력을 위한 주요 기능 별 고려 사항을 정리하면 다음과 같음

○ 하드웨어적인 부분

- 데이터 베이스 관련 장비
  - ▸ WAAS나 EGNOS와 같은 유사 시스템의 DB 구축방법 및 시스템 아키텍쳐
  - ▸ 백업 혹은 이중화 시스템에 대한 운영 방식
- 시스템 감시 장비
  - ▸ 장비 성능, 상태 감시를 위한 내부 네트워크 구성, 설정
  - ▸ 장비 및 시스템 이상 시 대체 장비 및 시스템 이중화 구성 방식
  - ▸ 장비 및 시스템 이상 감지 후 반응에 대한 최대 지연시간
  - ▸ 시스템 성능 표현 방식 및 장비의 상태 표시 방법
- 시스템 제어 장비
  - ▸ 제어 명령 전달 시 최대 지연시간
  - ▸ 경보시스템과 연동되는 시각, 청각 장치 구성 및 제원
- 유지보수 장비

▸ 장비 및 시스템 유지보수 주기 및 일정관리

▸ 특이 사항 발생 시 대처 방안 노하우

- 네트워크 장비 및 전용 회선 구성

▸ 네트워크 구성 및 보안 관련 사항

▸ 외부 시스템으로 서비스 제공을 위한 네트워크 인터페이스 설계 시 고려 사항

- 전원 관련 장비

▸ 안정적인 전원 공급을 위한 시스템 구성

○ 소프트웨어적인 부분

- 데이터 베이스 관련

▸ 각 종 데이터 수집 및 저장, 기록을 위한 형식

▸ 다른 시스템으로의 데이터 전송이나 유지보수 등을 위해 새롭게 정의된 데이터 형태의 재생산에 대한 고려사항

- 시스템 감시 관련

▸ 각종 해당 데이터들의 자료 처리 방법

- 시스템 제어 관련

▸ 유사한 기존 시스템에서 사용하는 제어 명령 체계

▸ 제어 명령 메시지의 전송 속도, 패킷 형식, 패킷 길이 제한 등

- 원격운영

▸ 외부 침입으로 부터 보호 절차, 보호 수준

▸ 원격 제어 및 감시 시 관련 데이터 및 로그 기록 방법

- 전반적인 소프트웨어 개발 관련

▸ 소프트웨어 인증, 검증, 통합에 대한 세부 고려 사항 및 진행 방법

▸ 소프트웨어 개발 과정에서 필요한 요구사항 선정, 설계, 코딩 과정 등 일련의 각 과정에서 요구되는 사항 확정

▸ 시스템 안전성(safety) 평가 과정과 관련된 시스템 요구사항, 기능적인 면에서 위협요소 평가 등 일련의 과정과 고려 사항

○ 시스템 운영을 위한 훈련(training)

- 운영자

▸ 시스템을 운영하고 감시할 운영자를 위한 훈련방법과 필요 장비

▸ 유지보수 인원

- 문제해결을 통해 시스템을 유지보수하는 인원을 위한 훈련방법 및 필요장비

▸ 문제 발생 시 SBAS 시스템 구성요소의 제거 및 대체하는 방법

(3) 통합운영국 기능 구현을 위한 핵심 기술협력 항목 도출

(가) 전체 세부기술 도출

○ 데이터 수집 및 분석

- SBAS 외부 인터페이스 데이터 수집
- SBAS 외부 인터페이스 데이터 재생산
- SBAS 데이터 처리
- SBAS 로그 데이터 표시
- 위치 오차 및 가시위성 표시
- SBAS 데이터 백업

○ 시스템 감시 및 제어

- 자료 처리
- SBAS 시스템 온라인 성능 감시
- SBAS 서비스 온라인 감시
- SBAS 장비 및 구성요소 감시
- 제어 명령 전달
- 경보

○ 시스템 유지보수

- 보정 유지보수
- 주기적인 유지보수

○ 원격 운영

- 원격 감시
- 원격 제어

○ 네트워크 인터페이스

○ 전원 공급 및 제어

(나) 국외 기술협력 필요 기술 도출

○ 한국항공우주연구원 및 한국전자통신연구원 등 위성 운영 시스템 개발 경험이 있는 기관을 중심으로 국외 자문 및 공동 개발을 통하여 기술자립화 추진

- 국외 공동 개발 및 기술 자문 업체로는 미국의 Raytheon, ITT, Stanford University, MITRE, Honeywell, 유럽의 TAS(Thales Alenia Space), GMV, EADS, 일본의 ENRI, NEC 등이 있음

○ 시스템 검증을 위한 안전성 평가 기술의 경우 국내 기술 수준이 부족하므로 국외 관련 기관과의 공동 개발을 통하여 기술 획득 추진

제3절 APV-I급 SBAS 개발을 위한 국외 기술협력 방안

1. APV-I급 SBAS 개발 국외 기술협력 공동개발 전략

가. 체계 국외 기술협력 공동개발 전략

(1) 시스템 체계 개발 업무

○ 국외 기술협력 방안 수립을 위하여 시스템 체계 개발 관련 업무를 다음 표와 같이 정리하였으며 해당 업무를 수행하는 데 필요한 기술의 국내 보유 수준과 시스템 성능 목표 달성에 필요한 기술 수준을 TRL(Technology Readiness Level)로 나타내었음

○ 주요 활동 별 기술의 국내 보유 수준은 다음과 같이 설정

- 국내 개발 경험이 전무한 GNSS 기반 항행시스템 개발을 위한 체계공학 기술들에 대한 기술 수준은 TRL 1로 설정
- 국내에 충분한 기술을 보유하고 있으나 GNSS 기반 항행시스템에 적용한 경험이 없는 네트워크 및 기반 시설 관련 기술 수준은 TRL 6으로 설정
- 실험실 수준에서 연구가 진행된 바 있는 항법 성능 관련 기술들에 대한 기술 수준은 TRL 4로 설정
- GBAS와 관련되어 연구가 수행된 바 있는 비행 검사의 경우 SBAS에 적용된 바가 없으므로 관련 기술들에 대한 기술 수준은 TRL 2로 설정

○ 개발될 시스템은 APV- 급 항공용 인증을 획득하여야 하므로 필요 기술 수준은 최종 단계인 TRL 9로 설정

〈표 2.3-1〉 시스템 체계 개발 업무 내용

주요 활동		업무 내용	기술수준 (TRL)	
			국내	필요
총괄 관리		진도 보고서 작성 및 진도 보고, 위험, 일정, 자원, 변경, 보안, 산출물 관리, 대외 업무 등	-	-
품질 관리		품질 관리 보고서 관리, 품질 관리 계획 수립. SW 품질 관리 요구사항 작성, 하위시스템 품질 관리 절차 및 산출물 검토 등	1	9
안전성 관리		안전성 위협 요인 식별 및 분석, 안전성 감시 방안 정의, 무결성 요구사항 분석, 안전성 권고사항 작성, 시스템 및 하위 시스템 안전성 분석, 안전성 평가 산출물 정리, 안전성 보고서 작성 등	1	9
시스템 총괄	기술 총괄	진도 보고서 및 진도 보고 중 기술 부분 관리, 위험 분석 참여, 네트워크/GEO/기반 시설 기술 검토, 변경 기술 검토, 기술 문서 관리 등	1	9
	서비스/시스템 규격 정의	임무 요구조건 분석, 서비스 운영/유지보수 요구사항 작성, 시스템 규격 작성, 체계 공학 SW 도구 개발, 적용 문서 형상 관리, 요구사항 문서 관리 등	1	9
시스템 설계	구조 설계, 인터페이스 (IF) 설계, 하위시스템 규격 설계	시스템 아키텍쳐 설계, 내부 IF 설계, 외부 IF 설계, 하위시스템 규격 설계, 하위시스템 개발 및 구매 결과 검토, 하위시스템 수락 시험, 하위 시스템 규격 변경 관리 등	1	9
	네트워크	네트워크 성능 요구사항 분석, 네트워크 규격 정의, 네트워크 사업자 관리, 시험 도구 개발, 시험 평가 수행, 시험 보고서 작성 등	6	9
항법성능분석		시스템 제한 조건 분석, 지역적 배치 분석, 성능 요구조건 분석, 성능 분배 및 할당, 성능 분석	4	9
운영체계		운영 요구사항 분석, 운영 및 유지보수 시나리오 정의, 운영 절차 작성, 유지보수 절차 작성, 절차 검증, 운영자 교육 준비, 초기 운영 지원	1	9
통합 검증		시스템 규격 및 인터페이스 분석, 통합 검증 계획, 시험 시나리오/절차 작성, 검증 도구 개발, 하위시스템 통합, 모사 환경/운영 환경 시험, 시험 보고서 및 결과서 작성	1	9
비행 검사		시스템 요구사항 분석, 비행 검사 시나리오/절차 개발, 비행 검사 수행, 비행 검사 보고서 작성	2	9
기반 시설		장비 설치 요구조건 분석, 후보지 선정 및 설치 환경 분석, 전파 환경 및 신호 수신 환경 분석, 설치 후보지 분석 결과 보고서 작성, 장비 설치 장소 선정, 인프라 구축	6	9

○ 시스템 체계 개발을 위한 주요 업무를 분담하기 위한 공동개발 주체 간의 업무 분장은 크게 다음과 같음

- 국내 체계 담당 연구기관 : 시스템 설계, 시스템 요구사항 도출, 시스템 검증 방법 도출, 통합시험 및 시험평가 주관, 시험 운영 수행 등
- 국내 체계 담당 업체 : 시스템 장비 설계 및 개발, 하위 시스템 통합, 시스템 시험평가 수행, 시스템 장비 성능개선 등
- 국외 체계 담당 업체 : 시스템 설계 및 개발 기술 협력, 시험평가 기술 협력, 시험운영 기술 협력

(2) 시스템 체계 개발 국외 기술협력 필요 기술

○ 시스템 체계 개발에 필요한 세부 기술 중 주요 국외협력 필요 기술은 다음 표와 같이 선정할 수 있음

〈표 2.3-2〉 시스템 체계 개발 국외 기술협력 필요 기술

주요활동	세부활동	국외협력 필요기술	관련 표준
사업관리	진도보고/일정 관리	- 주요 검토회의 수행기술	
	위험관리	- 기술적 위험 예측 및 해결기술	
	자원관리	- 투입자원 예측기술	
	형상관리	- 형상관리 계획 수립 기술	
안전성관리	공통원인분석	- 공통요인분석(CMA) 기술 - 구역안전성분석(ZSA) 기술 - 환경위험분석(PRA) 기술	SAE/ARP4761
	안전성평가	- 기능 위해요소 평가(FHA) 기술 - 결함수분석(FTA) 기술 - 고장 모드 영향 분석(FMEA) 기술	SAE/ARP4761
	안전성 평가 산출물 작성	- 안전성 평가 산출물 생성 기술	
품질관리	SW 품질 보증 절차 수행	- 품질 보증 절차 만족 및 산출물 생성 기술	RTCA/DO-178 or 278
	HW 품질 보증 절차 수행	- 품질 보증 절차 만족 및 산출물 생성 기술	FAA-G-2100G ECSS-Q-ST-60-02C
요구사항/ 규격관리	요구사항 분석/시스템 요구사항 작성	- SBAS 요구사항 정의 기술	
	시스템 규격서 작성/업무 기술서 작성	- SBAS 규격/업무 정의 기술	ICAO SARPs, RTCA/DO-229
시스템/IF 설계	하위시스템 요구조건 할당 및 규격서 작성	- 요구조건 할당 및 하위시스템 규격 정의 기술	
성능관리	성능 할당 및 조정	- 하위시스템 성능 할당 기술	
	예상 및 실제 항법 성능 분석	- 항법 성능 분석 기술	ICAO SARPs, RTCA/DO-229
운영/유지 보수 체계	운영/유지보수 절차서 작성	- 운영/유지보수 시나리오 정의 및 적합성 검증 기술	
	운영/유지보수 교육 준비	- 운영/유지보수 교육자료 생성 기술	
시스템통합 및검증시험	시험 계획 수립	- 검증 시험계획 수립 기술 - 검증도구 개발 기술	SAE/ARP4754
	통합 및 검증 시험	- 시스템 통합 기술 - 시스템 검증 시험 수행 및 분석 기술	SAE/ARP4754

(3) 시스템 체계 개발 국외 기술협력 방안 및 비중 선정

○ 위와 같은 공동개발 주체들의 업무 분장 및 국외 협력 필요 기술을 기반으로 수립된 주요 기술에 대한 국외 협력 방안은 다음과 같음

- 시스템 설계 기술

▸ 일정 지연 및 비용 증가 등의 위험 요인이 발생을 방지하기 위하여 시스템 제약 조건 분석 및 기대 성능 요구사항 분석 등은 국내 체계 담당기관과 국외협력업체와의 협력에 의하여 공동 수행하고 이에 따른 기술을 습득

▸ 성능 요구사항 정의, 하위시스템 성능 요구사항 할당/알고리즘 규격 정의, 시스템 설계 및 타당성 평가서 작성은 국외협력업체에서 수행하고 국내 담당기관은 결과에 대한 검토 및 인증 산출물 작성을 수행

- 시스템 제작 기술

▸ 일정 지연 및 비용 증가 등의 위험 요인이 발생을 방지하기 위하여 시스템 요구사항 정의 및 설계, 현지화, 검증 시험 등은 국내 체계 담당기관과 국외협력업체와의 협력에 의하여 공동 수행하고 이에 따른 기술을 습득

▸ 소프트웨어 및 하드웨어 제작의 대부분은 국외협력업체에서 수행하고 국내 담당기관은 결과에 대한 검토 및 인증 산출물 작성을 수행

- 시스템 구매 기술

▸ 일정 지연 및 비용 증가 등의 위험 요인이 발생을 방지하기 위하여 구매 규격서 작성 및 시험 평가 등은 국내 체계 담당기관과 국외협력업체와의 협력에 의하여 공동 수행하고 이에 따른 기술을 습득

- 시스템 시험평가 기술

▸ 일정 지연 및 비용 증가 등의 위험 요인이 발생을 방지하기 위하여 시스템 요구조건 분석, 시험 절차 개발, 시험 수행, 보고서 작성 등은 국내 체계 담당기관과 국외협력업체와의 협력에 의하여 공동 수행하고 이에 따른 기술을 습득

▸ 테스트 케이스 작성은 국외협력업체에서 수행하고 국내 담당기관은 결과에 대한 검토 및 인증 산출물 작성을 수행

- 시스템 보증 기술

▸ 일정 지연 및 비용 증가 등의 위험 요인이 발생을 방지하기 위하여 시스템 요구조건 분석, 설계, 산출물 생성 등은 국내 체계 담당기관과 국외협력업체와의 협력에 의하여 공동 수행하고 이에 따른 기술을 습득

▸ 시스템 개발 및 개발 시험은 국외협력업체에서 수행하고 국내 담당기관은 결과에 대한 검토 및 인증 산출물 작성을 수행

○ 위와 같은 협력 방안을 바탕으로 주요 활동에 대한 협력 방안 및 협력 비중은 다음과 같이 선정되었음

- 협력 방안 및 비중은 앞서 제시된 국내 기술 수준, 목표 기술 수준, 추가 비용 및 일정 지연 위험, 후속 사업을 위한 기술 확보 계획 등을 고려하여 선정
- 협력 방안 정의 (우주개발사업 세부실천로드맵, 과기부·건교부 등, 2007)
  - ▸ 국외기술도입 : 국내인력은 OJT(On the Job Training) 가능. 원칙적으로 후속 사업에 대한 기술자립화 계획 없음. 최종기술성능책임은 국외기관에 있음
  - ▸ 국외 기술협력개발 : 국내인력이 참여하여 기술이전으로 기술 확보. 개발참여 및 기술이전의 정도가 높지 않음. 최종기술성능책임은 국외기관에 있음
  - ▸ 국외공동개발 : 국내인력이 공동개발에 참여하여 기술이전으로 기술 확보. 후속 유사사업의 경우 국내주도 이상의 기술자립화를 목표. 최종기술성능책임은 국외기관에 있음
  - ▸ 국내주도개발 : 국내기술기반 중심의 개발 방식. 개발비 15% 내외의 포괄적 기술자문 가능. 최종기술성능책임은 국내기관에 있음
  - ▸ 국내독자개발 : 국내기술기반 중심의 개발 방식. 개발비 5% 내외의 부분적, 제한적 기술자문 가능. 최종기술성능책임은 국내기관에 있음

〈표 2.3-3〉 시스템 체계 개발 국외 기술협력 방안 및 비중

주요 활동		협력 방안	협력 비중 (국내:국외)	협력 방안 및 비중 선정 근거
총괄 관리		공동개발	20:80	주요 하위시스템이 국외 업체의 기개발 시스템에 기반하여 개발될 예정이므로 각자 담당 업무에 대한 관리 기능이 수행되어야 하며 국외 업체의 관리 비중이 크게 산정됨
품질 관리		기술협력	20:80	국내에는 SBAS 관련 품질 관리 경험이 전혀 없어 기술 수준이 매우 낮으므로 국외 업체에 대한 의존도가 높음. 또한 품질 관리는 대부분 하위시스템 SW 및 HW 개발 절차에 적용되므로 하위시스템 개발의 주체인 국외 업체의 품질 관리 작업 비중이 큼
안전성 관리		공동개발	50:50	국내에는 SBAS 관련 안전성 관리 경험이 전혀 없어 기술 수준이 매우 낮으므로 국외 업체에 대한 의존도가 높음. 그러나 국내 인증 기관의 검토를 위한 안전성 산출물 생산 업무를 국내에서 수행하여야 하므로 동일한 비중 적용
시스템 총괄	기술 총괄	공동개발	20:80	국내에는 SBAS 관련 시스템 제작 경험이 전혀 없어 기술 수준이 매우 낮으므로 일정 지연에 대한 위험을 방지하기 위하여 국외 업체에 대한 의존도를 높게 설정
	서비스/ 시스템 규격 정의	공동개발	20:80	국내에는 SBAS 관련 시스템 제작 경험이 전혀 없어 규격 정의를 새로 수행하여야 하며 개발 경험이 없을 경우 시행착오를 거쳐 규격을 확정할 수 있기 때문에 일정 지연 위험 방지를 위하여 기개발 국외 업체에 대한 의존도를 높게 설정
시스템 설계	구조, IF, 규격 설계	기술협력	20:80	국내에는 SBAS 관련 시스템 제작 경험이 전혀 없어 설계를 새로 수행하여야 하며 개발 경험이 없을 경우 시행착오를 거쳐 설계를 확정할 수 있기 때문에 일정 지연 위험 방지를 위하여 기개발 국외 업체에 대한 의존도를 높게 설정
	네트워크	국내주도	70:30	하위시스템 간 네트워크 시설은 국내 네트워크 사업자가 제공하여야 하며 국내 네트워크 관련 시험 및 서비스 기술 수준은 매우 높으므로 국내 주도로 개발 수행 가능. 단, SBAS 성능 만족을 위한 요구사항 및 시험에 대한 요구조건은 전체 시스템 요구사항 및 설계의 영향을 받으므로 국외 업체와의 협력 필요

항법성능분석	기술협력	20:80	SBAS 항법 성능을 위한 기술은 국내에서 어느 정도 보유하고 있으나 실제 구현될 알고리즘을 이용한 성능 분석 작업이 수행되어야 하므로 알고리즘을 보유하고 있는 국외 업체에 대한 의존도를 높게 설정
운영체계	공동개발	20:80	국내에는 SBAS 운영 경험이 없어 기술 수준이 낮으므로 국외 업체의 경험을 바탕으로 국내 고유 요구사항을 적용할 수 있도록 협력 비중 선정
통합 검증	공동개발	60:40	국내에는 상용 SBAS에 대한 검증 경험이 없으므로 국외 업체의 지원이 크게 필요하나 시스템 통합 및 시험 자체에는 크게 기술력이 필요하지 않으므로 국외 업체의 요구사항 및 교육을 바탕으로 국내에서 직접 통합 및 검증 업무 수행 가능
비행 검사	국내독자	100:0	국내에서 GBAS 시스템 및 타 항행안전시설에 대한 비행검사 경험을 보유하고 있으며 이에 따른 절차 및 시나리오 개발 능력이 있으므로 국내 독자 수행 가능
기반 시설	국내독자	100:0	일반적인 시설 구축에 대한 기술은 충분히 보유하고 있으며 전파 환경 및 신호 수신 환경에 대한 분석 경험은 타 GNSS 장비 설치 경험을 통하여 보유하고 있으므로 SBAS 장비 고유 요구조건에 대한 자문만을 받아 국내주도로 수행 가능

나. 기준국 국외 기술협력 공동개발 전략

(1) 기준국 개발 업무

○ 국외 기술협력 방안 수립을 위하여 기준국 개발 관련 업무를 다음 표와 같이 정리하였으며 해당 업무를 수행하는 데 필요한 기술의 국내 보유 수준과 시스템 성능 목표 달성에 필요한 기술 수준을 TRL(Technology Readiness Level)로 나타내었음

○ 기존에 개발 구축된 DGPS 기준국 인프라 및 관련 운영기술에 대한 국내 기술수준을 반영함

〈표 2.3-4〉 기준국 개발 업무 내용

주요 활동	업무 내용	기술수준 (TRL)	
		국내	필요
총괄 관리	진도 보고서 작성 및 진도 보고, 위험, 일정, 자원, 변경, 보안, 산출물 관리, 대외 업무 등	-	-
품질 관리	품질 관리 보고서 관리, 품질 관리 계획 수립. SW 품질 관리 요구사항 작성, 산출물 생성 등	1	9
안전성 관리	안전성 위협 요인 식별 및 분석, 안전성 감시 방안 정의, 안전성 요구사항 분석, 안전성 권고사항 분석, 안전성 분석, 안전성 평가 산출물 정리, 안전성 보고서 작성 등	1	9
요구사항 분석	하위시스템 요구조건 분석, 부품 규격 작성, 요구사항 문서 관리 등	4	9
시스템 설계	시스템 아키텍쳐 설계, 내부 IF 설계, 외부 IF 설계, 부품 규격 설계, 부품 개발 및 구매 결과 검토, 부품 수락 시험, 부품 규격 변경 관리 등	4	9
SW 설계 및 제작	SW 요구사항 분석, 알고리즘 개발, SW 설계, SW 코딩, SW 시험, SW 품질 보증 산출물 작성 등	4	9
HW 설계 및 제작	HW 요구사항 분석, HW 설계, HW 제작, HW 시험, HW 품질 보증 산출물 작성 등	4	9
통합 검증 시험	기준국 규격 및 인터페이스 분석, 검증 계획, 시험 시나리오/절차 작성, 검증 도구 개발, SW/HW 통합, 모사 환경/운영 환경 시험, 시험 보고서 및 결과서 작성	4	9

(2) 기준국 개발 국외 기술협력 필요 기술

○ 기준국 사이트 조사·선정 및 IF/통합시험 기술

- 기준국 사이트 선정에 필요한 기반기술을 확보함으로써 향후 CAT-I 서비스로의 진화와 유사한 인프라 개발·구축에서는 확보한 기술을 기반으로 기준국 사이트를 선정할 수 있도록 추진함
- 연구의 기간은 12개월 이내가 되도록 하고, 국외협력 비용을 최소화 할 수 있는 방법을 모색함
- SBAS 기준국 사이트 선정을 위한 환경 조사 절차 개발
- SBAS 기준국 사이트 선정을 위한 환경 데이터 분석
- SBAS 기준국 사이트 선정 및 선정 결과보고서 작성

○ 기준국 설계·제작·설치·검증 기술

- 기준국 설계·제작·설치·검증에 필요한 기반기술을 확보함으로써 향후 CAT-I 서비스로의 진화와 유사한 인프라 개발·구축에서는 확보한 기술을 기반으로 자체적으로 기준국(특히 소프트웨어)을 설계·제작· 설치·검증할 수 있도록 추진함
- 연구의 기간은 24개월 이내가 되도록 하고, 국외협력 비용을 최소화 할 수 있는 방법을 모색함

○ 기준국 운영·유지보수 기술개발

- 기준국 운영·유지보수 기술개발에 필요한 기반기술을 확보함으로써 향후 CAT-I 서비스로의 진화와 유사한 인프라 개발·구축에서는 확보한 기술을 기반으로 한국 실정에 맞게 운영 및 유지보수가 가능하도록 추진함
- 연구의 기간은 12개월 이내가 되도록 하고, 국외협력 비용을 최소화 할 수 있는 방법을 모색함

○ 기준국 개발에 필요한 세부 기술 중 주요 국외협력 필요 기술은 다음 표와 같이 선정할 수 있음

〈표 2.3-5〉 기준국 개발 국외 기술협력 필요 기술

구분	부품/기능		국외협력 필요기술
기준국 사이트 선정 및 IF/통합시험	환경조사/분석		- 기준국 사이트 선정을 위한 환경 조사 절차 - 기준국 사이트 선정을 위한 환경 데이터 분석
	사이트 선정		- 기준국 사이트 선정 및 결과 분석
	IF/통합시험		- 중안처리국과의 연동 및 검증시험 기술
설계/제작/설치/검증	H W	GPS/SBAS 기준국 수신장비	- 요구성능/사양 정의 - 단위 시험평가 - 하드웨어 선정 절차와 기준 - 하드웨어 조달 - 하드웨어 품질보증 기술
		원자시계	
		기준국 로컬 프로세서	
		네트워크 장비	
		랙 캐비닛	
		전원장치	
		통풍 장치 및 항온항습시설	
		유지보수 터미널	
	S W	기준국 로컬 프로세서	- 요구성능/사양 정의 - 소프트웨어 품질보증 기술 - 기준국 취득정보의 선-처리 기술
운영/유지보수	H W	운영 프로세서	- 요구성능/사양 정의 - 데이터 수집/저장/분석 기술
		유지보수 장치	- 요구성능/사양 정의 - 유지보수 장비 개발 기술
	S W	운영 프로세서	- 운영 모드와 모드별 운영절차 설계 - 운영 절차서 제정

(3) 기준국 개발 국외 기술협력 방안 및 비중 선정

○ 기준국 국외 기술협력 방안

- 기준국 사이트 선정에 필요한 절차와 선정 방법에 대한 국외 경험을 국외기술 협력으로 확보함으로써 기준국 선정에 따른 SBAS 전체 서비스 성능에 미치는 영향을 최소화함
- 기준국 로컬 프로세서 개발을 국외기관과 국내기관이 공동으로 개발함으로써 기준국 유지보수에 필요한 비용을 절감할 뿐만 아니라 향후 유사 인프라 구축 시에 국내 독자적으로 개발할 수 있는 기반을 구축함
- 다년간 SBAS 운영을 통해 확보된 운영 및 유지보수 관련 노하우를 국외기술 협력으로 확보함으로써 기준국 운영과 인증 시에 발생할 수 있는 위험도를 최소화함

○ 위와 같은 협력 방안을 바탕으로 주요 활동에 대한 협력 방안 및 협력 비중은 다음과 같이 선정되었음

- 협력 방안 및 비중은 앞서 제시된 국내 기술 수준, 목표 기술 수준, 추가 비용 및 일정 지연 위험, 후속 사업을 위한 기술 확보 계획 등을 고려하여 선정

〈표 2.3-6〉 기준국 개발 국외 기술협력 방안 및 비중

구분	협력 방안	협력 비중 (국내:국외)	협력 방안 및 비중 선정 근거
기준국 사이트 선정과 IF/통합시험	공동개발	60:40	국내에는 SBAS 기준국 사이트 선정과 관련된 연구개발 경험이 전무하지만, 관련 절차와 환경 분석 방법을 공동개발하고, 실제 환경 데이터 취득은 국내에서 수행 가능
설계/제작/설치/검증	공동개발	80:20	국내 DGPS 인프라 개발 및 구축 경험을 바탕으로 기준국 요구성능과 사양 정의 및 프로세서 소프트웨어를 공동개발하고, 하드웨어 장비는 국내에서 맡아서 주도하여 개발 구축 가능
운영/유지보수	공동개발	80:20	국내 DGPS 인프라 운영 및 유지보수 경험을 바탕으로 상당부분의 관련 기술을 국내 주도로 공동개발할 수 있으며, SBAS와 특화된 부분만을 식별하여 협력

○ 기준국 국외 기술협력 단계별 일정

- 시스템 설계 및 개발 단계
  - ▸ 국외기관이 제안한 절차와 기준을 반영하여 국내 기준국 사이트 선정
  - ▸ 국외기관이 제안한 요구사항을 반영하여 국내 실정에 적합한 시스템 설계
- 시스템 통합 및 초기 운영 준비 단계
  - ▸ 하드웨어를 공동 선정하고 국내에서 개발
  - ▸ 소프트웨어를 공동으로 개발
  - ▸ 개발된 하드웨어 및 소프트웨어의 시험평가 수행
  - ▸ 시스템 통합과정에서 발생하는 문제점 분석 및 보완작업 추진
- 시스템 인증 및 최종 운영 준비 단계
  - ▸ 연속적인 시스템 시험운영을 기반으로 성능 검증

다. 중앙처리국 국외 기술협력 공동개발 전략

(1) 중앙처리국 개발 업무

○ 국외 기술협력 방안 수립을 위하여 중앙처리국 개발 관련 업무를 다음 표와 같이 정리하였으며 해당 업무를 수행하는 데 필요한 기술의 국내 보유 수준과 시스템 성능 목표 달성에 필요한 기술 수준을 TRL(Technology Readiness Level)로 나타내었음

○ SW/HW 설계 및 제작에 대한 TRL은 '2012년도 예비타당성 조사보고서, 다목적 전공역 위성항법보정시스템(SBAS) 개발·구축 사업'(KISTEP) 참조하였음

〈표 2.3-7〉 중앙처리국 개발 업무 내용

주요 활동	업무 내용	기술수준 (TRL)	
		국내	필요
총괄 관리	진도 보고서 작성 및 진도 보고, 위험, 일정, 자원, 변경, 보안, 산출물 관리, 대외 업무 등	-	-
품질 관리	품질 관리 보고서 관리, 품질 관리 계획 수립. SW 품질 관리 요구사항 작성, 산출물 생성 등	1	9
안전성 관리	안전성 위협 요인 식별 및 분석, 안전성 감시 방안 정의, 안전성 요구사항 분석, 안전성 권고사항 분석, 안전성 분석, 안전성 평가 산출물 정리, 안전성 보고서 작성 등	1	9
요구사항 분석	하위시스템 요구조건 분석, 부품 규격 작성, 요구사항 문서 관리 등	1	9
시스템 설계	시스템 아키텍쳐 설계, 내부 IF 설계, 외부 IF 설계, 부품 규격 설계, 부품 개발 및 구매 결과 검토, 부품 수락 시험, 부품 규격 변경 관리 등	1	9
SW 설계 및 제작	SW 요구사항 분석, 알고리즘 개발, SW 설계, SW 코딩, SW 시험, SW 품질 보증 산출물 작성 등	4	9
HW 설계 및 제작	HW 요구사항 분석, HW 설계, HW 제작, HW 시험, HW 품질 보증 산출물 작성 등	4	9
통합 검증 시험	중앙처리국 규격 및 인터페이스 분석, 검증 계획, 시험 시나리오/절차 작성, 검증 도구 개발, SW/HW 통합, 모사 환경/운영 환경 시험, 시험 보고서 및 결과서 작성	1	9

(2) 중앙처리국 개발 국외 기술협력 필요 기술

○ 중앙처리국 국외 기술협력 필요 세부시스템 정의

- 중앙처리국은 처리부, 검증부, 시스템 통합부로 구분되며, 국외기술 협력 필요 세부시스템은 처리부로 정의 가능
- 국외기관이 주도로 개발하며 국내기관이 참여하면서 기술 축적을 필요하는 부분은 처리부임
- 검증부 및 시스템 통합부는 단기간에 제한된 연구개발비로 시스템을 공동 개발하는 것은 어려울 것으로 예상되며, 본 사업의 예산 및 일정을 고려하여 검증된 제품을 직접 구매하는 것이 적합할 것으로 판단됨.

○ 중앙처리국 개발에 필요한 세부 기술 중 주요 국외협력 필요 기술은 다음 표와 같이 선정할 수 있음

- 하위시스템 체계 기술에 적용되는 표준 문서는 '시스템 체계 개발'에 제시된 문서와 동일하므로 생략

〈표 2.3-8〉 중앙처리국 개발 국외 기술협력 필요 기술

<table>
<tr><th>구분</th><th colspan="2">부품/기능</th><th>국외협력 필요기술</th></tr>
<tr><td rowspan="5">체계
(공통 적용)</td><td colspan="2">총괄 관리</td><td>- 체계 개발 기술
- 운영 및 유지보수 기술</td></tr>
<tr><td colspan="2">품질 관리</td><td>- 품질 관리 계획 수립 기술
- 품질 관리 요구사항 작성 기술
- 산출물 생성 기술</td></tr>
<tr><td colspan="2">안전성 관리</td><td>- 안전성 요구조건 할당 기술
- 안전성 평가 기술</td></tr>
<tr><td colspan="2">요구사항 분석</td><td>- 요구사항 정의 및 할당 기술</td></tr>
<tr><td colspan="2">시스템 설계</td><td>- HW 규격 정의 기술
- SW 규격 정의 기술</td></tr>
<tr><td rowspan="6">통합부</td><td rowspan="5">H
W</td><td>HW 설계 및 제작</td><td>- HW 품질 보증 기술</td></tr>
<tr><td>GPS 안테나</td><td rowspan="5">- 부품 규격 정의
- 부품 구매</td></tr>
<tr><td>낙뢰차단기 및 신호증폭기</td></tr>
<tr><td>GPS 수신기</td></tr>
<tr><td>네트워크 장비</td></tr>
</table>

		랙	
		전원 장치	
		통풍 장치	
		유지보수 터미널	
처리부	H W	HW 설계 및 제작	- HW 품질 보증 기술
		보정 프로세서	- 부품 규격 정의 - 부품 구매
	S W	SW 설계 및 코딩	- SW 품질 보증 기술
		데이터 수집 및 전처리	- 신호 품질 검사 기술 - GPS 및 SBAS 데이터 처리 기술
		위성궤도/시각 보정정보 결정	- 위성궤도/시각 실시간 추정 기술 - 보정정보 생성 기술
		전리층 보정정보 결정	- 주파수간 바이어스 결정 기술 - 보정정보 생성 기술
		SBAS 네트워크 시간 결정	- 시각편이 결정 기술
검증부	H W	HW 설계 및 제작	- HW 품질 보증 기술
		무결성 프로세서	- 부품 규격 정의 - 부품 구매
		데이터 비교 프로세서	
	S W	SW 설계 및 코딩	- SW 품질 보증 기술
		위성궤도/시각 무결성 정보 결정	- 성능저하계수 결정 기술 - 무결성 정보 생성 기술
		전리층 무결성 정보 결정	- 성능저하계수 결정 기술 - 무결성 정보 생성 기술
		무결성 검사	- 신호변형 감시 기술 - 코드 반송파 발산 감시기술
		SBAS 메시지 생성	- 메시지 스케쥴링 기술
통합 검증 시험			- 시스템 통합 및 검증 시험 기술

(3) 중앙처리국 개발 국외 기술협력 방안 및 비중 선정

○ 중앙처리국 국외 기술협력 방안

- 중앙처리국의 처리부는 보정정보와 무결성정보를 생성하게 되는데 이를 위하여 중앙처리국의 처리부의 전체 내용을 국외기관과 국내기관이 공동으로 개발하기에 위험부담이 크며, 개발비용도 상당할 것으로 예상됨
- 따라서, 국외기관에 중앙처리국의 처리부 하드웨어 요구사항을 제안하고 이를 기반으로 국내기관이 국내 실정에 적합한 하드웨어를 개발하는 방법이 적합하며 또한, 국외기관에 개발한 소프트웨어의 한국지역 사용가능에 대하여 분석을 수행하고 필요시 추가적인 소프트웨어 모듈을 추가하는 공동연구를 추진하는 것이 적합함

○ 위와 같은 협력 방안을 바탕으로 주요 활동에 대한 협력 방안 및 협력 비중은 다음과 같이 선정되었음

- 협력 방안 및 비중은 앞서 제시된 국내 기술 수준, 목표 기술 수준, 추가 비용 및 일정 지연 위험, 후속 사업을 위한 기술 확보 계획 등을 고려하여 선정

〈표 2.3-9〉 중앙처리국 개발 국외 기술협력 방안 및 비중

구분	협력 방안	협력 비중 (국내:국외)	협력 방안 및 비중 선정 근거
통합부	기술도입	0:100	국내에는 SBAS 관련 시스템 제작 경험이 전혀 없어 기술 수준이 매우 낮으며 예산 부족 및 일정 지연 위험 방지를 위하여 기술 도입 선정
처리부	공동개발	20:80	국내에는 SBAS 관련 시스템 제작 경험이 전혀 없어 체계 관련 기술 수준이 매우 낮으나 실험실 수준의 알고리즘 개발 경험이 있으므로 해당 경험을 활용하여 알고리즘 관련 공동 개발 추진. 단, 예산 부족 및 일정 지연 위험 방지를 위하여 국외 업체 경험을 기반으로 하므로 국외 비중 높음
검증부	기술도입	0:100	국내에는 SBAS 관련 시스템 제작 경험이 전혀 없어 기술 수준이 매우 낮으며 예산 부족 및 일정 지연 위험 방지를 위하여 기술 도입 선정. 단 후속 사업을 위하여 검증부의 알고리즘 최적화 및 관련 안전성 평가 작업에 대한 기술 습득이 필요하므로 이에 대한 공동 개발 작업을 추진하는 것이 바람직할 것으로 판단됨
통합 검증 시험	공동개발	60:40	국내에는 상용 SBAS에 대한 검증 경험이 없으므로 국외 업체의 지원이 크게 필요하나 시스템 통합 및 시험 자체에는 크게 기술력이 필요하지 않으므로 국외 업체의 요구사항 및 교육을 바탕으로 국내에서 직접 통합 및 검증 업무 수행 가능

○ 중앙처리국 국외 기술협력 단계별 일정

- 시스템 설계 및 개발 단계
  - ▸ 국외기관이 제안한 요구사항을 반영하여 국내 실정에 적합한 시스템 설계
- 시스템 통합 및 초기 운영 준비 단계
  - ▸ 하드웨어 및 소프트웨어를 공동으로 개발하거나 구매
  - ▸ 개발된 하드웨어 및 소프트웨어의 시험평가 수행
  - ▸ 시스템 통합과정에서 발생하는 문제점 분석 및 보완작업 추진
- 시스템 인증 및 최종 운영 준비 단계
  - ▸ 연속적인 시스템 시험운영을 기반으로 성능 검증
  - ▸ SBAS 센터로 장비 이전을 위한 제반 업무 공동 수행

라. 위성통신국 국외 기술협력 공동개발 전략

(1) 위성통신국 개발 업무

○ 위성통신국 개발과 관련하여 국외 기술협력 방안 수립을 위해서는 위성통신국 개발 관련 업무가 정의되어야 하며 이를 위해 〈표 2.1-10〉과 같이 정리하였으며, 해당업무 수행에 필요한 기술의 국내 보유 수준과 시스템 성능 목표 달성에 필요한 기술수준을 TRL(Technology Readiness Level)로 나타내었음

○ 주요 활동별 기술의 국내 보유 수준은 다음과 같이 설정

- 국내 개발 경험이 일부 보유하고 있는 통합 검증 시험 분야에 대한 기술 수준은 TRL 3으로 설정
- 위성통신국 개발 제품의 품질관리, 안전성 관리, 요구사항 분석 및 시스템 설계등의 기술을 일정 수준 이상의 기술을 보유하고 있지만 항공용으로 활용하기 위한 무결성, 정확성, 가용성 등에 과련된 기술이 추가적으로 확보되어야 함을 감안하여 기술 이들 분야에 대한 기술 수준은 TRL 4로 설정
- SW/HW 설계 및 제작에 대한 TRL은 “12년도 예비타당성 조사보고서, 다목적 전공역 위성항법보정시스템(SBAS) 개발·구축 사업(KISTEP), 국내 위성통신지구국 등의 기술개발 현황 등을 참조하여 TRL 5로 설정

○ 개발될 시스템은 APV-I급 항공용 인증 획득이 이루어져야 하므로 위성통신국 분야에서 필요한 기술 수준은 최종 단계인 TRL 9로 설정

〈표 2.3-10〉 위성통신국 개발 업무 내용

주요 활동	업무 내용	기술수준 (TRL)	
		국내	필요
총괄 관리	진도 보고서 작성 및 진도 보고, 위험, 일정, 자원, 변경, 보안, 산출물 관리, 대외 업무 등	-	-
품질 관리	품질 관리 보고서 관리, 품질 관리 계획 수립. SW 품질 관리 요구사항 작성, 산출물 생성 등	4	9
안전성 관리	안전성 위협 요인 식별 및 분석, 안전성 감시 방안 정의, 안전성 요구사항 분석, 안전성 권고사항 분석, 안전성 분석, 안전성 평가 산출물 정리, 안전성 보고서 작성 등	4	9
요구사항 분석	하위시스템 요구조건 분석, 부품 규격 작성, 요구사항 문서 관리 등	4	9
시스템 설계	시스템 아키텍쳐 설계, 내부 IF 설계, 외부 IF 설계, 부품 규격 설계, 부품 개발 및 구매 결과 검토, 부품 수락 시험, 부품 규격 변경 관리 등	4	9
SW 설계 및 제작	SW 요구사항 분석, 알고리즘 개발, SW 설계, SW 코딩, SW 시험, SW 품질 보증 산출물 작성 등	5	9
HW 설계 및 제작	HW 요구사항 분석, HW 설계, HW 제작, HW 시험, HW 품질 보증 산출물 작성 등	5	9
통합 검증 시험	위성통신국 기능검증 계획, 시험 시나리오/절차 작성, 검증 도구 개발, SW/HW 통합, 모사 환경/운영 환경 시험, 정지위성과의 통합시험, 시험 보고서 및 결과서 작성	3	9

(2) 위성통신국 개발 국외 기술협력 필요 기술

○ 위성통신국 국외 협력 필요 세부시스템 정의

- 위성통신국은 신호발생부, 신호처리부, RF 변환부 및 위성접속부로 구분되며 국외기술 협력 필요 세부시스템은 신호발생부와 신호처리부로 정의 가능
- 신호생성부 개발은 국외기관이 주도로 개발하며, 국내기관은 신호생성부 개발에 공동참여를 통해 관련 기술의 축적이 필요가 있는 부분임
- 신호처리부 개발 역시 기술적 측면과 인증을 모두 고려할 때 국외기관이 주도로 개발하며 국내기관이 참여를 통해 관련분야 기술 축적이 요구되는 분야임
- 그 밖의 분야에 대해서는 본 사업의 성공적 완성을 위하여 원자시계등은 검증된 제품을 직접 구매하는 것이 종합화 및 시험함이 타당함

○ 위성통신국 개발에 필요한 세부 기술 중 주요 국외협력이 필요한 기술은 〈표 2.1-11〉과 같이 선정할 수 있음

〈표 2.3-11〉 위성통신국 개발 국외 기술협력 필요 기술

구분	부품/기능		국외협력 필요기술
체계(공통적용)	품질관리		- 위성통신국 품질관리 계획 수립 기술 - 위성통신국 품질관리 요구사항 작성 기술
	안전성 관리		- 위성통신국 안전성 요구조건 할당 기술 - 위성통신국 안전성 평가 기술
	요구사항 분석		- 위성통신국 요구사항 정의 및 규격 분석기술 - 위성통신국 요구규격 할당 기술
	시스템 설계		- 시스템 HW 설계 기술 - 시스템 SW 설계 기술
신호생성부	HW	HW 설계 및 제작	- HW 품질 보증 기술
		펄스분배 증폭기 장비	- 부품 규격 정의 - 부품 설계 및 제작 - 부품 성능 검사기술
		신호생성장비	
		통풍장비	
		주파수 분배장비	
		GPS/SBAS 항법신호 수신 장비	
		전원장비	
	SW	SBAS 신호생성	- SBAS 신호 및 메시지 생성기술 - 제작 및 인증획득 기술
		GPS/SBAS 시각동기	- GPS와 정지궤도 제공시각 간 동기 기술 - 시험 및 인증획득 기술
		코드 및 반송파 동기	- SBAS와 GPS간 코드동기기술 - SBAS와 GPS 간 반송파 동기기술 - SBAS 신호의 코드내 반송파 유지기술 - SW 품질보증 및 인증획득 기술
		GEO 신호 조정(Steering)	- GEO 위성의 정밀 궤도결정기술 - SW 품질보증 및 인증획득 기술
신호검증부	HW	HW 설계 및 제작	- HW 품질 보증 기술
		시스템 감시장비	- 부품 규격 정의 - 부품 설계 및 제작 - 부품 성능 검사기술
		신호처리장비	
		SBAS 신호 무결성 검사 구동장비	
		통풍장비	

		시스템 제어장비	
		디스플레이 장비	
		전원 장비	
	SW	SBAS 무결성 체크	- 메인 중앙처리국 제공 SBAS 메시지 무결성 체크기술 - 예비 중앙처리국 제공 SBAS 메시지 무결성 체크기술 - SW 품질보증 및 인증획득 기술
		GEO 위성 TLT 감시	- GEO 위성의 LongTerm 보정정보 감시기술 - GEO 위성의 Long Term 보정 첫비트 시간정보 감시기술 - SBAS 신호에 대한 무결성 체크기술
		SBAS 하향신호 무결성 체크	- GEO 위성 하향링크 신호 감시기술 - GEO 위성 하향링크 신호 무결성 체크기술 - SW 구현 및 인증획득 기술
		SBAS 메시지 무결성 감시	- 송/수신 SBAS 메시지 비교기술 - SBAS 메시지 무결성 감시기술
		무결성 정보 전송	- GEO 위성으로의 무결성 정보 전송기술
		광역차분 정보송출	- 광역차분 정보 전송기술
RF 유닛트	HW	L1 대역 저잡음 증폭기 어셈블리	- 요구사항, 설계, 제작 및 시험등의 전 과정을 국산화
		L5 대역 저잡음 증폭기 어셈블리	
		RF 부품류 (RF 신호 결합장비,웨이브가이드 & 각종 스위치류)	
		고출력 증폭장비	
		시험루프 변환 장비	
		주파수 변환 증폭장비	
		상향 주파수 변환장비	
		하향 주파수 변환장비	
		대형 반사판 안테나	
	SW	구성장비 감시 및 제어	- 요구사항, 설계, 제작 및 시험등의 전 과정을 국산화
		시험 루프 변환	
위성통신국 통합 검증 시험			- 시스템 종합화 및 검증 시험 기술

(3) 위성통신국 개발 국외 기술협력 방안 및 비중 선정

○ 위성통신국 국외 기술협력 방안

- 위성통신국의 신호생성부 및 신호처리부는 보정정보 생성 및 GEO Ranging 신호 생성 뿐 만 아니라 코드 및 반송파 동기기능 수행, GEO 신호에 대한 Steering 기능수행, GEO 위성의 TLT 감시기능 수행 등을 주 임무로 하고 있음
- 이를 위해, 위성통신국 4기 중 일부는 개발 일정 등의 위험요소를 고려하여 일체를 구매 도입하고 일부에 대해서는 국외기술과 국내기관이 공동으로 개발하여 관련 분야에 대한 기술 노하우를 축적
- 따라서, 국외기관에 위성통신국의 신호생성부 및 신호처리부 하드웨어 및 소프트웨어 요구사항을 제안하고 이를 기반으로 일부는 국외로부터 도입하고, 일부는 국내기관이 국내 실정에 적합한 하드웨어를 개발하는 방법이 적합하며 또한, 국외기관에 개발한 소프트웨어 적용가능에 대하여 분석을 수행하고 필요시 추가적인 소프트웨어 모듈 개발 및 일부 기능수행에 필요한 분야에 대해서는 공동연구를 추진하는 것이 적합함

○ 상기에 기술된 협력 방안을 토대로 주요 활동에 대한 협력방안 및 협력 비중은 다음과 같이 선정되었음

- 협력방안 및 비중은 앞서 제시된 국내 기술 수준, 목표 기술 수준, 추가비용 및 일정 지연 위험, 후속 사업을 위한 기술 확보 계획등을 종합적으로 고려하여 선정

〈표 2.3-12〉 위성통신국 개발 국외 기술협력 방안 및 비중

구분	협력 방안	협력 비중 (국내:국외)	협력 방안 및 비중 선정 근거
신호 생성부	공동개발	20:80	국내에는 SBAS 관련 시스템 제작 경험이 전혀 없어 체계 관련 기술 수준이 매우 낮으나 실험실 수준의 알고리즘 개발 경험이 있으므로 해당 경험을 활용하여 알고리즘 관련 공동 개발 추진. 단, 예산 부족 및 일정 지연 위험 방지를 위하여 국외 업체 경험을 기반으로 하므로 국외 비중 높음
신호 검증부	공동개발	20:80	국내에는 SBAS 관련 시스템 제작 경험이 전혀 없어 기술 수준이 매우 낮으며 예산 부족 및 일정 지연 위험 방지를 위하여 기술 도입 선정. 단 후속 사업을 위하여 검증부의 알고리즘 최적화 및 관련 안전성 평가 작업에 대한 기술 습득이 필요하므로 이에 대한 공동 개발 작업을 추진하는 것이 바람직할 것으로 판단됨
RF 유닛트	국산 개발	100:0	국내에서의 위성통신과 관련된 기술력을 바탕으로 관련 부품 및 기술은 자체 설계, 제작 및 시험등의 전체 과정을 자체 기술력으로 개발이 가능할 것으로 판단됨
통합 검증 시험	공동개발	60:40	국내에는 상용 SBAS에 대한 검증 경험이 없으므로 국외 업체의 지원이 크게 필요하나 시스템 통합 및 시험 자체에는 크게 기술력이 필요하지 않으므로 국외 업체의 요구사항 및 교육을 바탕으로 국내에서 직접 통합 및 검증 업무 수행 가능

○ 위성통신국 국외 기술협력 단계별 일정

- 시스템 설계 및 개발 단계
  - ▸ 국내연구기관에서 작성된 요구사항과 그에 대한 국외기관의 제안 요구사항을 반영하여 국내 실정에 적합한 시스템 설계
- 시스템 통합단계
  - ▸ 국외로부터 도입된 제품에 대한 형상과 기능을 기반으로 하드웨어 및 소프트웨어를 공동으로 개발하거나 구매
  - ▸ 공동 개발된 시스템에 대해서는 하드웨어 및 소프트웨어의 시험평가 수행
  - ▸ 도입제품과 공동개발 제품과의 호환성 평가 등을 통해 시스템 통합
  - ▸ 시스템 통합과정에서 발생하는 문제점 분석 및 보완작업 추진
- 초기 운영 준비 단계
  - ▸ 하드웨어 및 소프트웨어를 공동으로 개발하거나 구매
  - ▸ 개발된 하드웨어 및 소프트웨어의 시험평가 수행
  - ▸ 시스템 통합과정에서 발생하는 문제점 분석 및 보완작업 추
- 시스템 인증 단계
  - ▸ 하드웨어 및 소프트웨어를 공동으로 개발하거나 구매
  - ▸ 국외 도입장비에 대한 인증단계 수행으로 시스템 인증절차 수립
  - ▸ 공동 개발 장비에 대한 인증단계 수행으로 인증 기술력 확보 추진
- 최종 운영 준비 단계
  - ▸ 연속적인 시스템 시험운영을 기반으로 성능 검증
  - ▸ 위성통신국 설치장소로의 장비 이전을 위한 제반 업무 공동 수행
  - ▸ 위성통신국 최종운영 준비 시험 및 리허설 수행

마. 통합운영국 국외 기술협력 공동개발 전략

(1) 통합운영국 개발 업무

○ 국외 기술협력 방안 수립을 위하여 통합운영국 개발 관련 업무를 다음 표와 같이 정리하였으며 해당 업무를 수행하는 데 필요한 기술의 국내 보유 수준과 시스템 성능 목표 달성에 필요한 기술 수준을 TRL(Technology Readiness Level)로 나타내었음

○ 주요 활동 별 기술의 국내 보유 수준은 다음과 같이 설정

- 국내 개발 경험이 전무한 GNSS 기반 항행시스템 개발을 위한 체계공학 기술들에 대한 기술 수준은 TRL 1로 설정
- SW/HW 설계 및 제작에 대한 TRL은 '2012년도 예비타당성 조사보고서, 다목적 전공역 위성항법보정시스템(SBAS) 개발·구축 사업'(KISTEP) 참조하여 3~4로 설정
- 네트워크 구축에 대한 TRL은 '2012년도 예비타당성 조사보고서, 다목적 전공역 위성항법보정시스템(SBAS) 개발·구축 사업'(KISTEP) 참조하여 7로 설정

○ 개발될 시스템은 APV- 급 항공용 인증을 획득하여야 하므로 필요 기술 수준은 최종 단계인 TRL 9로 설정

〈표 2.3-13〉 통합운영국 개발 업무 내용

주요 활동	업무 내용	기술수준 (TRL)	
		국내	필요
총괄 관리	진도 보고서 작성 및 진도 보고, 위험, 일정, 자원, 변경, 보안, 산출물 관리, 대외 업무 등	-	-
품질 관리	품질 관리 보고서 관리, 품질 관리 계획 수립, SW 품질 관리 요구사항 작성, 산출물 생성 등	1	9
안전성 관리	안전성 위협 요인 식별 및 분석, 안전성 감시 방안 정의, 안전성 요구사항 분석, 안전성 권고사항 분석, 안전성 분석, 안전성 평가 산출물 정리, 안전성 보고서 작성 등	1	9
요구사항 분석	하위시스템 요구조건 분석, 부품 규격 작성, 요구사항 문서 관리 등	1	9
시스템 설계	시스템 아키텍쳐 설계, 내부 IF 설계, 외부 IF 설계, 부품 규격 설계, 부품 개발 및 구매 결과 검토, 부품 수락 시험, 부품 규격 변경 관리 등	1	9
SW 설계 및 제작	SW 요구사항 분석, 알고리즘 개발, SW 설계, SW 코딩, SW 시험, SW 품질 보증 산출물 작성 등	3~4	9
HW 설계 및 제작	HW 요구사항 분석, HW 설계, HW 제작, HW 시험, HW 품질 보증 산출물 작성 등	4	9
네트워크 구축	네트워크 사업자 선정, 네트워크 장비 설치, 네트워크 운영, 네트워크 성능 감시 등	7	9
통합 검증 시험	통합운영국 규격 및 인터페이스 분석, 검증 계획, 시험 시나리오/절차 작성, 검증 도구 개발, SW/HW 통합, 모사 환경/운영 환경 시험, 시험 보고서 및 결과서 작성	1	9

(2) 통합운영국 개발 국외 기술협력 필요 기술

○ 통합운영국 국외기술 협력 필요 세부시스템 정의

- 통합운영국은 핵심부, 네트워크 장비 및 구축, 저장서버로 구분되며, 국외기술 협력 필요 세부시스템은 핵심부 및 네트워크 장비로 정의 가능
- 국외기관이 주도로 개발하며 국내기관이 참여하면서 기술 축적을 필요하는 부분은 핵심부임
- 국내기관이 주도로 개발하며 국외기관이 참여할 수 있는 부분은 네트워크 장비 및 저장서버로 볼 수 있으나 통합운영국에 포함되는 네트워크 장비는 하위시스템 간의 시각동기, 원활한 데이터 공유 및 항공 관제 시스템과의 통신 등을 위하여 최적화 되어 있으므로 기술 도입 필요. 저장서버는 일반적인 기술이며 개발로 인하여 획득할 수 있는 기술이 많지 않으므로 장비 구매가 적절

○ 통합운영국 개발에 필요한 세부 기술 중 주요 국외협력 필요 기술은 다음 표와 같이 선정할 수 있음

- 하위시스템 체계 기술에 적용되는 표준 문서는 '시스템 체계 개발'에 제시된 문서와 동일하므로 생략

〈표 2.3-14〉 통합운영국 개발 국외 기술협력 필요 기술

구분	부품/기능		국외협력 필요기술
체계 (공통 적용)	총괄 관리		- 체계 개발 기술 - 운영 및 유지보수 기술
	품질 관리		- 품질 관리 계획 수립 기술 - 품질 관리 요구사항 작성 기술 - 산출물 생성 기술
	안전성 관리		- 안전성 요구조건 할당 기술 - 안전성 평가 기술
	요구사항 분석		- 요구사항 정의 및 할당 기술
	시스템 설계		- HW 규격 정의 기술 - SW 규격 정의 기술
핵심부	H W	HW 설계 및 제작	- HW 품질 보증 기술
		시스템 감시 장비	- 부품 규격 정의 - 부품 구매
		시스템 제어 장비	
		유지보수 장비	

		디스플레이 장비	
		랙	
		전원 장치	
		통풍 장치	
		유지보수 터미널	
	SW	SW 설계 및 코딩	- SW 품질 보증 기술
		자료 처리	- 신호 품질 검사 기술 - GPS 및 SBAS 데이터 처리 기술
		디스플레이	- 시스템 상태/서비스 영역/서비스 품질 처리 기술
		SW/HW 감시	- 오류 감시 기술 - 감시 결과 처리 요구사항 정의 기술
		제어 명령 전달	- 제어 체계 정의 기술
네트워크 장비	HW	HW 설계 및 제작	- HW 품질 보증 기술
		네트워크 장비	- 부품 규격 정의 - 부품 구매
		외부 인터페이스	
	SW	SW 설계 및 코딩	- SW 품질 보증 기술
		네트워크 감시	- 네트워크 성능 감시 요구사항 정의 기술 - 네트워크 성능 감시 기술
저장 서버	HW	HW 설계 및 제작	- HW 품질 보증 기술
		데이터 수집/저장/분석 시스템	- 부품 규격 정의 - 부품 구매
	SW	SW 설계 및 코딩	- SW 품질 보증 기술
		데이터 수집 및 저장	- 수집 데이터 선별 기술 - 데이터 수집 및 저장 요구사항 정의 기술
		데이터 분석, 처리, 재생산	- 데이터 분석/처리/재생산 요구사항 정의 기술 - 데이터 분석/처리/재생산 기술
통합 검증 시험			- 시스템 통합 및 검증 시험 기술

(3) 통합운영국 개발 국외 기술협력 방안 및 비중 선정

○ 통합운영국 국외 기술협력 방안

- 통합운영국 시스템 개발을 위하여 협력하는 방법은 국외기관이 개발한 프로그램을 직접 구매하는 방법, 국외기관이 개발한 프로그램을 기반으로 새롭게 제작하는 방법, 국외기관이 개발한 프로그램을 기반으로 인터페이스 등을 활용하여 한국형으로 변형하는 방법 등이 있음
- 그러나, 위의 통합운영국 개발 방법 모두 다음과 같은 일련의 과정 필요
  - ▸ 기존의 외국어로 표시되는 운영자/유지보수자 디스플레이는 한국어로 변경되어야 하며, 국내 고유 운영 및 유지보수 요구조건에 대한 새로운 추가 프로그램 개발은 반드시 필요함
- 또한, 통합운영국 프로그램은 운영자 및 유지보수자를 위한 절차 지침서를 포함하여야 하며, 운영/유지보수 절차 지침서가 외국어로 제작되어 있는 경우 한국어로 변환하는 작업이 필요
- 위의 사항을 종합적으로 고려하여 다음의 기술협력 방안 우선적으로 고려
  - ▸ 국외기관이 개발한 프로그램을 기반으로 인터페이스 등을 활용하여 한국형으로 변환하는 방법이 가장 안정적임
  - ▸ 그러나 기술이전을 고려하여 프로그램 요구사항, 제작 방법, 프로그램 구성 방법 등을 국외기관에 요구하여 향후 독자개발에 활용
  - ▸ 또한 한국형으로 프로그램을 변환하는 경우 한국 실정에 맞는 추가적인 기능을 프로그램에 삽입하여 기능을 향상시키는 것이 필요

○ 위와 같은 협력 방안을 바탕으로 주요 활동에 대한 협력 방안 및 협력 비중은 다음과 같이 선정되었음

- 협력 방안 및 비중은 앞서 제시된 국내 기술 수준, 목표 기술 수준, 추가 비용 및 일정 지연 위험, 후속 사업을 위한 기술 확보 계획 등을 고려하여 선정

〈표 2.3-15〉 통합운영국 개발 국외 협력 방안 및 비중

구분	협력 방안	협력 비중 (국내:국외)	협력 방안 및 비중 선정 근거
핵심부	공동개발	20:80	국내에는 SBAS 관련 시스템 제작 경험이 전혀 없어 체계 관련 기술 수준이 매우 낮으나 국내 운영 및 유지보수 요구조건 적용, 국내 고유 시스템 설계 사항 반영 및 현지화 관련 공동 개발 추진. 단, 예산 부족 및 일정 지연 위험 방지를 위하여 국외 업체 경험을 기반으로 하므로 국외 비중 높음
네트워크 장비	기술도입	0:100	국내에는 SBAS 관련 시스템 제작 경험이 전혀 없어 기술 수준이 매우 낮으며 예산 부족 및 일정 지연 위험 방지를 위하여 기술 도입 선정
저장서버	기술도입	0:100	다양한 상용품이 판매되고 있으며 개발 예산 대비 이득이 없으므로 상용품 구매
통합 검증 시험	공동개발	60:40	국내에는 상용 SBAS에 대한 검증 경험이 없으므로 국외 업체의 지원이 크게 필요하나 시스템 통합 및 시험 자체에는 크게 기술력이 필요하지 않으므로 국외 업체의 요구사항 및 교육을 바탕으로 국내에서 직접 통합 및 검증 업무 수행 가능
네트워크 시설	국내독자	100:0	국내 네트워크 시설은 세계 최고 수준으로 운영되고 있으므로 국내 네트워크 서비스 제공 사업자를 활용하여 독자로 구축

○ 통합운영국 국외기술 협력 단계별 일정

- 시스템 설계 및 개발 단계
  - ▸ 국외기관이 제안한 요구사항을 반영하여 국내 실정에 적합한 시스템 설계
- 시스템 통합 및 초기 운영 준비 단계
  - ▸ 하드웨어 및 소프트웨어를 공동으로 개발하거나 구매
  - ▸ 개발된 하드웨어 및 소프트웨어의 시험평가 수행
  - ▸ 시스템 통합과정에서 발생하는 문제점 분석 및 보완작업 추진
- 시스템 인증 및 최종 운영 준비 단계
  - ▸ 연속적인 시스템 시험운영을 기반으로 성능 검증
  - ▸ SBAS 센터로 장비 이전을 위한 제반 업무 공동 수행

2. APV-I급 SBAS 개발 국외 기술협력 공동개발 계획

가. 체계 국외 기술협력 공동개발 계획

① 국외협력 자문/공동개발 단위기술, 목표 및 개발 방안

○ 체계 단위기술은 '가. 국외 협력 세부기술'의 '(1) 체계'에서 정의된 국외협력 세부기술을 바탕으로 도출하였으며 아래 표와 같이 개발 단계 별 개발 목표 및 개발 방안 정리

- 개발 1 단계 '시스템 설계 및 개발 단계'는 시스템 개발에 필요한 요구사항을 수립하고 시스템 통합을 위한 단위 기술 사양 결정 및 설계, 개발 등을 수행
- 개발 2 단계 '시스템 통합 및 초기 운영 준비 단계'는 단위 기술을 통합하고 검증하며 공개 서비스를 위한 시스템 운영을 준비
- 개발 3 단계 '시스템 인증 및 최종 운영 준비 단계'는 하드웨어 및 소프트웨어 등의 모든 개발을 완료하여 시스템을 최종적으로 검토하고 상용 서비스를 위한 시스템 운영을 준비

〈표 2.3-16〉 체계 단위기술 공동개발 방안

해당 단계	단위기술	목표	개발 방안
1 단계	요구사항 분석 및 할당 기술	개발 완료	자문/ 공동개발
	안전성 평가 기술	통합 전 안전성 평가 완료	자문/ 공동개발
	소프트웨어 품질 보증 기술	통합 전 품질 보증 산출물 완료	자문/ 공동개발
	하드웨어 품질 보증 기술	통합 전 품질 보증 산출물 완료	공동개발
	서비스 및 시스템 사양 결정 기술	통합 전 개발 완료	자문/ 공동개발
	항법성능 분석 기술	통합 전 개발 완료	자문/ 공동개발
	시스템 설계 기술	통합 전 개발 완료	자문/ 공동개발
	통합 및 검증 기술	통합 전 개발 완료	자문/ 공동개발
	운영 기술	통합 전 개발 완료	자문/ 공동개발
2 단계	안전성 평가 기술	공개서비스 용 안전성 평가 완료	자문/ 공동개발

	소프트웨어 품질 보증 기술	공개서비스 용 산출물 완료	자문/ 공동개발
	하드웨어 품질 보증 기술	공개서비스 용 산출물 완료	공동개발
	서비스 및 시스템 사양 결정 기술	공개서비스 용 산출물 완료	자문/ 공동개발
	항법성능 분석 기술	개발 완료	자문/ 공동개발
	시스템 설계 기술	개발 완료	자문/ 공동개발
	통합 및 검증 기술	공개서비스 용 개발 완료	자문/ 공동개발
	운영 기술	공개서비스 용 개발 완료	자문
3 단계	안전성 평가 기술	상용서비스 용 안전성 평가 완료	자문/ 공동개발
	소프트웨어 품질 보증 기술	상용서비스 용 산출물 완료	자문/ 공동개발
	하드웨어 품질 보증 기술	상용서비스 용 산출물 완료	공동개발
	통합 및 검증 기술	상용서비스 용 산출물 완료	자문/ 공동개발
	운영 기술	상용서비스 용 산출물 완료	자문

② 국외 기술협력 자문/공동개발 일정

○ 국외 기술협력 자문 및 공동개발 일정은 시스템 개발과 동일함

- 요구사항 분석 및 할당은 상세 설계 검토까지 수행하며 국외 협력 업체와 함께 임무, 시스템 요구사항을 자문 받고 예비 설계와 상세 설계 검토를 공동으로 수행
- 시스템 안전성 평가, 하드웨어 및 소프트웨어 품질 보증은 시스템 개발이 끝날 때까지 수행
- 서비스 및 시스템 사양 결정은 시스템 설계 및 개발 단계에서 공동으로 수행하며 시스템 통합 및 초기 운영 준비 단계와 시스템 인증 및 최종 운영 준비 단계에서 유지 보수 자문을 받아 수행
- 항법성능 분석과 시스템 설계는 시스템 통합 및 초기 운영 준비까지 수행
- 통합 및 검증은 시스템 통합 방법 및 검증 도구 개발과 관련된 자문을 받고 공동 개발 수행

〈표 2.3-17〉 체계 자문 및 공동 개발 일정

구분	단계	시스템 설계 및 개발																											
	년도	14	2015				2016				2017				2018				2019				2020				2021			
	분기	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
요구사항 분석 및 할당 기술																														
안전성 평가 기술																														
소프트웨어 품질 보증 기술																														
하드웨어 품질 보증 기술																														
서비스 및 시스템 사양 결정 기술																														
항법성능 분석 기술																														
시스템 설계 기술																														
통합 및 검증 기술																														
운영 기술																														

나. 기준국 국외 기술협력 공동개발 계획

○ 본 연구는 국토교통부로부터 지원되는 세부과제 만을 한정하여 기술함

○ 국토교통부로부터 지원되지 않는 세부과제는 현재 전국망 위성항법보정시스템을 운영하고 있는 해양수산부가 지원하는 것으로 하였음 (참고로 이와 관련된 진행 사항(근거)은 다음과 같음)

- 국토해양부와 해양수산부간 다목적 전공역 위성항법보정시스템(SBAS) 개발·구축 사업 시행에 관한 MOU 체결('13.07.23)
- 초정밀 GPS 보정시스템(SBAS) 개발사업 추진계획 국무회의 보고('13.09.03)

① 국외 기술협력 자문/공동개발 단위기술

○ 기준국은 GPS 및 SBAS 위성의 신호를 수신하여 원시정보, 위성정보, 상관기 정보를 취득하고, 전처리(pre-processing)한 후에 보정 정보 및 무결성 정보를 생성하기 위한 정보를 중앙처리국에 전달

○ 기준국 후보지 전파환경 조사 플랫폼 개발

- 기준국 후보지 선정에 필요한 전파환경 요구사항 분석
- 전파환경 현장조사 플랫폼 제작

○ 기준국 장비 선정을 위한 비교분석

- 기준국 설계 규격 및 성능 만족 기준국 장비 조사
- 장비 선정을 위한 성능/기능 비교분석 방안 개발

○ 기준국 단위 모듈 성능검증 방안 및 검증 플랫폼 개발

- 단위 기능 모듈 정의 및 성능검증 기준/절차 개발
- 단위 기능 모듈별 성능검증 플랫폼 제작

○ 기준국, 중앙처리국 연동 성능분석

- 기준국, 중앙처리국 통합 연동 성능검증 툴 개발
- 기준국, 중앙처리국 통합 연동 성능 분석

② 국외 기술협력 자문/공동개발 일정

○ 1차년도: 2014년 10월 ~ 2015년 6월 (9개월)

- 기준국 후보지 전파환경 조사 플랫폼 구축

▸ 기준국 후보지 선정에 필요한 전파환경 요구사항 분석

▸ 전파환경 현장조사 플랫폼 제작

○ 2차년도: 2015년 7월 ~ 2016년 6월 (1년)

- 기준국 장비 선정을 위한 비교분석

▸ 기준국 설계 규격 및 성능 만족 주요 장비 조사

▸ 장비 선정을 위한 성능/기능 비교분석 방안 개발

○ - 3차년도: 2016년 7월 ~ 2017년 6월 (1년)

- 기준국 단위 모듈 성능검증 방안 및 검증 플랫폼 개발

▸ 단위 기능 모듈 정의 및 성능검증 기준/절차 개발

▸ 단위 기능 모듈별 성능검증 플랫폼 제작

○ 4차년도: 2017년 7월 ~ 2018년 6월 (1년)

- 기준국, 중앙처리국 연동 성능분석

▸ 기준국, 중앙처리국 통합 연동 성능검증 툴 개발

▸ 기준국, 중앙처리국 통합 연동 성능 분석

다. 중앙처리국 국외 기술협력 공동개발 계획

① 국외 기술협력 자문/공동개발 단위기술, 목표 및 개발 방안

○ 중앙처리국 단위기술은 '가. 국외 협력 세부기술'의 '(3) 중앙처리국'에서 정의된 국외협력 세부기술을 바탕으로 도출하였으며 아래 표와 같이 개발 단계 별 개발 목표 및 개발 방안을 정리

- 개발 1 단계 '시스템 설계 및 개발 단계'는 하위시스템의 개발이 완료되어 총괄 시스템 통합에 대한 준비가 마무리되는 단계이므로 모든 단위기술에 대한 개발이 하위시스템 수준에서 완료
- 개발 2 단계 '시스템 통합 및 초기 운영 준비 단계'는 총괄 시스템 통합 작업이 마무리 되어 시험 방송을 수행하며 공개서비스 운영 개시를 위한 산출물 생산이 본격적으로 시작되는 단계이므로 총괄 성능 분석 결과를 바탕으로 중앙처리국 알고리즘에 대한 미세 조정 작업이 완료되고 공개서비스를 위한 산출물 작성이 완료
- 개발 3 단계 '시스템 인증 및 최종 운영 준비 단계'는 공개서비스 중 드러난 문제점 혹은 상용서비스를 위한 개선 사항을 반영하고 이에 따른 안전성 및 품질 보증 산출물을 생산하는 단계이므로 상용서비스를 위한 인증 산출물 생성 작업 완료

〈표 2.3-18〉 중앙처리국 단위기술 공동개발 방안

해당 단계	단위기술	목표	개발 방안
1 단계	요구사항 분석 및 할당 기술	개발 완료	자문/ 공동개발
	안전성 평가 기술	통합 전 안전성 평가 완료	자문/ 공동개발
	소프트웨어 품질 보증 기술	통합 전 품질 보증 산출물 완료	자문/ 공동개발
	하드웨어 품질 보증 기술	통합 전 품질 보증 산출물 완료	공동개발
	위성 궤도/시각 보정 정보 결정 기술	통합 전 개발 완료	자문/ 공동개발
	위성 궤도/시각 무결성 정보 결정 기술	통합 전 개발 완료	자문/ 공동개발
	전리층 보정 정보 결정 기술	통합 전 개발 완료	자문/ 공동개발
	전리층 무결성 정보 결정 기술	통합 전 개발 완료	자문/ 공동개발
	무결성 검사 기술	개발 완료	공동개발
	SBAS 메시지 생성 기술	개발 완료	공동개발
	SBAS 네트워크 시간 결정 기술	개발 완료	공동개발

2 단계	안전성 평가 기술	공개서비스 용 안전성 평가 완료	자문/ 공동개발
	소프트웨어 품질 보증 기술	공개서비스 용 산출물 완료	자문/ 공동개발
	하드웨어 품질 보증 기술	공개서비스 용 산출물 완료	공동개발
	위성 궤도/시각 보정 정보 결정 기술	공개서비스 용 개발 완료	자문/ 공동개발
	위성 궤도/시각 무결성 정보 결정 기술	공개서비스 용 개발 완료	자문/ 공동개발
	전리층 보정 정보 결정 기술	공개서비스 용 개발 완료	자문/ 공동개발
	전리층 무결성 정보 결정 기술	공개서비스 용 개발 완료	자문/ 공동개발
3 단계	안전성 평가 기술	상용서비스 용 안전성 평가 완료	자문/ 공동개발
	소프트웨어 품질 보증 기술	상용서비스 용 산출물 완료	자문/ 공동개발
	하드웨어 품질 보증 기술	상용서비스 용 산출물 완료	공동개발

② 국외 기술협력 자문/공동개발 일정

○ 앞에서 정리한 단위기술 공동개발 방안을 바탕으로 시스템 체계 개발 일정에 연동한 중앙처리국 단위기술 자문 및 공동개발 일정은 다음 표와 같음

〈표 2.3-19〉 중앙처리국 자문 및 공동 개발 일정

구분	단계	시스템 설계 및 개발													시스템 통합 및 초기 운영 준비				시스템 인증 및 최종 운영 준비											
	년도	14	2015				2016				2017				2018				2019				2020				2021			
	분기	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
요구사항 분석 및 할당 기술																														
안전성 평가 기술																														
소프트웨어 품질 보증 기술																														
하드웨어 품질 보증 기술																														
위성 궤도/시각 보정정보 결정 기술																														
위성 궤도/시각 무결성정보 결정 기술																														
전리층 보정정보 결정 기술																														
전리층 무결성정보 결정 기술																														
무결성 검사 기술																														
SBAS 메시지 생성 기술																														
SNT 결정 기술																														

라. 위성통신국 국외 기술협력 공동개발 계획

① 국외 기술협력 자문/공동개발 단위기술

㉮ SBAS 신호생성기술

○ 위성통신국은 정지궤도 위성으로의 보정정보 전송을 위한 SBAS 신호생성 기술 및 SBAS 메시지 생성기술 분야에 대해 국외협력 공동개발을 추진

㉯ GPS 시각과 SBAS 시각 간 시각 옵셋 산출기술

○ 정지궤도 위성을 통해 전송되는 SBAS 신호와 GPS 위성 제공신호간의 시각옵셋을 사용자 단말기에서 SBAS 신호를 GPS신호와 동일하게 인식하여 처리될 수 있도록 두 시스템간의 시각 옵셋을 산출하여 이를 제거하는 기술분야에 대해 국외협력 공동개발을 추진

㉰ 코드 및 반송파 동기기술

○ 정지궤도 위성을 통해 전송되는 SBAS 신호와 GPS 위성 제공신호간의 코드 및 반송파에 대한 동기기술로 이를 위한 기술분야에 대해 국외협력 공동개발을 추진

㉱ GEO 신호 Steering 기술

○ 정지궤도 위성에 대한 정밀 궤도결정 기술 분야에 대해 국외협력 공동개발을 추진

㉲ SBAS 메시지 무결성 체크기술

○ 위성통신국은 두 개의 중앙처리국과 연계되어 보정정보를 수신하도록 되어 있어 중앙처리국 제공신호간 오차 여부 검사기술 분야에 대해 국외협력 공동개발을 추진

㉳ GEO 위성의 TLT 감시기술

○ 정지궤도 위성의 LongTerm 보정정보 및 보정정보 첫 시작비트의 시간정보 감시기술 분야에 대해 국외협력 공동개발을 추진

㉴ SBAS 하향링크 무결성 체크기술

○ 정지궤도 위성에서 사용자 단말까지의 하향링크에 대한 신호 감시 기술 분야에 대해 국외협력 공동개발을 추진

㉵ 광역차분 정보 송출기술

○ 중앙처리국이 제공하는 광역차분 정보에 대한 전송기술 분야에 대해 국외협력 공동개발을 추진

㉶ 기타 기술

○ 임무 정의 및 시스템 규격단계에서 추가되는 기술에 대해 국외협력 공동개발을 추진할 수 있음

② 국외 기술협력 자문/공동개발 일정

○ 1차년도: 2014년 10월 ~ 2015년 6월 (9개월)

- 위성통신국 국외협력 공동개발 항목에 대한 요구사항 도출

▸ 국외협력 공동개발 항목 선정에 따른 요구사항 분석

○ 2차년도: 2015년 7월 ~ 2016년 6월 (1년)

- 위성통신국 신호생성부 및 신호처리부 장비 선정을 위한 비교분석

▸ 위성통신국 설계 규격 및 성능 만족 주요 장비 조사

▸ 장비 선정을 위한 성능/기능 비교분석 방안 개발

○ 3차년도: 2016년 7월 ~ 2017년 6월 (1년)

- 위성통신국 단위 모듈 성능검증 방안 및 검증 플랫폼 개발

▸ 단위 기능 모듈 정의 및 성능검증 기준/절차 개발

▸ 단위 기능 모듈별 성능검증 플랫폼 제작

○ 4차년도: 2017년 7월 ~ 2018년 6월 (1년)

- 위성통신국, 중앙처리국 연동 성능분석

▸ 위성통신국, 중앙처리국 통합 연동 성능검증 툴 개발

▸ 위성통신국, 중앙처리국 통합 연동 성능 분석

마. 통합운영국 국외 기술협력 공동개발 계획

① 국외 기술협력 자문/공동개발 단위기술, 목표 및 개발 방안

○ 통합운영국 단위기술은 ‘가. 국외 협력 세부기술’의 ‘(2) 통합운영국’에서 정의된 국외 협력 세부기술을 바탕으로 도출하였으며 아래 표와 같이 개발 단계 별 개발 목표 및 개발 방안을 정리

- 개발 1 단계 ‘시스템 설계 및 개발 단계’는 하위시스템의 개발이 완료되어 총괄 시스템 통합에 대한 준비가 마무리되는 단계이므로 모든 단위기술에 대한 개발이 하위시스템 수준에서 완료
- 개발 2 단계 ‘시스템 통합 및 초기 운영 준비 단계’는 총괄 시스템 통합이 진행되어 통합운영국의 각 서브시스템들의 유기적인 연동과 공개서비스 용으로 테스트를 진행하는 단계
- 개발 3 단계 ‘시스템 인증 및 최종 운영 준비 단계’는 통합운영국의 상용서비스를 위하여 전체 시스템을 최종 점검하는 단계

〈표 2.3-20〉 통합운영국 단위기술 공동개발 방안

해당 단계	단위기술	목표	개발 방안
1 단계	요구사항 분석 및 할당 기술	개발 완료	자문/ 공동개발
	안전성 평가 기술	통합 전 안전성 평가 완료	자문/ 공동개발
	소프트웨어 품질 보증 기술	통합 전 품질 보증 산출물 완료	자문/ 공동개발
	하드웨어 품질 보증 기술	통합 전 품질 보증 산출물 완료	공동개발
	데이터 수집 기술	통합 전 개발 완료	자문
	데이터 분석 및 표시 기술	통합 전 개발 완료	자문
	시스템 온라인 감시 기술	통합 전 개발 완료	자문/ 공동개발
	시스템 경보 및 제어 기술	통합 전 개발 완료	자문/ 공동개발
	시스템 유지보수 기술	통합 전 개발 완료	자문/ 공동개발
	네트워크 기술	개발 완료	자문
	데이터 저장 기술	개발 완료	자문
2 단계	안전성 평가 기술	공개서비스 용 안전성 평가 완료	자문
	소프트웨어 품질 보증 기술	공개서비스 용 산출물 완료	자문
	하드웨어 품질 보증 기술	공개서비스 용 산출물 완료	공동개발
	시스템 온라인 감시 기술	공개서비스 용 개발 완료	자문/ 공동개발
	시스템 원격 감시 기술	공개서비스 용 개발 완료	자문/ 공동개발
	시스템 경보 및 제어 기술	공개서비스 용 개발 완료	자문/ 공동개발
	시스템 유지보수 기술	공개서비스 용 개발 완료	자문
3 단계	안전성 평가 기술	상용서비스 용 안전성 평가 완료	자문/ 공동개발
	소프트웨어 품질 보증 기술	상용서비스 용 산출물 완료	자문/ 공동개발
	하드웨어 품질 보증 기술	상용서비스 용 산출물 완료	공동개발

② 국외 기술협력 자문/공동개발 일정

○ 국외협력 자문 및 공동개발 일정은 시스템 개발과 동일

- 요구사항 분석 및 할당 기술은 상세 설계 검토 이전에 개발하며, 국외협력 업체로부터 임무, 시스템 요구사항에 대하여 자문을 받고 예비 설계 검토와 상세 설계 검토를 공동으로 수행
- 시스템 안전성 평가, 하드웨어 및 소프트웨어 품질 보증 기술은 시스템 개발이 끝날 때까지 개발
- 데이터 수집 및 백업 기술과 데이터 분석 및 표시 기술, 네트워크 기술은 시스템 설계 및 개발 단계에서 개발
- 시스템 감시 기술, 시스템 경보 및 제어 기술, 시스템 유지보수 기술은 시스템 통합 및 초기 운영 준비까지 개발

〈표 2.3-21〉 통합운영국 자문 및 공동 개발 일정

구분	단계	시스템 설계 및 개발											시스템 통합 및 초기 운영 준비								시스템 인증 및 최종 운영 준비											
	년도	14	2015				2016				2017				2018				2019				2020				2021			
	분기	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
요구사항 분석 및 할당 기술																														
안전성 평가 기술																														
소프트웨어 품질 보증 기술																														
하드웨어 품질 보증 기술																														
데이터 수집 및 백업 기술																														
데이터 분석 및 표시 기술																														
시스템 감시 기술																														
시스템 경보 및 제어 기술																														
시스템 유지보수 기술																														
네트워크 기술																														

바. 기술협력 공동개발 종합 일정

○ 개발일정은 SBAS 개발구축 핵심 일정을 고려하여 각 개발항목단위로 산출

○ 상세 개발항목단위 일정은 아래의 표와 같음

〈표 2.3-22〉 SBAS 개발 일정

L-1	L-2	L-3	14	15	16	17	18	19	20	21	수행 분기	수행 월
T. 사업단	T1. 사업단운영										29	87
A. 프로젝트 관리	A1. 총괄관리										29	87
	A2. 품질관리										17	51
	A3. 안전성관리										17	51
B. 시스템 체계	B1. 시스템총괄	B1.1.기술협력									19	57
		B1.2.서비스/시스템규격									14	42
	B2. 시스템체계	B2.1.구조정의/설계/평가									13	39
		B2.2.인터페이스 체계									11	33
		B2.3.네트워크 체계									8	24
		B2.4.하위시스템 규격									9	27
	B3.항법성능분석										10	30
	B4.운영체계										19	57
	B5.위성I/F										9	27
C. 연구개발	C1.통합운영국	C1. 핵심부									9	27
		C1-1. 통합 검증 시험									16	48
	C2. 중앙처리국	C2. 통합부									6	18
		C2-1. 통합 검증 시험									16	48
		C2.1. 처리부									8	32
		C2.2. 검증부									5	15
	C3. 기준국	C3.1. 기준국 A									12	36
		C3.2. 기준국 B									12	36
	C4. 위성통신국										29	87
	C5. 네트워크										6	18
	C6. 지원	C6.1.저장서버									4	12
		C6.2.성능감시도구									6	18
		C6.3.문제해결도구									8	24
		C6.4.시험교육시설									6	18
		C6.5.Test Chain									6	18
D. 통합검증	D1. 통합검증총괄										14	42
	D2. 시험계획										12	36
	D3. 시스템통합										16	48
	D4. 시스템검증										18	54
	D5. 시스템배포										8	24
	D6. 검증도구										6	18
	D7. 비행시험 절차개발/수행										16	48
E. 기반시설	E1. 기반시설총괄										12	36
	E2. 기준국시설										3	9
	E3. 위성통신국시설										3	9
	E4. 중앙처리/통합운영국 시설										1	3
	E5. 지원시설										1	3
	E6. 네트워크시설										22	66
	E7. IF/통합시험										8	24
F. 서비스/운영	F1. 서비스/운영총괄										28	84
	F2. 운영준비										17	51
	F3. 초기운영										12	36
	F4. 인증										16	48
	F5. 운영교육										7	21
	F6. 유지보수										19	57
G. 위성임차	G1. 위성임차										18	54
H. 부가사항	H94. 관세										5	15
	H95. 배송										5	15
	H96. 독립성능도구										5	15
	H97. 보험										13	39
	H98. 국외자문(기술)										28	84
	H98.1. 국외자문(인증)										26	78
	H99. CAT-I 핵심기술										28	84
J. 추가사항	H101. 기준국사전조사										15	45
	H102. 운영인증										29	87

3. APV-I급 SBAS 개발 국외 기술협력 공동개발팀 구성 방안

가. 공동개발팀 역할분담

(1) 국외 기술협력 공동개발팀 구성안 도출

○ 국외협력을 위한 공동개발팀 구성을 위하여 국내기관 및 국외기관 후보기관의 선정이 필요하며, 다음의 고려사항을 기반으로 후보기관을 선정

- 사업단 운영 자문을 위한 국외기관 후보기관은 국외 SBAS 총괄 시스템 개발의 자문 경험이 있으며, 국외 SBAS 제조업체들과 관계에 있어서 중립적인 입장이어야 함
  - ▸ 위의 내용을 기반으로 사업단 운영 자문을 위한 국외기관 후보기관은 미국의 MITRE, 유럽의 EASA 등이 있음
- APV-I 시스템 개발을 위한 국외기관 후보기관은 국외 SBAS 총괄 시스템 개발의 경험이 있으며, 현재 운영되고 있는 시스템에 대한 기술지원이 가능하여야 함
  - ▸ 위의 내용을 기반으로 국외 SBAS 총괄 시스템 개발을 위한 국외기관 후보기관은 미국의 Raytheon과 유럽의 Thales가 있음
- APV-I 시스템 인증기술 개발을 위한 국외기관 후보기관은 국외 SBAS 총괄 시스템의 인증을 위한 자문을 수행한 경험이 있으며, 현재 운영되고 있는 시스템에 대한 추가적인 인증기술 지원이 가능하여야 함
  - ▸ 위의 내용을 기반으로 APV-I 시스템 인증기술 개발을 위한 국외기관 후보기관은 미국의 MITRE, FAA, 유럽 ESA, EASA 등이 있음
- 사업단 운영, APV-I 시스템 개발을 위한 국내기관 후보기관은 다년간 위성항법시스템 관련 기술을 개발한 경험이 있으며, 위성항법시스템 관련 대형과제를 수행한 경험을 보유하여야 함
  - ▸ 위의 내용을 기반으로 사업단 운영 및 APV-I 시스템 개발을 위한 국내기관 후보기관은 국내 출연연, 방위사업 관련 기업체, 연구소를 보유한 대학 등이 있음
- 국내 위성항법시스템 관련 기술의 인증기술이 개발된 예가 전무하므로, APV-I 시스템 인증기술 개발의 국내기관 후보기관은 위성항법시스템 관련 기술을 경험한 업체로 제한 할 수 없으며, 인증기술 개발 경험이 있는 기술 인증기관이 추가적인 위성항법관련 기술을 습득하고 기 보유하고 있는 인증기술과 융합하는 것이 바람직함

○ 위의 후보기관을 대상으로 국내기관과 국외기관이 사업단, APV-I 시스템 개발, APV-I 시스템 인증기술 개발을 위한 공동개발팀을 구성

○ 공동개발팀은 다음의 조건으로 구성하고 사업단과 핵심과제 사이에서 유기적인 교류를 추진

- 사업단은 국내기관이 주관을 하며 국외기관은 용역형태로 계약을 체결하며 업무단위로 공동개발 일정을 수립하여 추진
- APV-I 시스템 개발은 국내기관이 주관을 하며, APV-I 시스템 개발을 주관하는 국내기관은 시스템 장비 제작을 위하여 다른 국내기관에 용역을 발주하며, 시스템 장비 제작을 담당한 국내기관은 국외기관과 용역형태로 계약을 체결하며 세부 시스템 단위로 공동개발 일정을 수립하여 추진
- APV-I 시스템 인증기술 개발은 국내기관이 주관을 하며, 인증관련 기술자문 및 기술도입을 위하여 국외기관과 용역형태로 계약을 체결하며 세부 업무 단위로 공동개발 일정을 수립하여 추진
- 사업단과 하위 핵심과제의 참여 기관은 사업단의 총괄체계 아래에서 지속적인 업무협의를 진행하며, 이 결과를 개별 연구에 반영함

(2) 인력, 시설, 보유기술 등의 공유 수준 도출

○ 공동개발팀은 사업단과 핵심과제에 참여하고 있는 국내기관과 국외기관의 인력으로 구성

○ 공동개발팀은 사업단 운영과 세부 시스템의 기술 개발의 역할을 수행함과 동시에 세부 시스템 기술이 전체 시스템에 조화롭게 통합되는 방법을 고려할 필요가 있음

○ 공동개발팀은 시스템체계 개발 과제 아래에서 협업을 위한 추진방안 수립

○ 본 사업의 성공적 완수를 위하여 국내 및 국외에서 활용가능한 장비 및 시설은 충분히 사용되어야 하며, 이를 위하여 사업착수 시점에 각 기관에 보유하고 있는 시설의 내역을 공유하여 개별기관의 연구추진에 문제가 없는 범위에서 상호 사용가능하도록 공동활용 협정서 등을 교환

○ 특히 국외기관의 보유기술이 국내기관에 충분히 이전될 수 있도록 국내 연구진의 국외기관 파견 및 국외기관 연구진의 국내기관 파견 등을 추진

○ 국외기관의 기술 및 장비 도입 시 기본적으로 설계 및 시험평가 기술 도입을 우선적으로 추진하며, 본 사업의 예산범위 안에서 장비개발의 일부를 공동 추진

(3) 사업 전반 분야의 역할분담 도출

○ 사업 전반 분야에서 국내기관은 사업을 주도적으로 진행

- 사업단은 국내기관이 담당
- 핵심과제 및 이하 세부 과제는 국내기관이 담당

○ 사업 전반 분야에서 국외기관은 기술 용역 등의 자격으로 사업에 참여

- 국외기관 중 인증 기술 보유기관은 사업단의 자문을 수행
- 국외기관 중 시스템 개발기술 보유기관은 세부 과제의 기술 용역 및 장비 납품으로 참여
- 국외기관 중 시스템 인증기술 보유기관은 세부 과제의 기술 용역으로 자문을 수행

(4) 국내 개발 참여 기술자 학습 및 훈련 범위 수립

○ 국내 개발 참여 기술자는 국외기관의 자문을 통하여 사업 수행을 위한 전반적인 프로세스를 교육받고 훈련 받음

○ 국내 개발 참여 기술자는 총괄 시스템 설계 및 세부 시스템 설계 과정에서 국외기관의 자문 및 기술설명을 받으며 이를 활용하여 설계 프로세스를 국외기관과 공동으로 진행

○ 또한 개별 세부시스템의 개발과정에서 핵심 기술의 개발 방법에 대한 기술적 자문을 받음

○ 세부시스템을 시험평가 하고 세부시스템을 운영하는 과정을 통하여 국외기관에서 학습 및 훈련을 제공받음

나. 공동개발팀 참여방안

(1) 시스템 체계종합 및 핵심과제 기술개발 위한 공동개발팀 참여 방안 수립

○ 사업단의 공동개발팀 참여 방안

- 본 사업의 전체 시스템 체계종합을 위하여 사업단에서 총괄관리 업무, 품질관리 업무, 안전성 관리 업무, 인증 관리 업무 등을 수행하여야함
- 위와 같은 업무를 국외기관과 공동으로 수행하기 위하여 사업단은 전체 시스템 체계종합업무를 수행한 경험이 있는 국외기관에 위탁연구 발주
- 국외기관의 위탁연구 결과를 활용하여 사업단은 상기 업무들의 계획을 수립하고 추진

(2) 핵심과제의 공동개발팀 참여 방안

○ APV- 급 시스템 개발 공동개발팀 참여방안

- APV- 급 시스템 체계종합을 위하여 설계, 제작관리, 검사관리, 통합 및 시험업무 등을 수행하여야함
- 위와 같은 업무 수행하기 위하여 APV-I 체계과제가 생성되어야 하며, 이 APV-I 체계과제에서 국외기관에 기술용역 발주를 추진하여야 함
- APV-I 체계과제 담당기관은 국외가관과 공동으로 APV-I 하위시스템인 통합운영국, 중앙처리국, 위성통신국, 기준국의 설계에서 통합 및 시험까지 공동으로 수행함

○ APV- 급 시스템 인증기술 개발 공동개발팀 참여방안

- APV- 급 시스템 인증기술을 위하여 장비인증 기술개발, 시설인증 기술개발, 운영 기술개발 등이 필요함
- 위와 같은 업무 수행하기 위하여 인증기술 개발 주관기관이 국외기관에 기술용역 발주를 추진하여야 함

○ CAT-I급 시스템 핵심기술 개발 공동개발팀 참여방안

- 본 사업에서 CAT-I급 시스템 핵심기술 개발을 위해서 체계기술, 중앙국기술, 위성통신국 기술개발이 필요함
- 위를 위하여 국외기관과 공동개발로 진행된 APV- 급 시스템 기술개발의 경험을 기반으로 기술을 개발하며 직접적인 국외기술 도입을 위한 용역 등은 고려하지 않음

(3) 서브시스템 개발을 위한 공동개발팀 체계종합 참여계획 수립

○ 공동개발팀의 통합운영국 체계종합 참여계획

- 통합운영국은 국내주도로 개발을 수행할 예정이며, 공동개발팀은 서브시스템 설계 및 검증 과정에 주도적으로 참여
- 또한, 통합운영국은 국내 실정에 맞도록 사용자 인터페이스를 보강하는 작업이 특히 필요하며 이때 공동개발팀의 참여가 필요함

○ 공동개발팀의 중앙처리국 체계종합 참여계획

- 중앙처리국은 국내주도로 개발을 수행할 예정이나, 대부분의 기술을 국외기관에서 도입하는 방법이 유력하므로 기존의 시스템이 한국 실정에 적합한지에 대한 전반적인 검토를 공동개발팀에서 수행하는 것이 바람직

○ 공동개발팀의 기준국 체계종합 참여계획

- 기준국은 국내주도로 개발을 수행할 예정이며, 국내에 상당한 기술축적이 있는 것으로 파악
- 따라서, 공동개발팀은 기준국의 업무에서 요구사항 도출 및 시스템 설계 업무에 집중적으로 참여하는 것이 타당함

○ 공동개발팀의 위성통신국 체계종합 참여계획

- 위성통신국은 국내주도로 개발을 수행할 예정이나, 대부분의 기술을 국외기관에서 도입하는 방법이 유력하므로 기존의 시스템이 한국 실정에 적합한지에 대한 전반적인 검토를 공동개발팀에서 수행하는 것이 바람직

다. 단계별 공동개발팀 참여방안 및 운영일정

○ 시스템 설계 및 개발 단계

- 국외기관이 제안한 요구사항을 반영하여 국내 실정에 적합한 시스템 설계

○ 시스템 통합 및 초기 운영 준비 단계

- 하드웨어 및 소프트웨어를 공동으로 개발하거나 구매
- 개발된 하드웨어 및 소프트웨어의 시험평가 수행
- 시스템 통합과정에서 발생하는 문제점 분석 및 보완작업 추진

○ 시스템 인증 및 최종 운영 준비 단계

- 연속적인 시스템 시험운영을 기반으로 성능 검증
- SBAS 센터로 장비 이전을 위한 제반 업무 공동 수행

라. 연차별 공동개발팀 참여방안 및 운영일정

○ 1차년

- 공동개발팀 구성을 위한 국내 및 국외 기관 국외기관 선정 및 사업 착수

○ 2차년

- 국외기관이 제안한 요구사항을 반영한 국내 시스템 기본 설계 및 검토

○ 3차년

- 총괄 시스템 및 세부 시스템 상세설계 및 시스템 개발
- APV-I 시스템의 인증체계 구축

○ 4차년

- 개발된 시스템의 하드웨어 및 소프트웨어 시험평가 수행
- APV-I 시스템의 인증체계 검증

○ 5차년

- 하드웨어 및 소프트웨어 시험평가 보완 작업 수행
- APV-I 시스템의 인증절차 수립

○ 6차년

- APV-I 시스템의 통합 시험 수행
- 시설/장비/시스템에 대한 검증 체계 개발

○ 7차년

- APV-I 시스템의 통합 검증 수행 및 운영절차 작성

○ 8차년

- 상용서비스 개시 및 상용서비스 지원

4. APV-I급 SBAS 개발 국외 기술협력 비용 산정

○ SBAS 개발구축에서 국외 기술협력의 주요 고려사항은 국외기관과 국내기관 간의 적절한 역할 및 비용 분담임

○ 적절한 역할 분담은 SBAS 전체시스템에 대한 상위기술 및 세부기술 도출이 선행되어야 하며 이러한 도출항목에 따른 공동개발 및 기술공유 방안의 수립이 필요

○ 공동개발 및 기술공유 방안 수립이전에 소요비용 분석을 위해서는 전체 시스템에 대한 적합한 소요비용 항목의 구분이 필요

○ 이에 소요비용 항목은 기술 및 시스템을 일괄적으로 들여오는 '도입', 기술 및 시스템의 개발을 공동 수행하는 '공동', 기술 및 시스템을 자체적으로 개발하는 '독자'로 세부 분류함

- '국외 도입'은 SBAS 개발구축에 있어 절차, 설계, 기술, 시스템 등을 직·간접적인 구매 형태로 취득하는 행위를 의미하며 세부적으로 핵심 및 운영기술, 시스템 유형물(하드웨어, 소프트웨어 등의 유형물)이 포함
- '기술협력'은 SBAS 개발구축에 있어 절차, 설계, 기술, 시스템 등을 직·간접적인 협력 형태로 개발하는 행위를 의미하며 세부적으로 핵심, 검증, 운영의 기술, 절차 및 시스템 유형물(하드웨어, 소프트웨어 등의 유형물)이 포함
- '국내 독자개발'은 SBAS 개발구축에 있어 절차, 설계, 기술, 시스템 등을 직·간접적으로 독자 개발하는 것을 의미하며 세부적으로 핵심, 검증, 운영의 기술, 절차 및 시스템 유형물(하드웨어, 소프트웨어 등의 유형물)이 포함

○ 관련 소요비용 항목은 자문, 일정, 대외협력 방안에 따라 과업수행기간 항목추가, 및 삭제, 항목통합 등의 변경사항이 반영될 수 있음

가. 소요비용 산출 항목

① SBAS 사업단 기술협력 비중 산출

○ SBAS 사업단은 SBAS 개발구축을 위한 최상위 관리 및 부가임무를 수행하며 국내 독자(100%)로 산정

② 프로젝트관리 기술협력 비중 산출

○ 프로젝트관리는 SBAS 개발구축의 전 과정에 대한 핵심관리, 상위 시스템 개발 및 구축 등의 실질적인 역할을 수행

○ SBAS 개발구축에 적합한 국내 프로젝트관리 사례가 없으므로 선행 SBAS 프로젝트관리 경험이 풍부한 국외기관의 기술협력이 필수적으로 고려되어야 함

○ 이에 따라 프로젝트관리(총괄관리, 품질관리, 안전성관리)는 국내 20%, 국외 80%의 기술협력 협력비중 산정

③ 시스템 체계 기술협력 비중 산출

○ 시스템체계는 SBAS 개발구축의 상위 성능정의 및 분석, 상위/하위 시스템 정의, 설계, 분석 등을 복합적으로 수행

○ SBAS 개발구축에 적합한 국내 시스템체계 사례가 없으므로 선행 SBAS 시스템체계 경험이 풍부한 국외기관의 기술협력이 필수적으로 고려되어야 함

○ 이에 따라 시스템체계의 시스템총괄은 국내 20%, 국외 80%, 시스템설계-구조정의/설계/타당성평가는 국내 20%, 국외 80%, 시스템설계-인터페이스체계는 국내 20%, 국외 80% 시스템설계-네트워크체계는 국내 70%, 국외 30%, 시스템설계-시스템규격 국내 20%, 국외 80%, 항법성능분석 국내 20%, 국외 80%, 운영체계 국내 20%, 국외 80%, 위성I/F 국내 100%의 기술협력 비중 산정

④ 시스템 개발 기술협력 비중 산출

○ 시스템개발은 SBAS 핵심 시스템 유형물을 설계, 개발, 검증이 포함되며 분류에 따라 통합운영국, 중앙처리국, 기준국, 위성통신국, 네트워크장비, 지원장비로 상위 구분

○ 시스템개발의 통합운영국은 핵심부, 통합검증시험으로 구분되며 중앙국은 통합부, 통합검증시험, 처리부, 검증부로 구분, 기준국은 기준국 A, B로 세부구분, 지원장비는 저장서버, 성능감시도구, 문제해결도구, 시험교육시설로 세부 구분

○ 시스템개발의 대부분 항목은 국내 개발사례가 없으므로 선행 SBAS 시스템 설계, 개발, 검증 경험이 풍부한 국외기관과의 기술협력을 추진

○ 시스템개발 세부 기술협력 비중은 다음 표와 같음

〈표 2.3-23〉 시스템개발 공동개발 협력비중 산출표

단위 : %

상위 구분	최상위 개발항목	하위 구분	차상위 개발항목	구분	상위 개발항목	국내	해외
C	시스템개발	C1	통합운영국	C1	핵심부	20	80
				C1-1	통합검증시험	60	40
		C2	중앙처리국	C2	통합부	0	100
				C2-1	통합검증시험	60	40
				C2.1	처리부	20	80
				C2.2	검증부	0	100
		C3	기준국	C3.1	기준국 A	0	100
				C3.2	기준국 B	80	20
		C4	위성통신국			50	50
		C5	네트워크			0	100
		C6	지원	C6.1	저장서버	0	100
				C6.2	성능감시도구	50	50
				C6.3	문제해결도구	50	50
				C6.4	시험교육시설	50	50

⑤ 통합검증 기술협력 비중 산출

- 통합검증은 상위/시스템 유형물(하드웨어/소프트웨어 등)을 하나의 시스템으로 통합, 통합에 따른 목표/성능 등을 검증
- 통합검증은 통합검증총괄, 시험계획, 시스템통합, 시스템검증, 시스탬배포, 검증도구로 구분
- 통합검증의 통합검증총괄, 시험계획, 시스템통합, 시스템검증, 시스템배포, 검증도구는 SBAS 성능보장과 밀접한 관계로 인한 국외기관과의 기술협력을 추진하나 국내 독자운영의 효율성 재고를 위하여 국내 60%, 국외 40%로 산정
- 통합검증의 비행시험 절차개발/수행은 국내 독자(100%)로 산정

⑥ 기반시설 기술협력 비중 산출

- 기반시설은 상위/하위 시스템에 구축에 필요한 장소선정 및 운영을 위한 기반사항의 준비로 기반시설총괄, 기준국시설, 위성통신국시설, 통합운영국/중앙처리국시설, 지원시설, 네트워크시설로 구분
- 기반시설은 관련 국내 수행경험이 풍부하므로 국내 '독자'로 추진하며 SBAS 성능보장과 밀접한 연관이 있는 IF/통합시험은 선행 SBAS 기반시설 구축경험이 풍부한 국외기관과의 기술협력 추진
- 이에 따라 기반시설의 각 항목에 대한 기술협력 협력비중은 기반시설총괄, 기준국시설, 위성통신국시설, 통합운영국/중앙처리국시설, 지원시설, 네트워크시설 국내 100%, IF/통합시험 국내 60%, 국외 40%로 산정

⑦ 서비스/운영 기술협력 비중 산출

○ 서비스/운영은 SBAS 시스템의 구축에 따른 운영, 서비스, 교육, 유지보수 등으로 구성되며 관련 국내 운영사례가 없음로 선행 SBAS 서비스 및 운영의 경험이 풍부한 국외 기관과의 기술협력이 필요

○ 이에 따라 서비스/운영의 각 항목에대한 기술협력 협력비중은 운영준비 국내 50%, 국외 50%, 인증 국내 50%, 국외 50%, 유지보수 국내 20%, 국외 80%로 산정

○ 이와 별도로 서비스/운영총괄, 초기운영, 운영교육은 국내 독자(100%)로 산정

⑧ 위성임차 기술협력 비중 산출

○ 위성임차는 SBAS 시스템의 데이터 전송매체를 임대하는 것으로써, 서비스 및 운영을 위한 적합한 국내 위성이 존재하지 않는 관계로 국외 독자(100%)로 산정

⑨ 부가사항 기술협력 비중 산출

○ 부가사항은 프로젝트단위 개발항목 분류에 포함되지 않는 세금, 관세, 운송비, 보험 등이 포함되며 국외자문, CAT-I 개발 등의 상위 항목이 포함

○ 부가사항의 세금, 관세, 운송비, 보험은 국내 100%로 산정되며 국외자문, CAT-I은 각 100%, 미정으로 산정

⑩ 추가사항 기술협력 비중 산출

○ 추가사항은 프로젝트단위 개발항목 분류시점 이후에 산출된 항목으로 기준국 조사, 인증 등의 항목이 포함

○ 추가사항의 기준국 조사는 기존 국내 기준국에 대한 조사를 수행함으로 국내 독자(100%)로 산정되며 인증은 별도사업비로 산정

나. 소요비용 산출 방법

① 단위기술별 설계항목 및 비용정의 검토

㉮ 단위기술별 설계, 개발 및 검증지원 항목도출

○ 단위기술별 설계항목은 SBAS의 프로젝트 수행 단위로 구분하여 제시되며 이를 과제단위(핵심과제)로 재 조합하여 항목 도출

○ 프로젝트 수행 단위로 구분된 단위기술별 설계항목은 사업단, 프로젝트, 시스템체계, 시스템 개발, 통합검증, 기반시설, 서비스/운영 등의 상위 항목을 기반으로 각각의 세부항목을 도출하여 제시

㈏ 단위기술별 설계항목에 대한 소요예산 산출방안 마련

- 단위기술별 설계항목에 대한 소요예산은 체계, 기술, 유형물(소프트웨어, 하드웨어)이 포함된 형태로 제시
- 체계, 기술, 유형물 등에 대한 소요예산은 선행 구축을 수행한 기관의 자료를 참조하여 소요예산을 산출하며 최종 소요예산은 분기별, 연차별로 산출 예정

㈐ 분야별 소요예산 산출 결과의 신뢰도 향상 및 검증

- 분야별 소요예산 산출결과의 신뢰도 향상 및 검증을 위해 국외협력(자문/국외용역)추진
- 체계, 중앙처리국, 통합운영국, 기준국, 위성통신국의 소요예산 산출 결과는 신뢰도 향상 및 검증을 위하여 선행 경험이 풍부한 국제기관을 통하여 검증 하도록 함

② 체계 및 위험관리, 안전성 평가, 시험운영 평가 및 기술지원에 따른 비용정의 검토

㈎ 분야별 관리, 평가 및 기술지원 항목도출

- APV-I 체계, 중앙처리국, 통합운영국, 기준국, 위성통신국의 관리, 평가, 운영은 SBAS 사업단 및 인증 핵심과제로 귀속되며 인증은 SBAS 사업단의 인증핵심 과제(별도비용)를 통하여 항목 도출

㈏ 분야별 선정 항목에 대한 소요예산 산출 방안 마련

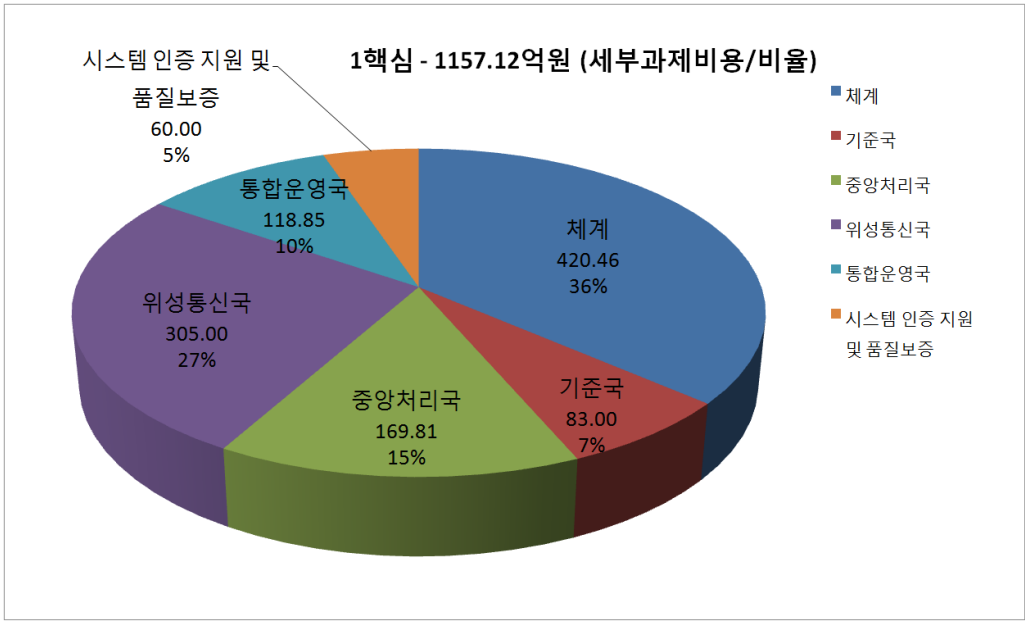
- 체계, 중앙처리국, 통합운영국, 기준국, 위성통신국의 소요예산은 직접비 항목 하드웨어 및 소프트웨어 및 간접비 항목을 통하여 소요예산을 산출

㈐ 분야별 소요예산 산출 결과의 신뢰도 향상 및 검증

- 분야별 소요예산 산출 결과의 신뢰도 향상 및 검증을 위해 국외협력(자문/국외용역)을 추진 예정
- 신뢰도 향상 및 검증은 선행 SBAS 경험이 풍부한 국제기관을 통하여 최종 검증

다. 소요비용 산출 결과

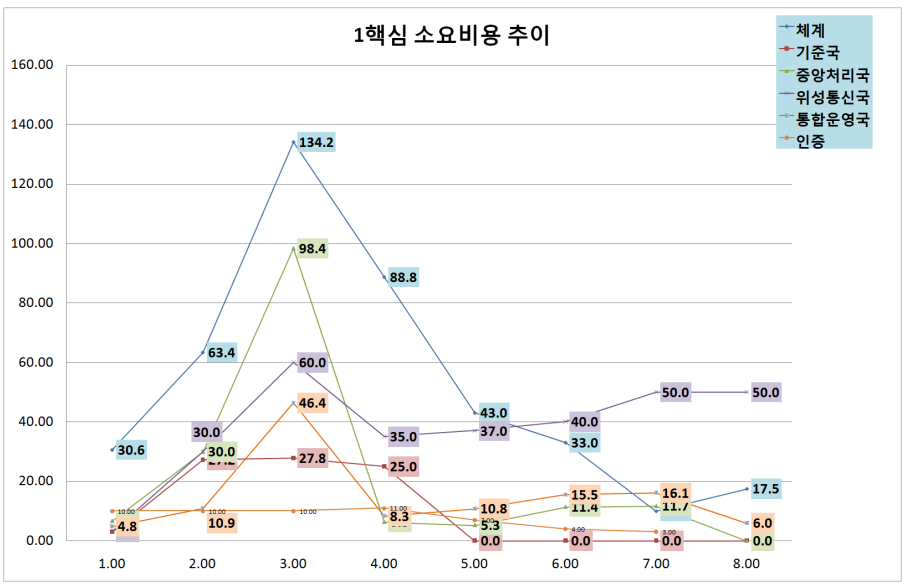
○ APV-I급 SBAS 개발 기술협력 전체 소요 비용은 1157.12 억원 이며 체계 약 36%, 기준국 7%, 중앙처리국 15%, 통합운영국 10%, 위성통신국 및 위성 임차 27%, 시스템 인증 지원 및 품질보증 5%로 구분되며 상세 비용은 아래와 같음



〈그림 2.3-1〉 APV-I급 SBAS 개발 기술협력 소요비용 산출

○ APV-I급 SBAS 각 시스템 단위 소요비용은 시험방송 신호시점(3차년)에 비중이 집중되며 이는 시험방송 신호 송출을 위한 시스템 개발 구축비용 집중

○ 아래는 APV-I급 SBAS 하위시스템의 상세 소요비용 추이를 나타냄



〈그림 2.3-2〉 APV-I급 SBAS 기술협력 소요비용 추이

(가) 체계 기술협력 세부 소요비용 산출

○ 체계는 프로젝트관리, 시스템총괄, 항법성능분석, 운영체계, 통합검증총괄, 시험계획, 시스템통합, 시스템검증, 시스템배포, 검증도구, 비행시험 절차개발/수행, 기반시설총괄, 서비스/운영총괄, 운영준비, 초기운영, 운영교육, 유지보수, 부대비용, 배송비, 독립성능툴, 보험, 국외자문이 포함

- 소요비용 산출을 위한 세부 기술협력 비중 산출

▸ 체계는 관련 설계, 절차, 검증, 운영 등의 다양한 활동에 대하여 전반적인 수행 경험이 부족하므로 이를 확보하여 내재화 하기 위한 형태로 추진되어야 함

〈표 2.3-24〉 체계 공동개발 협력비중 산출표

단위 : %

상위 구분	최상위 개발항목	구분	차상위 개발항목	구분	상위 개발항목	국내 비중	해외 비중
체계	프로젝트관리	A1	총괄관리			20	80
		A2	품질관리			20	80
		A3	안전성관리			50	50
	시스템체계	B1	시스템총괄	B1.1	기술협력	20	80
				B1.2	서비스/시스템규격	20	80
		B2	시스템체계	B2.1	구조정의/설계/타당성평가	20	80
				B2.2	인터페이스체계	20	80
				B2.3	네트워크체계	70	30
				B2.4	시스템규격	20	80
		B3	항법성능분석			20	80
		B4	운용체계			20	80
	통합검증	D1	통합검증총괄			60	40
		D2	시험계획				
		D3	시스템통합				
		D4	시스템검증				
		D5	시스템배포				
		D6	검증도구				
		D7	비행시험 절차개발/수행			100	0
	기반시설	E1	기반시설총괄			100	0
	서비스/운영	F1	서비스/운영총괄			100	0
		F2	운영준비			50	50
		F3	초기운영			100	0
		F4	인증			100	0
		F5	운영교육			100	0
		F6	유지보수			20	80
	부가사항	94	관세 및 세금			100	0
		95	운송				
		96	독립 성능/전리층 평가				
		97	보험(책임)				
		98	해외자문(기술)			0	100

○ 체계의 총 소요비용은 본과제 420.46 억원 소요되며 상세 비용은 아래와 같이 제시

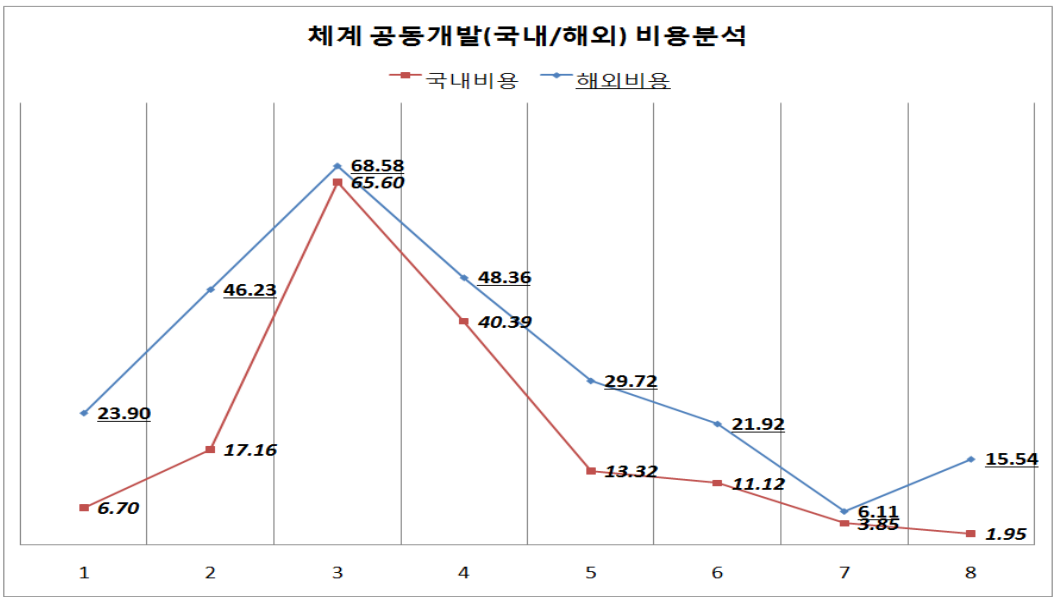
〈표 2.3-25〉 체계 연차별 세부 비용분석

단위 : 억원

	1차년	2차년	3차년	4차년	5차년	6차년	7차년	8차년	소계	비고
프로젝트관리 (A1~A3)	5.77	7.34	17.74	15.72	6.97	6.40	4.42	9.77	74.13	본과제
시스템총괄 (B1.1~2)	2.71	6.54	7.96	4.36	1.63	3.14	-	-	26.34	본과제
시스템체계 (B2.1~4)	10.23	20.14	26.87	8.42	0.73	-	-	-	66.39	본과제
항법성능분석 (B3)	-	3.67	9.17	4.04	1.47	-	-	-	18.35	본과제
운영체계 (B4)	4.16	2.80	4.36	3.73	0.40	3.15	1.40	-	20	본과제
통합검증총괄 (D1)	-	3.97	7.95	3.81	0.00	0.83	-	-	16.56	본과제
시험계획 (D2)	-	3.48	5.56	0.93	0.00	1.62	-	-	11.59	본과제
시스템통합 (D3)	-	-	3.16	3.28	2.70	2.58	-	-	11.72	본과제
시스템검증 (D4)	-	-	1.54	2.46	4.00	3.69	3.69	-	15.38	본과제
시스템배포 (D5)	-	-	-	3.04	7.29	1.90	0.44	-	12.67	본과제
검증도구 (D6)	-	-	1.61	0.72	-	-	-	-	2.33	본과제
비행시험 절차개발/수행 (D7)	-	-	2.80	2.80	2.40	2.00	-	-	10.00	본과제
부대비용 (H94)	-	-	30.00	20.00	-	-	-	-	50.00	본과제
국외자문 (H98)	7.73	15.45	15.45	15.45	15.45	7.73	0.00	7.74	85.00	본과제
연차별 총비용	30.6	63.39	134.17	88.76	43.04	33.04	9.95	17.51	420.46	

○ 체계는 각 개발항목별 공동개발비중에 따라 계상되며 국내 총 소요비용 160.08억원, 해외 총 소요비용 260.38억원으로 계상

○ 체계의 국내/국외 비용 추이는 아래의 그림 2.5-3에 제시



〈그림 2.3-3〉 체계 국내/국외 비용 추이

○ 전체 체계 소요비용 대비 국외 소요비용의 비율은 약 61.93%이며 이에 대한 세부 비용은 아래의 표에 제시

〈표 2.3-26〉 체계 기술협력 세부 비용분석

단위 : 억원

	1차년	2차년	3차년	4차년	5차년	6차년	7차년	8차년	소계	비고
체계 총비용	30.60	63.39	134.17	88.76	43.04	33.04	9.96	17.50	420.46	본과제
체계 국외비용	23.90	46.24	68.58	48.36	29.72	21.92	6.12	15.54	260.38	본과제
국외비율 (%)	78.11	72.93	51.11	54.49	69.05	66.36	61.34	88.84	61.93	%

(나) 기준국 기술협력 세부 소요비용 산출

○ 기준국은 '기준국 시스템 개발기술'과 '기준국과 중앙처리국 간의 IF/통합시험기술'로 크게 구분되며, 기준국 시스템 개발기술은 사이트 조사/선정, 설계/제작/설치/검증기술, 운영/유지보수 기술로 구분

- 소요비용 산출을 위한 기술협력 비중 산출

▸ 기준국은 국내에서 전국망 위성항법보정시스템(DGPS)을 구축, 운영한 경험이 있으므로 연구개발 비용과 개발 기간을 최소화 하면서, SBAS 기준국 관련 기술을 최대한 확보할 수 있는 형태로 추진

▸ 기준국 사이트 조사·선정 기술은 관련 기술 확보를 위하여 기술협력 개발 비중을 국외 40%, 국내 60%로 산정

▸ 기준국 설계·제작·설치·검증 기술은 관련 기술 확보를 위하여 기술협력 비중을 국외 20%, 국내 80%로 산정

▸ 기준국 운영·유지보수 기술은 관련 기술 확보를 위하여 기술협력 비중을 국외 20%, 국내 80%로 산정

▸ 기준국 IF/통합시험 기술은 국외 기술자문을 통해 국내기술 100%로 추진

○ 기준국은 기준국 시스템 개발기술 68억원(사이트 조사·선정 기술 13.2억, 설계·제작·설치·검증 기술 49억, 운영·유지보수 기술 5.8억), IF/통합시험 기술 15억으로 총 83억원이 소요되며, 기준국은 사이트 조사·선정 기술 국외 40%, 설계·제작·설치·검증 기술 국외 20%, 운영·유지보수 기술 국외 20%로 구성

○ 기준국의 기준국 시스템 개발기술은 사이트 조사·선정 기술 국외 5.3억원, 국내 7.9억원, 설계·제작·설치·검증 기술 국외 10억원, 국내 39억원, 운영·유지보수 기술 국외 1.2억원, 국내 4.6억원으로 구성

○ 기준국의 IF/통합시험 기술은 국내 15억원으로 구성

〈표 2.3-27〉 기준국 연차별 세부 비용분석

단위 : 억원

	1차년	2차년	3차년	4차년	5차년	6차년	7차년	8차년	소계	비고
기준국	-	23.2	23.8	21.0	-	-	-	-	68	
IF /통합시험	3.0	4.0	4.0	4.0	-	-	-	-	15	
연차별 총비용	3.0	27.2	27.8	25.0	0	0	0	0	83	

○ 기준국의 본과제에 대한 연차별 세부비용은 아래의 표에 제시

〈표 2.3-28〉 기준국 연차별 세부 비용분석 (국토교통부 본 과제)

단위 : 억원

	1차년	2차년	3차년	4차년	5차년	6차년	7차년	8차년	소계	비고
기준국	-	-	-	-	-	-	-	-	0	-
IF /통합시험	3.0	4.0	4.0	4.0	-	-	-	-	15	본과제
연차별 총비용	3	4	4	4	0	0	0	0	15	

○ 기준국 사이트 조사·선정 기술개발 세부소요 비용 산출 내용은 아래의 표에 제시

〈표 2.3-29〉 기준국 사이트 조사·선정 기술개발 세부소요 비용 산출 내역

연구내용	소요예산(백만원)		연차별 예산(백만원)						
	국토교통부	해양수산부	1차년도	2차년도		3차년도		4차년도	
	MOLIT	MOF	MOLIT	MOLIT	MOF	MOLIT	MOF	MOLIT	MOF
기준국 사이트 조사·선정 기술개발									
SBAS 기준국 사이트 선정을 위한 환경조사 절차 개발									
국내 운영 전국망 위성항법보정시스템 기준국 현황 분석		10			10				
기준국 후보지 선정에 필요한 전파환경 요구사항 분석		50			50				
기준국 사이트 선정에 필요한 가시성 및 기타 요구사항 분석		20			20				
기준국 사이트 환경 조사 절차서 개발		50			50				
SBAS 기준국 사이트 선정을 위한 환경 데이터 취득									
기준국 사이트 환경 조사 데이터 선정 및 DB 설계		20			20				
기준국 사이트 전파환경 및 가시성 등 환경 데이터 현장조사 플랫폼 설계		30			30				
기준국 사이트 전파환경 현장조사 플랫폼 제작		250			250				
기준국 사이트 가시성 및 기타 요구사항 분석을 위한 플랫폼 제작		50			50				
전국망 위성항법보정시스템 기준국 및 로란 기준국의 환경 데이터 취득을 위한 현장조사 계획 수립 및 수집 데이터의 유효성 판단 방법 개발		50			50				
전국망 위성항법보정시스템 기준국 및 로란 기준국의 환경 데이터 취득		200			200				
SBAS 기준국 사이트 선정을 위한 환경 데이터 분석									
기준국 사이트 환경 데이터 분석법 개발		100			100				
기준국 사이트 변화에 따른 SBAS 가용성 분석법 개발		140			140				
전국망 위성항법보정시스템 기준국 및 로란 기준국의 개선안 도출		100			100				
SBAS 기준국 사이트 선정 및 선정 결과보고서 작성									
전국망 위성항법보정시스템 기준국 및 로란 기준국의 개선안 수용 가능성 및 개선 정도 예측		100			100				
환경 데이터 분석 결과 및 예측된 개선 정도에 기반한 SBAS 기준국 사이트 선정		50			50				
SBAS 기준국 사이트 선정 결과보고서 작성		100			100				
소계	0	1,320	0	0	1,320	0	0	0	0

○ 기준국 설계·제작·설치·검증 기술개발 세부소요 비용 산출 내역은 아래의 표에 제시

〈표 2.3-30〉 기준국 설계·제작·설치·검증 기술개발 세부소요 비용 산출 내역

연구내용	소요예산(백만원)		연차별 예산(백만원)						
	국토교통부	해양수산부	1차년도	2차년도		3차년도		4차년도	
	MOLIT	MOF	MOLIT	MOLIT	MOF	MOLIT	MOF	MOLIT	MOF
기준국 설계·제작·설치·검증 기술개발									
SBAS 기준국 설계 기술개발									
APV-I 목표 성능을 고려한 다목적 SBAS 기준국 성능 및 기능 사양 설계		100			100				
APV-I 서비스를 위한 SBAS 기준국 구성 장비 단위의 기본설계		100			100				
APV-I 서비스를 위한 기준국 설계 사양 및 성능 만족 주요 장비 조사		100			100				
APV-I 서비스를 위한 장비 선정을 위한 성능/기능 비교분석 방안 개발		300			300				
APV-I 서비스를 위한 장비 선정을 위한 성능/기능 비교분석 및 분석서 작성		50			50				
APV-I 서비스를 위한 기준국 장비 선정 및 SBAS 기준국 상세설계		200			200				
SBAS 기준국 제작 기술개발									
APV-I 서비스를 위한 SBAS 기준국 소프트웨어 개발을 위한 절차 분석		150			150				
APV-I 서비스를 위한 SBAS 기준국 소프트웨어 개념/기본설계		300					300		
APV-I 서비스를 위한 SBAS 기준국 소프트웨어 상세설계 및 제작		730					730		
APV-I 서비스를 위한 SBAS 기준국 소프트웨어 개발단계 시험검증		300					300		
다목적 APV-I 지상 기준국용 제어, 감시, 운영 시스템 개발		600					600		
SBAS 기준국 설치 기술개발									
APV-I 서비스를 위한 SBAS 기준국 하드웨어·소프트웨어 장비의 단위 기능 모듈 정의 및 성능검증 기준/절차 개발		50					50		
APV-I 서비스를 위한 SBAS 기준국 하드웨어·소프트웨어 장비의 단위 모듈 성능검증 플랫폼 설계		50					50		
APV-I 서비스를 위한 SBAS 기준국 하드웨어·소프트웨어 장비의 단위 모듈 성능검증 플랫폼 제작		160					160		
APV-I 서비스를 위한 SBAS 기준국 하드웨어·소프트웨어 장비의 단위 모듈 성능검증 및 검증분석서 작성		90					90		
APV-I 서비스를 위한 SBAS 기준국 설치 절차 분석 및 절차서 개발		100					100		
SBAS 기준국 검증 기술개발									
APV-I 서비스를 위한 SBAS 기준국 통합 성능검증 기준/절차 개발		320							320
APV-I 서비스를 위한 SBAS 기준국 통합 성능검증 플랫폼 설계 및 제작		850							850
APV-I 서비스를 위한 SBAS 기준국 통합 성능검증 및 검증분석서 작성		350							350
소계	0	4,900	0	0	1,000	0	2,380	0	1,520

○ 기준국 운영·유지보수 기술개발 세부소요 비용 산출 내역은 아래의 표에 제시

〈표 2.3-31〉 기준국 운영·유지보수 기술개발 세부소요 비용 산출 내역

연구내용	소요예산(백만원)		연차별 예산(백만원)						
	국토교통부	해양수산부	1차년도	2차년도		3차년도		4차년도	
	MOLIT	MOF	MOLIT	MOLIT	MOF	MOLIT	MOF	MOLIT	MOF
기준국 운영·유지보수 기술개발									
SBAS 기준국 운영 기술개발									
APV-I 서비스를 위한 SBAS 기준국 시범 구축		200							200
APV-I 서비스를 위한 SBAS 기준국 운영 모드와 모드별 운영절차 설계 및 절차서 제정		120							120
APV-I 서비스를 위한 SBAS 기준국 운영 교육 매뉴얼 개발		80							80
SBAS 기준국 유지보수 기술개발									
APV-I 서비스를 위한 SBAS 기준국 유지보수 절차 설계 및 절차서 제정		50							50
APV-I 서비스를 위한 SBAS 기준국 유지보수 도구 설계 및 제작		80							80
APV-I 서비스를 위한 SBAS 기준국 유지보수 교육 매뉴얼 개발		50							50
소계	0	580	0	0	0	0	0	0	580

○ IF/통합시험 기술개발 세부소요 비용 산출 내용은 아래의 표에 제시

〈표 2.3-32〉 IF/통합시험 기술개발 세부소요 비용 산출 내역

연구내용	소요예산(백만원)		연차별 예산(백만원)						
	국토교통부	해양수산부	1차년도	2차년도		3차년도		4차년도	
	MOLIT	MOF	MOLIT	MOLIT	MOF	MOLIT	MOF	MOLIT	MOF
기준국과의 연동(I/F) 및 통합시험									
기준국, 중앙처리국 연동 설계									
기준국, 중앙처리국 연동 사양 및 인터페이스(IF) 설계	150		150						
기준국과 중앙처리국 간의 연동 단위기능 설계	150		150						
기준국 후보지 선정에 따른 APV-I 가용성 분석									
기준국 위치 변화에 따른 가용성 분석 툴 개발	200			200					
기준국 후보지 선정에 따른 APV-I 가용성 분석	200			200					
기준국, 중앙처리국 연동 검증기준과 절차 개발									
기준국과 중앙처리국 간의 연동 단위기능 모듈 검증기준 및 절차 개발	150					150			
기준국과 중앙처리국 간의 통합 연동 검증기준 및 절차 개발	150					150			
프로토타입 기준국과 중앙처리국 간의 연동 단위기능 검증 및 분석	100					100			
기준국, 중앙처리국 연동 성능분석									
기준국과 중앙처리국 간의 통합 연동 성능검증 툴 개발	200							200	
시범운용 기준국과 중앙처리국 간의 통합 연동 성능시험 및 분석	200							200	
소계	1,500		300	400	0	400	0	400	0

○ 기술협력 비중을 고려한 소요비용 산출

- 기준국은 각 개발항목단위 기술협력 비중에 따라 계상되며 국내 총 소요비용 66.5억원, 국외 총 소요비용 16.5억으로 계상

- 기준국 총 소요비용 대비 국외 소요비용의 비율은 약 19.9%이며 이에 대한 세부 비용은 아래의 표에 제시

〈표 2.3-33〉 기준국 기술협력 세부 비용분석

단위 : 억원

	1차년	2차년	3차년	4차년	5차년	6차년	7차년	8차년	소계	비고
기준국 총비용	3.0	27.2	27.8	25.0	-	-	-	-	83	
기준국 국외비용		5.3	6.0	5.2	-	-	-	-	16.5	
국외비율 (%)	0	19.5	21.6	20.8	-	-	-	-	19.9	%

(다) 중앙처리국 기술협력 세부 소요비용 산출

○ 중앙처리국은 통합부, 통합검증시험, 처리부, 검증부로 구분

- 소요비용 산출을 위한 세부 기술협력 비중 산출

▸ 중앙처리국은 설계, 개발 등의 전반적인 수행 경험이 부족하므로 이를 확보하기 위한 형태로 추진되어야 함

▸ 중앙처리국 통합부는 SBAS 시스템의 규정, 절차, 운영성능 검증등에 대한 기술확보를 위하여 공동개발 비중을 해외 독자(100%)로 산정

▸ 중앙처리국 통합검증시험은 통합부, 처리부, 검증부의 기술을 내제화 하기 위하여 해외 40%, 국내 60%로 산정

▸ 중앙처리국 처리부는 관련 기술 확보를 위하여 공동개발 비중을 해외 80%, 국내 20%로 산정

▸ 중앙처리국 검증부는 관련 기술 확보를 위하여 기술협력 비중을 국외 도입(100%)로 산정

○ 중앙처리국의 총 소요비용은 본과제 169.81 억원 소요되며 상세 비용은 아래와 같이 제시

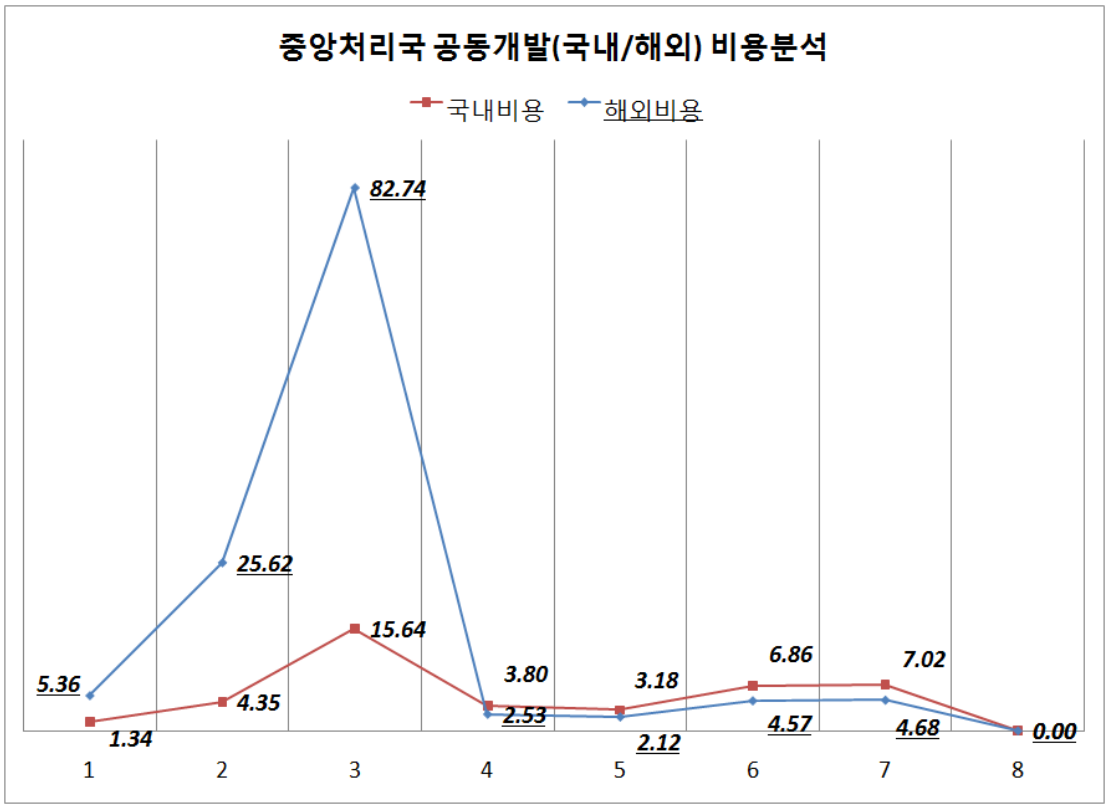
〈표 2.3-34〉 중앙처리국 연차별 세부 비용분석

단위 : 억원

	1차년	2차년	3차년	4차년	5차년	6차년	7차년	8차년	소계	비고
중앙처리국 통합부 (C2)	-	5.08	7.61	-	-	-	-	-	12.69	본과제
중앙처리국 통합검증시험 (C2-1)	-	-	-	6.33	5.30	11.43	11.69	-	34.75	본과제
중앙처리국 처리부 (C2.1)	6.70	21.76	78.21	-	-	-	-	-	106.67	본과제
중앙처리국 검증부 (C2.2)	-	3.14	12.56	-	-	-	-	-	15.7	본과제
연차별 총비용	6.7	29.98	98.38	6.33	5.3	11.43	11.69	0	169.81	

○ 중앙처리국은 각 개발항목별 공동개발비중에 따라 계상되며 국내 총 소요비용 42.19억원, 해외 총 소요비용 127.63억원으로 계상

○ 중앙처리국의 국내/국외 비용 추이는 아래의 그림 2.5-4에 제시



〈그림 2.3-4〉 중앙처리국 국내/국외 비용 추이

○ 중앙처리국 총 소요비용 대비 해외 소요비용의 비율은 약 75.2%이며 이에 대한 세부 비용은 아래의 표에 제시

〈표 2.3-35〉 중앙처리국 공동개발비용 세부 비용분석

단위 : 억원

	1차년	2차년	3차년	4차년	5차년	6차년	7차년	8차년	소계	비고
중앙처리국 총비용	6.70	29.98	98.38	6.33	5.30	11.43	11.69	-	169.81	본과제
중앙처리국 해외비용	5.36	25.62	82.74	2.53	2.12	4.57	4.68	-	127.62	본과제
해외비율 (%)	80.0	85.5	84.1	40.0	40.0	40.0	40.0	-	75.2	%

(라) 위성통신국 기술협력 세부 소요비용 산출

○ 위성통신국은 위성I/F(시스템체계), 위성통신국(시스템개발), 위성임차(위성임차), 위성통신국시설(기반시설)이 포함되며 세부 소요비용 산출을 위하여 신호발생부, 신호처리부, 접속부, RF변환부, 위성임차로 기능적으로 재 분류

- 소요비용 산출을 위한 공동협력 비중 산출

▸ 위성통신국 신호생성부는 국내의 개발, 구축, 운영 사례가 없으며 SBAS 시스템의 성능 및 안정성을 보장하기 위하여 도입하며, 관련 기술을 국외 80%, 국내 20%로 산정

▸ 위성통신국 신호검증부(위성과의 접속 기능 포함)는 관련 기술 습득을 위하여 기술협력 비중을 국외 80%, 국내 20%로 산정

▸ 위성통신국 통합검증 시험은 관련 기술 습득을 위하여 기술협력 비중을 국외 80%, 국내 20%로 산정

▸ RF 변환부(안테나 포함)는 관련 기술 및 운영을 위하여 국내 100%인 독자로 개발 추진

▸ 위성임차는 국외위성을 활용하므로 국외 100% 도입으로 추진

○ 위성통신국은 신호생성부 27억원, 신호검증부(위성접속기능 포함) 55억원, RF변환부 103억원, 위성임차 120억원으로 총 305억원 소요

○ 위성통신국의 연차별 세부소요 비용 산출 내용은 아래의 표로 제시

〈표 2.3-36〉 위성통신국 연차별 세부 비용분석

단위 : 억원

	1차년	2차년	3차년	4차년	5차년	6차년	7차년	8차년	소계	비고
위성통신국 신호생성부	1	8	10	3	3	1	1	-	27	본과제
위성통신국 신호검증부	1	10	18	6	7	7	1	-	50	본과제
위성통신국 RF 변환부	1	12	32	16	12	17	13	-	103	본과제
통합검증 시험	-	-	-	-	-	-	5	-	5	본과제
위성 임차	-	-	-	10	15	15	30	50	120	본과제
연차별 총비용	3	30	60	35	37	40	50	50	305	

○ 공동협력 비중을 고려한 소요비용 산출

- 위성통신국은 각 개발항목단위 공동개발 비중에 따라 계상되며 국내 총 소요비용 134억원, 해외 총 소요비용 171억원(임차 포함)으로 계상
- 위성통신국 총 소요비용 대비 해외 소요비용의 비율은 약 56.1%이며 이에 대한 세부 비용은 아래의 표에 제시

〈표 2.3-37〉 위성통신국 기술협력 세부 비용분석

단위 : 억원

	1차년	2차년	3차년	4차년	5차년	6차년	7차년	8차년	소계	비고
위성통신국 총비용	3	30	60	35	37	40	50	50	305	
위성통신국 국외비용	0	10	10	20	20	25	36	50	171	
국외비율 (%)	0	33.3	16.7	57.1	54.1	62.5	72.0	100	56.1	%

(마) 통합운영국 기술협력 세부 소요비용 산출

○ 통합운영국은 핵심부, 통합검증시험, 네트워크장비, 저장서버, 네트워크 시설이 포함

- 소요비용 산출을 위한 세부 공동협력 비중 산출
  - ▸ 통합운영국은 설계, 개발 등의 전반적인 수행 경험이 부족하므로 이를 확보하기 위한 형태로 추진되어야 함
  - ▸ 통합운영국 핵심부는 SBAS 시스템의 규정, 절차, 운영성능 검증 등에 대한 기술확보를 위하여 공동개발 비중을 해외 80%, 국내 20%로 산정
  - ▸ 통합운영국 통합검증시험은 핵심부, 처리부, 검증부의 기술을 내제화 하기 위하여 해외 40%, 국내 60%로 산정

○ 통합운영국의 총 소요비용은 본과제 118.86억원 소요되며 상세 비용은 아래와 같이 제시

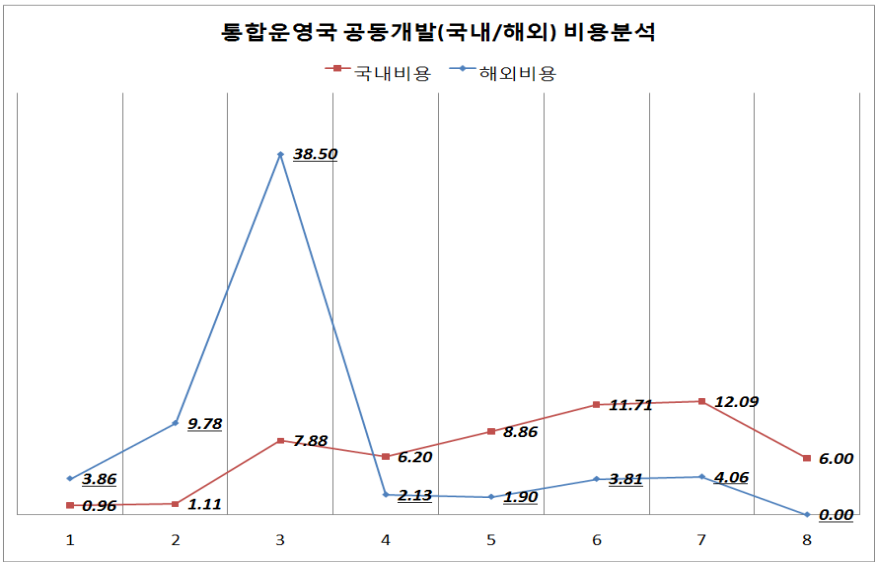
〈표 2.3-38〉 통합운영국 연차별 세부 비용분석

단위 : 억원

	1차년	2차년	3차년	4차년	5차년	6차년	7차년	8차년	소계	비고
통합운영국 핵심부 (C1)	4.82	5.57	24.41	-	-	-	-	-	34.8	본과제
통합운영국 통합부 (C1-1)	-	-	-	5.33	4.76	9.52	10.15	-	29.76	본과제
네트워크 장비 (C5)	-	3.72	4.55	-	-	-	-	-	8.27	본과제
저장서버 (C6.1)	-	1.60	14.43	-	-	-	-	-	16.03	본과제
네트워크 시설(E5)	-	-	3.00	3.00	6.00	6.00	6.00	6.00	30.00	
연차별 총비용	4.82	10.89	46.39	8.33	10.76	15.52	16.15	6.0	118.86	

○ 통합운영국은 각 개발항목별 공동개발비중에 따라 계상되며 국내 총 소요비용 54.81억원, 해외 총 소요비용 64.04억원으로 계상

○ 통합운영국의 국내/해외 비용 추이는 아래의 그림 2.5-5에 제시



〈그림 2.3-5〉 통합운영국 국내/국외 비용 추이

○ 전체 통합운영국 소요비용 대비 해외 소요비용의 비율은 약 53.9%이며 이에 대한 세부 비용은 아래의 표에 제시

〈표 2.3-39〉 통합운영국 공동개발비용 세부 비용분석

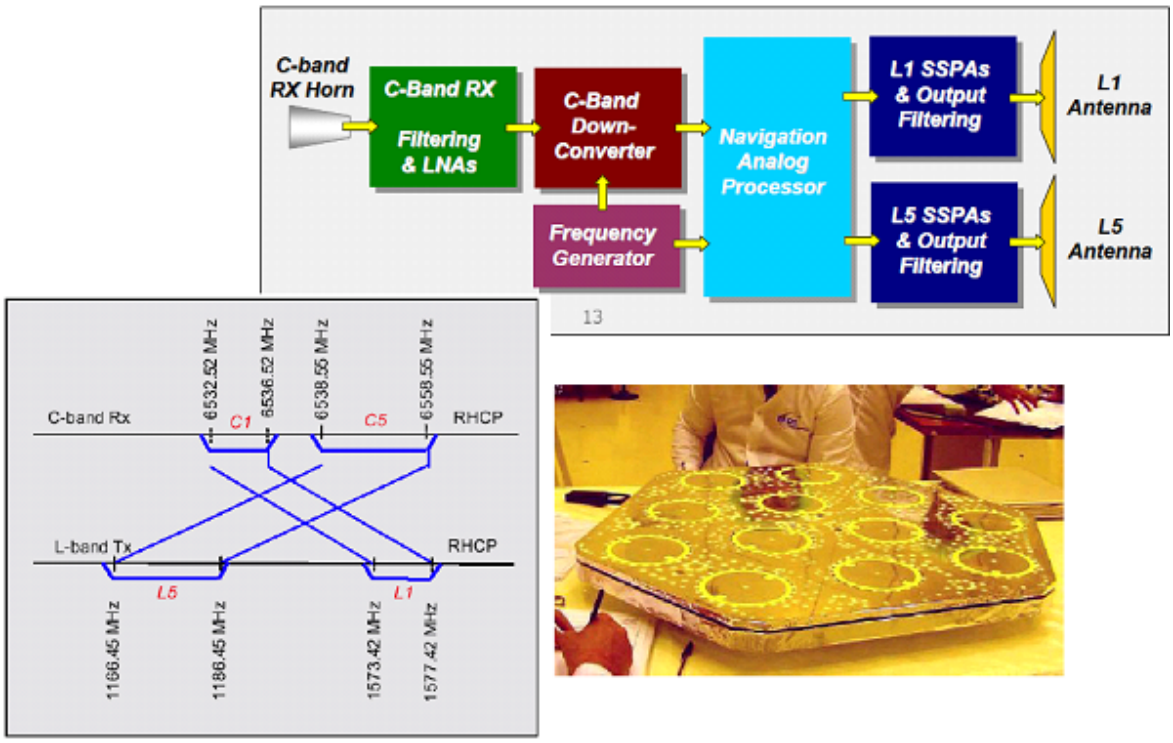
단위 : 억원

	1차년	2차년	3차년	4차년	5차년	6차년	7차년	8차년	소계	비고
통합운영국 총비용	4.82	10.89	46.38	8.33	10.76	15.52	16.15	6.00	118.85	본과제
통합운영국 해외비용	3.86	9.78	38.50	2.13	1.90	3.81	4.06	-	64.04	본과제
해외비율 (%)	80.0	89.8	83.0	25.6	17.7	24.5	25.1	0	53.9	%

5. SBAS 위성 임차 및 위성 PRN 확보 방안

가. SBAS 위성 임차 방안

- APV-I 개발을 위해 필요한 정지궤도 위성은 2기로 그 중 한기 위성은 주 위성으로 활용하고 나머지 한기는 부 위성으로 주위성이 고장에 대비할 수 있어야 함
- APV-I 개발에서는 주/부위성이 모두 L1 C/A 신호만 송출할 수 있어야 하며 CAT-I 개발결과에 대한 시험단계에서는 L1 C/A 신호 외에 L5 신호까지 송출할 수 있어야 함
- APV-I 개발/구축 및 CAT-I 시험용으로 활용하기 위해서는 L1 및 L5 신호를 송출할 수 있는 항법보정중계기를 탑재된 위성을 발굴하고 해당 위성을 임차해야 함
- 현재 GPS L1 및 L5 신호를 모두 송출할 수 있으면서 가용한 위성으로는 인마셋 4시리즈 위성이 존재



〈그림 2.3-6〉 인마셋 4 시리즈의 위성보정탑재체 개념도

- 인마셋 4 시리즈의 위성 제원은 아래와 같음

〈표 2.3-40〉 인마셋 4 시리즈의 위성 제원

파라미터		인마셋 4 시리즈	비고
수신안테나 형태		혼(Horn) 안테나	(지상→ 위성방향)
중계기 형태		단순 중계형	주파수 변환 등 수행
수신주파수(Uplink)		C1 신호 & C5 신호	(지상→ 위성방향)
송신주파수(Downlink)		L1 신호 & L5 신호	(위성→ 지상방향)
송신안테나 형태		Helical 형태	(위성→ 지상방향)
신호대역폭	L1	4.0 MHz	(위성→ 지상방향)
	C1	4.0 MHz	(지상→ 위성방향)
	C5	20 MHz	(지상→ 위성방향)
	L5	20MHz	(위성→ 지상방향)

- 인마셋 4 시리즈 위성은 총 3기가 존재하는데 F1 위성은 현재 임차되지 않은 상태하에 있고, F2 위성은 유럽의 EGNOS 용으로 임차, F3 위성은 미국의 WAAS 용으로 임차되어 각각 활용 중

○ APV-I 개발을 통해 보정정보 제공은 L1 신호만 해당되는바, 정지궤도 위성에 대한 임차방안은 다음과 같음

- SBAS 시스템 구축을 위해 L1신호를 송출할 수 있는 항법탑재체를 탑재하고 있는 정지궤도 위성으로는 SBAS 시스템 개발 일정, 현재 항법탑재체가 탑재되어 운용중인 위성의 서비스 종료 시점 등을 감안할 때 가장 적합한 위성은 인마셋 4 시리즈 위성과 인마셋 사가 발사 계획중인 인마셋 6 시리즈가 타당할 것으로 판단
- 위성을 임차하는 방안 외에 국내에서 개발을 계획하고 있는 위성에 Hosted P/L 방식으로 항법보정탑재체를 개발해 개발 위성에 함께 탑재하는 방안도 고려될 수 있으며 적합한 위성군에는 천리안 위성 2B 또는 민관방송통신위성, KTSAT이 계획하고 있는 위성이 포함될 수 있음

○ CAT-I 개발을 통해 보정정보를 제공하기 위해서는 L1 신호외에 L5 신호를 송출할 수 있는 중계기가 탑재된 위성을 임차해야 하며 임차방안은 다음과 같음

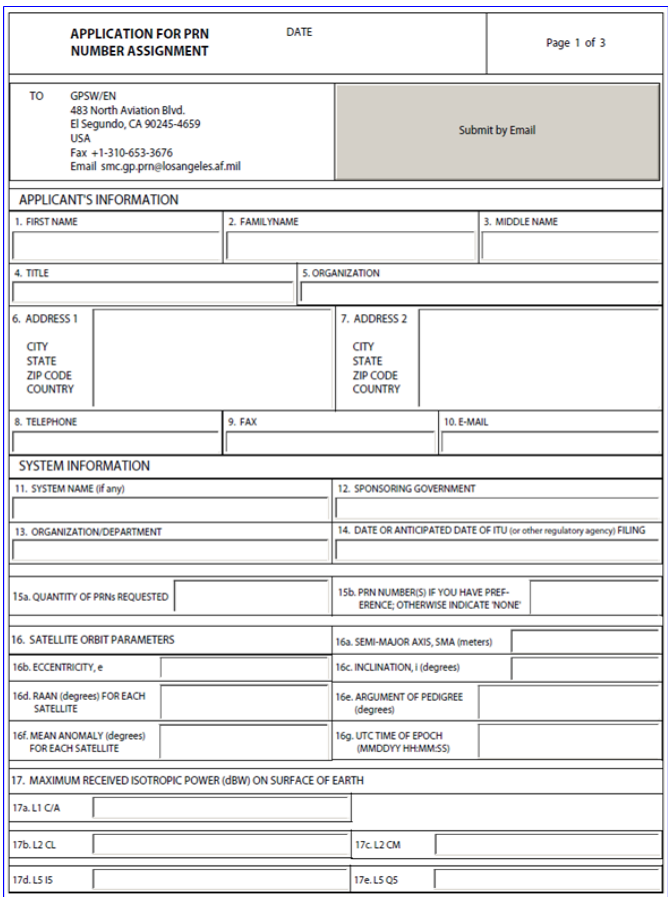
- L1 및 L5 신호까지 제공할 수 있는 항법중계기는 인마셋 4 시리즈 위성 3기 모두 가능한바, 현 시점에서 임차가 가능할 것으로 예상되는 F1 위성 외에 인마셋이 개발할 계획인 인마셋 6시리즈에 대한 사용의향서등을 서로 교환해 위성을 확보
- 또한 정지궤도 위성을 통한 GEO 레인징 기능까지 수행하거나 시험할 수 있기 위해서는 사용하는 중계기의 대역폭이 20MHz 이상을 가진 중계기가 탑재된 위성을 대상으로 해야 함
- 만일, SBAS 시스템 구축에 필요한 위성을 국외에 의존하는 것을 탈피하기 위해서는 국내에서 개발을 고려중인 위성들에 L5 중계기를 Hosted P/L 방식으로 탑재할 수 있을 것이며 가능성이 높은 위성은 천리안위성 5B, 민관방송통신위성 또는 KTSAT사가 계획하고 있는 위성들이 포함될 수 있음
- 참고적으로 인마셋 4시리즈 위성의 경우, L5신호 전송용으로 사용하는 중계기 대역폭은 20MHz로 알려져 있음

나. 위성 PRN 확보방안

○ APV-I 개발을 위해서는 우리가 구축하고자 하는 SBAS 시스템의 정지궤도 위성(임차 또는 국내개발) PRN 할당은 1개 또는 복수개의 PRN코드가 요구됨

○ SBAS 시스템의 가용도 보장를 위해서는 반드시 2기의 항법중계기가 탑재되어 있는 정지궤도 위성 2기에서 사용할 수 있는 서로 다른 PRN이 필요함

○ PRN 코드 할당을 위한 요청 양식은 GPS 이사회가 사전에 정의해 놓은 3페이지 분량의 포맷으로 구성되어 있으며 요청양식은 아래와 같음



APPLICATION FOR PRN NUMBER ASSIGNMENT DATE | Page 1 of 3

TO GPSW/EN
483 North Aviation Blvd.
El Segundo, CA 90245-4659
USA
Fax +1-310-653-3676
Email smc.gp.prn@losangeles.af.mil

Submit by Email

APPLICANT'S INFORMATION

1. FIRST NAME	2. FAMILYNAME	3. MIDDLE NAME

4. TITLE	5. ORGANIZATION

6. ADDRESS 1 CITY STATE ZIP CODE COUNTRY		7. ADDRESS 2 CITY STATE ZIP CODE COUNTRY	

8. TELEPHONE	9. FAX	10. E-MAIL

SYSTEM INFORMATION

11. SYSTEM NAME (if any)	12. SPONSORING GOVERNMENT
13. ORGANIZATION/DEPARTMENT	14. DATE OR ANTICIPATED DATE OF ITU (or other regulatory agency) FILING

15a. QUANTITY OF PRNs REQUESTED		15b. PRN NUMBER(S) IF YOU HAVE PREFERENCE; OTHERWISE INDICATE 'NONE'	
16. SATELLITE ORBIT PARAMETERS		16a. SEMI-MAJOR AXIS, SMA (meters)	
16b. ECCENTRICITY, e		16c. INCLINATION, i (degrees)	
16d. RAAN (degrees) FOR EACH SATELLITE		16e. ARGUMENT OF PEDIGREE (degrees)	
16f. MEAN ANOMALY (degrees) FOR EACH SATELLITE		16g. UTC TIME OF EPOCH (MMDDYY HH:MM:SS)	

17. MAXIMUM RECEIVED ISOTROPIC POWER (dBW) ON SURFACE OF EARTH			
17a. L1 C/A			
17b. L2 CL		17c. L2 CM	
17d. L5 I5		17e. L5 Q5	

APPLICATION FOR PRN NUMBER ASSIGNMENT (continued) Page 2 of 3

18. RECEIVED ISOTROPIC POWER (RIP) ON SURFACE OF EARTH AS A FUNCTION OF ELEVATION ANGLE

18a. L1 C/A

Elev Angle (degrees)	-5	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90
RIP (dBW)																				

18b. L2 CL

Elev Angle (degrees)	-5	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90
RIP (dBW)																				

18c. L2 CM

Elev Angle (degrees)	-5	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90
RIP (dBW)																				

18d. L5 I5

Elev Angle (degrees)	-5	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90
RIP (dBW)																				

18e. L5 Q5

Elev Angle (degrees)	-5	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90
RIP (dBW)																				

19. REMARKS

APPLICATION FOR PRN NUMBER ASSIGNMENT (continued) Page 3 of 3

20. PRN NUMBER REQUEST FOR TESTING PURPOSES ONLY (use additional pages if necessary)

In special cases, PRN assignments are made on a temporary basis for a 6-month or 1-year period for testing purpose only. If the PRN request is only for testing purpose the following additional information should be provided before the PRN assignment is made.

20a. PROPOSAL/TEST DESCRIPTION
Please provide a short test description clarifying details of your operations and what you hope to accomplish from the test.

20b. POWER LEVELS AND MODE OF OPERATIONS
Effective Isotropic Radiated Power (e.i.r.p.), dBW.

20c. TRANSMIT ANTENNA GAIN PATTERN

20d. PULSED MODE

pulse duty cycle

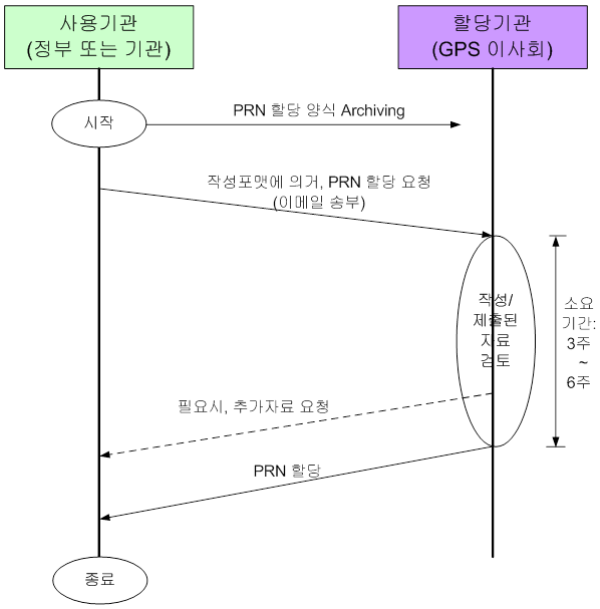
pulse repetition rate

20e. INTERFERENCE ANALYSIS
Describe measures taken to avoid interference and details of interference analysis done.

21. COMMENTS/SPECIAL REQUESTS

〈그림 2.3-6〉 PRN 코드 할당을 위한 요청양식

○ PRN 확보를 위해서는 〈그림 2.5-9〉에 도시한 절차에 따라 추진해야 함



〈그림 2.3-7〉 위성 PRN 확보를 위한 절차개념도

○ PRN 확보를 위한 처리 절차에 대한 개략적인 내용은 다음과 같음

- PRN 할당 요청 포맷에 의해 관련 정보 작성
- 작성 양식에 필요한 우리의 SBAS 용 정지궤도 위성에 대한 관련 정보를 모두 기록한 뒤 이를 GPS 이사회에 메일(E-mail)로 송부
- 관련 문서를 송부 메일 주소: smc.gp.prn@losangels.af.mil
- GPS 이사회는 우리가 작성해 송부한 정보를 수신한 뒤 우리측이 제출한 데이터 등을 검토한다. 하지만 필요할 경우,GPS 이사회는 우리측에 추가적인 정보 요청을 할 수도 있음
- PRN 코드 할당 소요 기간은 일반적으로 3 ~ 6주 가량 소요
- GPS 이사회의 검토 결과, 특별한 사항이 발생되지 않으면 GPS 이사회측은 우리측이 요구한 위성 PRN을 할당하게 되고, 우리측의 SBAS 정지궤도 위성 PRN으로 사용가능
- GPS 이사회측에서 할당하는 위성 PRN 은 크게 예비할당과 최종할당으로 구분하고 있는데, 예비할당의 만기는 3년 이내, 최종할당 만기는 10년 이내로 되어 있으며, 최종할당의 경우, 기간만료 전 할당된 PRN 재요청 가능

○ SBAS 위성 PRN 확보를 위해서는 APV-I에서는 단일주파수인 GPS L1 C/A코드용 PRN이 필요함

- GPS 이사회에서 이미 설정해 놓은 SBAS 용 위성 PRN은 120부터 158까지 인 점을 고려할 때, 120번부터 141번까지 일부 미 할당된 부분은 존재하지만 대부분 할당되어 사용 중인 점을 고려하여 선정
- 우리가 신청하여 사용하게 될 SBAS 구축을 위해서는 2기의 정지궤도 위성이 필요한 바, 주/부 위성용 PRN은 142번부터 157번 사이에 신청를 통해 확보할 수 있을 것으로 사료됨

○ SBAS 위성 PRN 확보를 위해서는 CAT-I에서는 이중주파수가 요구되므로 APV-I용으로 사용할 GPS L1 C/A코드용 PRN 이외에 L5용 PRN을 확보해야 함

- GPS 이사회에서 이미 설정해 놓은 SBAS 용 위성 PRN은 120부터 158까지 인 점을 고려할 때, 139번부터 157번 사이가 2014년 1월 기준으로 미 할당된 상태인바, 이들 번호 사이에 주/부 위성용으로 2개의 PRN을 신청하여 확보토록 추진

제4절 국외 기술협력 업체선정 사례 조사 및 선정 절차 방안

1. 국외 기술협력 업체 선정 사례

○ 방위사업청 “펜저-3 발사기” 관련 국외 업체 선정 사례 (업체 선정 공고)

1. 입찰에 부치는 사항 및 입찰 일시 / 장소

가. 입찰 사항

구매요구번호	품 명	수량	단위	입찰방법
BAA94255	펜저-3 발사기	100	SET	2단계 경쟁(동시)

나. 입찰등록일시 : 2014. 8. 12(화) 13:00 ~ 15:00 종료

다. 입찰등록 서류심사 : 2014. 8. 12(화) 15:00 ~ 심사종료시

라. 입찰일시 : 2014. 8. 13.(수) 13:00 ~ 15:00

* 입찰참가 등록 업체가 1개일 경우, 재공고 예정임으로 입찰서류(규격/가격)는 접수하지 않음.

마. 장 소 : 방위사업청 고객지원센터 상담부스

2. 적용법령, 입찰방법, 입찰가격

가. 국가를 당사자로 하는 계약에 관한 법률 시행령 제18조 제3항.

나. 2단계 일반경쟁(동시) 서류입찰로 총액제를 적용한다.

다. 모든 입찰자는 “INCOTERMS 2010”에서 정한 DAP 인도조건으로 입찰가격을 제시하여야 한다.

3. 입찰참가 자격(구매요구번호 별 아래사항 준수)

가. 입찰대상품목을 전문적으로 취급하는 국외 제작자 또는 국내/외 공급자로써 입찰일 5 근무일 전까지 방위사업청에 국외조달업체로 등록된 업체

나. 대리인을 선정하여 입찰에 참여하는 경우에는 그 대리인도 방위사업청에 등록되어야 한다.

다. 국가를 당사자로하는 계약에관한 법률 제27조 및 동법시행령 제76조의 규정에 의한 입찰참가자격 제한 처분을 받지 아니한 업체

4. 입찰보증금 및 국고귀속(구매요구번호 별 아래사항 준수)

가. 입찰자(대리인 포함)는 구매요구번호(P.R.NO.)별로 입찰금액의 5%이상에 해당하는 입찰보증금을 현금, 취소불능보증신용장 또는 보증보험증권으로 설정하여야 한다.

나. 입찰보증금 면제자는 입찰자 명의의 입찰보증금 지급각서 및 국외업체가 무역대리점을 선정한 경우에는 국내무역대리점의 연대보증서를 같이 제출하여야 한다.

다. 동 입찰보증금은 낙찰자가 계약을 체결하지 아니하거나, 계약이행보증금을 설정하지 못할 경우 품목별로 낙찰금액의 5%에 해당하는 입찰보증금은 몰수된다.

5. 입찰무효 : 입찰자격이 없는 자가 한 입찰 등 국가를 당사자로 하는 계약에관한 법률시행령 제39조 제④항에 해당하는 입찰은 무효로 한다.

6. 계약납기 : 각 구매요구번호(P.R No) 별 구매요구서 확인

7. 낙찰자 결정방법

가. 낙찰자 결정은 가격, 납기, 수량, 사양 및 정부에 가장 유리한 조건들을 고려하여 공고서에 정한 조건에 일치한 목표가 이내 최저가 제시 적격업체로 정한다.

8. 입찰등록시 제출서류(각 구매요구번호 별 제출)

가. 입찰참가 신청서 1부

나. 입찰보증금 납부서 또는 지급각서[납부면제자] 1부

- 국외업체가 지급각서를 직접 제출하고 국내무역대리점을 사용할 경우는 무역대리점 연대보증서 1부도 같이 제출하여야 한다.

다. 제작사증명서(공증필) 원본 1부

- FAX로 제출시 10일이내 원본 제출조건으로 접수한다.

라. 공급자증명서(공증필) 원본 1부

- 제작사가 직접 참여시 생략이 가능하며, FAX로 제출시 10일이내 원본 제출조건으로 접수한다.

마. 국외업체 위임장(공증필)〈무역대리점 대리입찰시〉 원본 1부

- 무역대리점 대표자가 소속 직원에게 재위임시 무역대리점 대표자가 그 직원에게 위임한 위임장 원본 1부도 같이 제출하여야 한다.

바. 청렴계약이행서약서〈국내업체 및 국내무역대리점〉 1부

- 방위사업청 홈페이지(국방전자조달)에서 직접 작성 입력 또는 입찰등록시 서면으로 제출한다.

9. 입찰시 제출서류

가. 계약서 표지 및 계약조건 원본 2부

- 계약서 표지 및 계약 일반/특수조건 내용에 대하여 동의의 표시로 모든 쪽에 서명 후 제출한다.

나. 가격입찰서(COMMODITY DESCRIPTION AND PRICE LIST)(밀봉/날인) 원본 1부

다. 규격입찰서 : 원본 2부

1) 물품명세서

-가격입찰서에서 가격부분만 공란으로 하여 제출한다.

2) 장비규격비교표

-입찰공고시의 규격과 업체 제시 규격을 항목별로 비교하여 작성 제출한다.

3) 장비사양서

-기술자료, 도면, 카탈로그 등

라. 목표가산정용 견적서 원본 1부

- 중략 -

11. 기타 입찰에 관하여 숙지할 사항(각 구매 요구번호 별)

입찰자는 낙찰시 자신의 위험과 비용으로 낙찰 품목을 수출하는 국가의 정부로부터 출허가 및, 또는 승인을 받아야 하며, 필요한 경우, 이와 관련된 다른 국가의 정부 승인도 받을 책임이 있다. (국내공급업체가 직접 입찰 참여를 희망하는 경우에는 위 사항을 고려하여, 낙찰 후 입찰 품목의 수출허가 및, 또는 승인 획득 불가에 따른 계약이행 불가 상황이 발생하지 않도록 입찰 품목에 대한 수출허가 및, 또는 승인 대상 여부 및 획득 가부를 확인하시고, 입찰 품목을 공급하는 국외업체가 해당국 정부의 수출허가 및, 또는 승인의 책임을 지도록 거래관계를 설정하시길 권고 드립니다.)

가. 본 입찰은 2단계서류입찰로서 입찰 당일 규격입찰서 1부, 가격입찰서 1부를 분리 작성하여 동시에 제출하여야 하며, 세부내용은 방위사업청 홈페이지에 게시된 입찰유의서를 참조한다.

※단, 가격입찰서는 밀봉 및 날인하여야 한다.

나. 미국 달러화 이외 통화로 입찰 시는 미국 달러화로 환산하여 입찰가격을 평가하므로 아래의 환산기준율을 적용한 미국 달러화를 같이 명기하여야 한다

- 환산 기준환율은 입찰일의 금융결제원 매매기준율을 적용한다

※ 인터넷 방위사업청 홈페이지 ⇒ 국외조달 ⇒ 경쟁입찰 ⇒ 환율조회 ⇒

조회일자 : 입찰일, 은행명 : 금융결제원 ⇒ 조회

다. 물품의 수량은 예산 및 수요부서의 사정에 따라 변경될 수 있다.

라. 국산대체예정품목은 조건부 낙찰 후 취소될 수 있다.

마. 당년국채 편성품목은 2015년 2월 이후, 장기국채 편성품목은 2016년 2월 이후에 물품대금을 지급하는 조건이다.

바. 상세한 입찰관련 서류는 방위사업청 종합상담실에 비치하고, 동시에 방위사업청 홈페이지에 게재한다.

사. 입찰자는 본 입찰공고에 첨부된 입찰유의서, 일반장비 계약조건 및 구매사양서 등 일체의 입찰 관련서류를 숙지한 후 입찰에 참여하여야 하며, 이를 숙지하지 못한 책임은 전적으로 입찰자에게 있다.

아. 입찰에 참가하고자 하는 국외업체는 "매도인이 엄격히 준수해야 할 뇌물공여금지규정 (계약조건 부칙 5조)"을 숙지 및 계약체결시 제출하여야 한다.

자. 본 입찰공고와 관련하여 한글과 영문의 해석이 상충 될 경우 한글의 해석과 의미가 우선한다.

차. 본 입찰공고문과 입찰유의서의 내용이 상충될 때에는 본 입찰공고문의 내용이 우선하며, 본 입찰공고문에 없는 사항은 입찰유의서에 기재된 바에 따른다.

2014년 7월 2일

방 위 사 업 청 장

○ 해양경찰청 “터보프롭 항공기” 관련 국외 업체 선정 사례 (업체 선정 공고)

1. 입찰에 부치는 사항

가. 입찰사항

수요자 : 해안경찰청

품 명 : 터보프롭 항공기

수 량 : 4대

나. 사업설명회

1) 일시 / 장소 : 2008. 10. 8(수) 14:00 ~ 16:00 / 계약관리본부 회의실

2) 참가신청 : 인터넷 zzang@dapa.go.kr / 2008. 10. 7(화) 오전 12:00한

3) 참가 신청시 포함사항 ; 국적, 업체명(생산자 / 대리점 구분), 성명, 연락처 (유선/핸드폰/fax), 질의사항

4) 참가시 준비사항 : 업체별 입찰 대상장비에 대한 소개서(항공기 / 임무장비에 대한 모델명 / 번호, 가격정보를 알 수 있는 인터넷 등 정보처. 소개서는 참고자료이며, 제안서 내용을 제한하지 않습니다.)

다. 등 록 일 시 : 2008.11. 7(금) 09:30 ~ 11:00

라. 제안서 접수일시 : 2008.11.10(월) 09:30 ~ 11:00

마. 장 소 : 방위사업청 고객지원센터 상담실

바. 배정예산 : 960억원

입찰평가시 입찰가격 평점산식에서 추정가격은 배정예산을 적용한다.

입찰가는 미화를 기준으로 하며, 환산 기준환율은 2008.11. 4(화)일자 금융결재원 매매기준율을 적용한다.

사. 본 경쟁입찰 공고는 정부의 정책결정에 의해 취소될 수 있습니다.

2. 적용법령, 조달방법, 입찰가격

가. 국가를 당사자로 하는 계약에 관한 법률 시행령 43조(협상에 의한 계약체결), 방위사업관리 규정 적용

나. 조달방법 : 협상에 의한 계약, 다만 가격협상에 대해서는 본 공고문 ‘7-다’항을 적용한다.

다. 모든 입찰자는 별도의 명시가 없으면 “INCOTERMS 2000”에서 정한 DDU 인도조건으로 입찰가격을 제시하여야 한다.

3. 입찰참가 자격

가. 입찰대상 품목을 전문적으로 취급하는 국외 제작자 또는 국내·외 공급자로서 입찰일 5근무일 전까지 방위사업청에 국외조달업체로 등재된 업체로 상기 1-나항의 사업설명회에 참석한 업체에 한함

나. 대리인을 선정하여 입찰에 참여하는 경우에는 그 대리인도 방위사업청에 등재되어야 한다.

4. 입찰보증금 및 국고귀속

가. 입찰자(대리인포함)는 총 입찰금액의 5%이상에 해당하는 입찰보증금을 현금, 취소불능보증신용장 또는 보증보험증권으로 설정하여야 한다.

나. 입찰보증금 면제자는 입찰자 명의의 입찰보증금 지급각서 및 국외업체가 국내무역대리점을 선정한 경우에는 국내무역대리점의 연대보증서를 같이 제출하여야 한다.

다. 동 입찰보증금은 낙찰자가 계약을 체결하지 아니하거나 계약이행보증을 설정하지 못할 경우 품목별로 낙찰금액의 5%에 해당하는 입찰보증금은 몰수된다.

5. 입찰 무효

입찰참가자격이 없는 자가 한 입찰 등 국가를 당사자로 하는 계약에 관한 법률 시행령 제39조 제④항에 해당하는 입찰은 무효로 한다.

6. 계약 납기

제안요청서에 정하는 바에 따른다.

7. 낙찰자 결정방법

가. 제안요청서에 정하는 평가기준에 의하여 제안서를 평가한 후 협상절차를 통하여 국가에 가장 유리한 입찰자를 낙찰자로 결정합니다.

나. 국가에 유리한 입찰자 선정을 위해 기술능력 평가 배점은 70점, 입찰가격 평가 배점은 30점 로 한다.

다. 방위사업청은 업체에서 제출한 제안서를 참고하여 산출한 목표가를 기준으로 가격협상을 할 수 있으며, 목표가 산출방법 및 적용은 방위사업관리규정을 따른다. 가격협상 결과, 협상가격이 목표가 이내이면 계약체결, 목표가 초과시 국제계약실무협의회 심의결과에 따라 협상성립 또는 결렬을 결정한다.

8. 입찰 등록 시 제출서류

가. 입찰참가신청서 1부.

나. 입찰보증금납부서 또는 지급각서[납부면제자] 1부.

* 국외업체가 지급각서를 직접 제출하고 국내무역대리점을 사용할 경우는 무역대리점 연대보증서 원본 1부도 같이 제출하여야 한다.

다. 제작자증명서(공증 필) 원본 1부.

* FAX로 제출시 10일 이내 원본 제출 조건으로 접수한다.

라. 공급자증명서(공증 필) 원본 1부.

* 제작사가 직접 참여시 생략이 가능하며, FAX로 제출시 10일 이내 원본 제출 조건으로 접수한다.

마. 국외업체 위임장(공증 필)〈무역대리점 대리 입찰 시〉 원본 1부.

* 무역대리점 대표자가 소속 직원에게 재 위임 시 무역대리점 대표자가 그 직원에게 위임한 위임장 원본 1부도 같이 제출하여야 한다.

바. 청렴계약이행서약서〈국내업체 및 국내무역대리점〉 1부.

* 방위사업청 홈페이지(국방전자조달)에서 직접 작성 입력 또는 입찰등록시 서면으로 제출한다.

9. 입찰시 제출서류

가. 제안서 및 제안요약서 각 6부(원본 1부, 사본 5부)

나. 별첨자료 6부

다. 제안서 및 제안요약서 내용을 화일로 제출(CD 3부)

라. 가격입찰서는 봉인하여 기술제안서와 별도로 제출한다.(원본 1부, 사본 5부)

- 중략 -

11. 기타 입찰에 관하여 숙지할 사항

가. 협상 적격자에게 협상 순위를 서면으로 통보하며, 미 선정업체에 대한 통보는 생략한다.

나. 환산 기준환율은 2008년 11월 4(화)일자 금융결재원 매매기준율을 적용한다.

※ 인터넷 방위사업청 홈페이지 ⇒ 국외조달 ⇒ 경쟁입찰 ⇒ 환율조회 ⇒

조회일자 : 2008/11/ 4, 은행명 : 금융결재원 ⇒ 조회

다. 물품의 수량은 예산 및 수요부서의 사정에 따라 변경될 수 있다.

라. 상세한 입찰관련 서류는 방위사업청 종합상담실에 비치하고, 동시에 방위사업청 홈페이지에 게재한다.

마. 입찰자는 방위사업청 홈페이지에 게재된 입찰유의서, 일반 계약조건 및 제안요청서 등 일체의 입찰 관련서류를 숙지한 후 입찰에 참여하여야 하며, 이를 숙지하지 못한 책임은 전적으로 입찰자에게 있다.

바. 입찰에 참가하고자 하는 국외업체는 "매도인이 엄격히 준수해야 할 뇌물공여금지규정(계약일반조건 부칙 5조)"을 숙지하고, 계약체결 시 제출하여야 한다.

사. 본 입찰공고와 관련하여 한글과 영문의 해석이 상충 될 경우 한글의 해석과 의미가 우선한다.

아. 본 입찰공고문과 입찰유의서의 내용이 상충될 때에는 본 입찰공고문의 내용이 우선하며, 본 입찰공고문에 없는 사항은 입찰유의서에 기재된 바에 따른다.

2008년 9월 29일

방 위 사 업 청 장

2. 국외 기술협력 업체 선정 전략

○ APV-I 시스템 개발에 참여하는 주요 기관은 “국내 연구기관 (사업단)”, “국내 체계업체”, “국외 협력업체”로 구분할 수 있음

○ 국외 기술협력을 위한 “국외 협력업체”의 계약은 다음의 3가지 방법 중에서 선택 가능

- 국내 연구기관과 국외 협력업체 직접 계약
  - ▸ 장점 : 의사결정이 신속하며, 국내 연구기관에서 국외 협력업체 직접 협의 가능, 국내 연구기관이 국외 협력업체에 강력한 기술협력 요구 가능
  - ▸ 단점 : 국내 체계업체로 SBAS 관련 기술의 이전 불가능
- 국내 연구기관과 컨소시엄(국내 체계업체/국외 협력업체)의 계약
  - ▸ 장점 : 국내 연구기관의 계약관련 업무 경감, 국내 체계업체로 SBAS 관련 기술의 이전 가능
  - ▸ 단점 : 국내 체계업체의 SBAS 관련 기술 성숙도가 낮으므로 국외 협력업체가 주도하는 방향으로 계약업무 진행 가능
- 국내 연구기관이 국내 체계업체와 계약 후, 국내 체계업체가 국외 협력업체와 계약
  - ▸ 장점 : 국내 연구기관의 계약관련 업무 경감, 국내 체계업체로 SBAS 관련 기술의 이전 가능, 국내 체계업체가 국외 협력업체에 강력한 기술협력 요구 가능
  - ▸ 단점 : 단계적 계약으로 인한 계약 업무 증가

○ 사업단은 상기 3가지 방법 중에서 구매비용 절감 및 기술획득을 고려하여 가장 효과적인 방법을 결정할 필요가 있음

3. 국외 기술협력 업체 선정 방법

○ 업체 선정 과정에서 발생할 수 있는 분쟁을 최소화하기 위하여 정부 조달청 시스템 활용 필요



〈그림 2.4-1〉 조달청 구매 시스템 개요

○ 구매비용 절감 및 기술획득을 위하여 국외 기술협력 업체 선정 기준은 국내업체 선정 기준을 준용하며 “다수공급자계약 2단계 경쟁 업무처리기준 (2013.923)”에 의거 처리됨

○ 다음은 “다수공급자계약 2단계 경쟁 업무처리기준”에서 중요 내용 발췌

- 제안 요청 기준

▸ 수요기관의 장은 다수공급자계약 수요물자의 1회 납품요구대상금액이 5천만원 이상인 경우 나라장터 종합쇼핑몰의 ‘제안요청함’을 통하여 5인 이상의 계약상대자를 대상으로 제안요청하여야 함

▸ 수요기관의 요구규격에 적합하고 계약가격이 수요기관 예산범위 이내인 계약상대자가 2인 이상, 5인 미만인 경우에만 제1항부터 제3항의 규정에도 불구하고 5인 미만으로도 제안요청이 가능

- 납품대상업체 선정기준

▸ 수요기관의 장은 제안요청 시 납품대상업체 선정을 위하여 다음 각 호의 어느 하나를 기준으로 정하여야 함

▪ 최저가격을 제안한 자를 납품대상업체로 선정

▪ 제안서평가 종합점수가 가장 높은 제안자를 납품대상업체로 선정

▸ 수요기관의 장은 제1항 제2호를 선정기준으로 하여 제안요청을 하는 경우에는 표준평가방식 또는 종합평가방식 중 어느 하나로 결정하여야 하며, 선정기준을 종합평가방식으로 할 경우에는 기본평가항목과 선택 평가항목을 조합한 종합평가기준을 제안요청 대상업체에 제시하여야 함

▪ 수요기관은 종합평가방식의 경우 기본 평가항목과 선택 평가항목 외에 별도의 평가항목을 추가할 수 없음

▪ 평가기준의 총점은 100점만점이 되어야 하며 각 평가항목별 점수는 주어진 배점한도를 준수해야 함

▪ 기본 평가항목의 배점을 주어진 배점 한도 내에서 조정하여 총점이 100점이 되도록 하는 경우에는 선택 평가항목은 선택하지 않아야 함

〈표 2.4-1〉 다수공급자계약 2단계경쟁 종합평가방식

구 분	평가분야		평가항목	배점한도
기본 평가항목 (75점 이상)	가격		제안가격의 적정성	50점 이상
	적기납품		납기지체 여부	10점 이상 20점 이하
	기술 (15점)	고도기술	세부품명 기준 인증 보유여부	15점
		일반기술	세부품명 기준 인증 보유여부	7점
		녹색기술	세부품명 기준 인증 보유여부	7점
선택 평가항목 (25점 이하)	경영상태		업체 경영상태	10점 이하
	납품실적		해당 제품 납품실적	10점 이하
	사후관리		계약이행실적평가 전체등급	5점 이하
	선호도		자체 선호도 조사	5점 이하
	지역업체		지역업체 여부	5점 이하
	약자지원		중증장애인생산제품·장애인기업·사회적기업	5점 이하

제5절 CAT-I급 SBAS 핵심기술 개발을 위한 세부 기술 분석

1. CAT-I급 SBAS 핵심기술 세부 기술 분석

○ 데이터 수집 (KS-P-F1100)

- 모든 기준국으로부터 GPS L1/L2/L5 측정치를 수집하여 저장
- 모든 기준국으로부터 GLONASS L1/L2 측정치를 수집하여 저장
- 모든 기준국으로부터 Galileo E1/E5 측정치를 수집하여 저장
- 모든 기준국으로부터 Beidou B1/B2 측정치를 수집하여 저장
- 모든 기준국으로부터 GPS 항법 메시지를 수집하여 저장
- 모든 기준국으로부터 GLONASS 항법 메시지를 수집하여 저장
- 모든 기준국으로부터 Galileo 항법 메시지를 수집하여 저장
- 모든 기준국으로부터 Beidou 항법 메시지를 수집하여 저장
- 모든 기준국으로부터 GEO L1/L5측정치 데이터를 수집하여 저장
- 모든 기준국으로부터 L1/L5 SBAS 메시지를 수집하여 저장
- 모든 기준국으로부터 GPS L1/L2/L5 신호 품질 데이터를 수집하여 저장
- 모든 기준국으로부터 GLONASS L1/L2 신호 품질 데이터를 수집하여 저장
- 모든 기준국으로부터 Galileo E1/E5 신호 품질 데이터를 수집하여 저장
- 모든 기준국으로부터 Beidou B1/B2 신호 품질 데이터를 수집하여 저장
- 모든 기준국으로부터 GEO L1/L5 신호 품질 데이터를 수집하여 저장

○ 궤도력 데이터 처리 (KS-P-F1200)

- 수집된 항법 위성 및 GEO 위성의 궤도력을 검사하여 이상 유무를 확인
- 모든 기준국으로부터 수집된 궤도력 데이터 중 각각의 위성에 어떤 궤도력 데이터를 사용할 것인지 선정
- 선정된 궤도력 데이터를 사용하여 기준 시각의 항법 위성 및 GEO 위성의 위치를 계산

○ 측정치 전처리 (KS-P-F1300)

- 모든 기준국으로부터 수집된 항법 위성 및 GEO 위성의 측정치를 검사하여 이상 유무 및 오차 수준을 감시
- 이상 데이터는 이후의 프로세스에서 사용되지 않도록 플래그를 발생시킨다.
- 모든 기준국으로부터 수집된 코드 측정치는 반송파 위상 측정치를 이용하여 스무딩을 수행
- 측정치 오차 수준은 KS-P-F3100에서 UDRE를 결정할 때 반영되도록

○ 신호 변형 감시 (KS-P-F1400)

- 모든 기준국으로부터 수집된 측정치 및 신호품질데이터를 활용하여 신호 변형에 의한 오차 수준을 감시
- 신호 변형 오차 수준은 KS-P-F3100에서 UDRE를 결정할 때 반영되도록

○ 코드-반송파 발산 감시 (KS-P-F1500)

- 모든 기준국으로부터 수집된 측정치 및 신호품질데이터를 활용하여 코드-반송파 발산 여부 및 오차수준을 감시
- 코드-반송파 발산 오차 수준은 KS-P-F3100에서 UDRE를 결정할 때 반영

○ 항법 위성 궤도 결정 (KS-P-F2100)

- 모든 기준국의 전리층/대류층 지연 제거 항법 위성 의사거리 측정치와 항법 위성 궤도력 데이터를 이용하여 항법 위성 궤도 오차와 위성 시계 오차를 추정

○ GEO 위성 궤도 결정 (KS-P-F2200)

- 모든 기준국의 전리층/대류층 지연 제거 GEO 의사거리 측정치와 GEO 궤도력 데이터를 이용하여 GEO 위성 궤도 오차와 위성 시계 오차를 추정

○ 위성 보정정보 결정 (KS-P-F2300)

- 모든 기준국에서 수집된 측정치를 이용하여 가시 항법 위성의 위치 및 시계 오차를 추정
- 모든 기준국에서 수집된 측정치를 이용하여 가시 GEO 위성의 위치 및 시계 오차를 추정

- 가시 항법 위성의 위치 및 시계 오차를 이용하여 장기/단기 보정정보를 결정
- 가시 GEO 위성의 위치 및 시계 오차를 이용하여 장기/단기 보정정보를 결정

○ UDRE 결정 (KS-P-F3100)

- 가시 GPS 위성 궤도/시각 보정 정보의 오차 수준을 추정
- 가시 GEO 위성 궤도/시각 보정 정보의 오차 수준을 추정
- 가시 GPS 위성 궤도/시각 보정 정보를 검사하여 이상 유무를 확인
- 가시 GEO 위성 궤도/시각 보정 정보를 검사하여 이상 유무를 확인
- 가시 GPS에 대한 UDRE 값을 결정하고 이에 따른 UDREI 값을 결정
- 가시 GEO에 대한 UDRE 값을 결정하고 이에 따른 UDREI 값을 결정

○ DFRE/DFREC 결정 (KS-P-F3200)

- 가시 항법 위성 궤도/시각 보정 정보의 오차 수준을 추정
- 가시 GEO 위성 궤도/시각 보정 정보의 오차 수준을 추정
- 가시 항법 위성 궤도/시각 보정 정보를 검사하여 이상 유무를 확인
- 가시 GEO 위성 궤도/시각 보정 정보를 검사하여 이상 유무를 확인
- 가시 항법 위성에 대한 DFRE 값을 결정하고 이에 따른 DFREI 값을 결정
- 가시 GEO에 대한 DFRE 값을 결정하고 이에 따른 DFREI 값을 결정
- 가시 항법 위성에 대한 DFREC 값을 결정하고 이에 따른 DFRECI 값을 결정
- 가시 GEO에 대한 DFREC 값을 결정하고 이에 따른 DFRECI 값을 결정

○ 위성 궤도/시계 공분산 결정 (KS-P-F3300)

- 가시 항법 위성 궤도/시각 보정 정보의 공분산 행렬을 추정
- 가시 GEO 위성 궤도/시각 보정 정보의 공분산 행렬을 추정
- 추정된 공분산 행렬은 상삼각 행렬의 형태로 표현

○ 위성 보정정보 성능저하계수 결정 (KS-P-F3400)

- 가시 항법 위성의 장기 보정정보의 성능저하계수를 결정
- 가시 항법 위성의 단기 보정정보의 성능저하계수를 결정

○ 주파수간 바이어스 결정 (KS-P-F4100)

- 가시 GPS 위성의 L1/L2/L5 의사거리 측정치 간의 바이어스를 추정
- 모든 기준국 수신기의 GPS L1/L2/L5 의사거리 측정치 간의 바이어스를 추정

○ 격자 수직 전리층 지연 결정 (KS-P-F4200)

- 모든 기준국에서 수집한 가시 GPS 측정치의 전리층 통과점을 결정
- 모든 기준국에서 수집한 가시 GPS 측정치의 전리층 통과점에서의 전리층 지연값을 추정
- 전리층 통과점에서의 전리층 지연값에서 주파수간 바이어스를 제거
- 모든 기준국에서 수집한 가시 GPS 측정치의 전리층 통과점에서의 전리층 지연값을 이용하여 전리층 격자점에서의 수직 전리층 지연값을 추정
- 전리층 격자점에서의 전리층 지연값을 이용하여 전리층 보정 정보를 결정

○ GIVE 결정 (KS-P-F5100)

- 전리층 보정 정보의 오차 수준을 추정
- 전리층 보정 정보를 검사하여 이상 유무를 확인
- 전리층 격자점에서의 GIVE 값을 결정
- 전리층 측정치를 이용하여 전리층 폭풍 발생 여부를 검출
- 전리층 폭풍 발생 시 GIVEI 값을 결정
- 전리층 폭풍 상황을 가정하고 전리층 보정 정보 오차 수준을 추정
- 전리층 폭풍 상황을 가정한 상태에서의 GIVE 값을 결정하고 이에 따른 GIVEI 값을 결정

○ 전리층 보정정보 성능저하계수 결정 (KS-P-F5200)

- 전리층 보정정보에 대한 RSS 플래그를 결정
- 격자 수직 전리층 보정정보에 대한 연속적인 두 값 사이의 차이의 한계 범위를 결정
- 전리층 보정정보의 변화율을 결정
- 전리층 보정정보 메시지의 최소 업데이트 시간 간격을 결정

○ UDRE 검사 (KS-P-F6100)

- KS-P-F2300, KS-P-F3100, KS-P-F3300에서 생성한 보정정보와 UDRE 정보를 이용하여 내부 UDRE 검사를 수행
- KS-P-F2300, KS-P-F3100, KS-P-F3300, KS-P-F3400에서 생성한 보정정보와 무결성 정보를 이용하여 외부 UDRE 검사를 수행

○ GIVE 검사 (KS-P-F6200)

- KS-P-F4200, KS-P-F5100, KS-P-F5200에서 생성한 보정정보와 GIVE 정보를 이용하여 GIVE의 이상여부를 결정

○ DFRE/DFREC 검사 (KS-P-F6300)

- KS-P-F2300, KS-P-F3200, KS-P-F3300에서 생성한 보정정보와 DFRE 정보를 이용하여 내부 DFRE 검사를 수행
- KS-P-F2300, KS-P-F3200, KS-P-F3300에서 생성한 보정정보와 DFRE/DFREC 정보를 이용하여 외부 DFRE 검사를 수행

○ 거리 영역 무결성 검사 (KS-P-F6400)

- 위성 및 전리층 관련 보정정보와 무결성 정보를 통합하여 거리 영역에서 검사하여 이상 여부를 결정

○ 위치 영역 무결성 검사 (KS-P-F6500)

- 위성 및 전리층 관련 보정정보와 무결성 정보를 통합하여 위치 영역에서 검사하여 이상 여부를 결정

○ SBAS 메시지 스케줄링 (KS-P-F7100)

- SBAS 메시지별 방송 간격 요구조건을 만족할 수 있도록 방송해야하는 SBAS 메시지 종류를 결정

○ SBAS 메시지 인코딩(KS-P-F7200)

- 방송되어야 하는 메시지를 SBAS 표준[SARPs][MOPS]에 맞도록 인코딩

○ SBAS 기준 시간 (SNT) 결정 (KS-P-F8100)

- 모든 기준국 측정치를 이용하여 SBAS 네트워크 시간을 결정
- SBAS 네트워크 시간과 GPS 시간을 동기

○ SNT-UTC 편이 결정 (KS-P-F8200)

- SBAS 네트워크 시간과 UTC 시간 차를 결정
- 기준 UTC 표준에 대한 UTC 파라미터를 결정
- 항법 시스템간 time-offset을 결정

2. SBAS 핵심기술 중요도 분석

○ 이중주파수 SBAS 개발 시 세부 기술 별로 반드시 추가로 개발해야하는 요소가 있으며, 이중주파수 SBAS 기술 요소는 물론 단일 주파수 SBAS 에만 국한되는 기술 요소도 향후 핵심기술 자립화를 위해 인증을 고려한 알고리즘의 개발이 필요함

〈표 2.5-1〉 SBAS 핵심기술 중요도 및 기술 분석

일련번호	핵심기술	중요도 (1-5, 숫자가 높을수록 중요)	이중주파수 SBAS 개발시 추가 개발 필요 여부
KS-P-F1100	데이터 수집	1	O
KS-P-F1200	궤도력 데이터 처리	2	O
KS-P-F1300	측정치 전처리	2	O
KS-P-F1400	신호 변형 감시	4	O
KS-P-F1500	코드-반송파 발산 감시	3	O
KS-P-F2100	항법 위성 궤도 결정	5	O
KS-P-F2200	GEO 위성 궤도 결정	3	O
KS-P-F2300	위성 보정정보 결정	2	O
KS-P-F3100	UDRE 결정	5	X
KS-P-F3200	DFRE/DFREC 결정	5	O
KS-P-F3300	위성 궤도/시계 공분산 결정	5	O
KS-P-F3400	위성 보정정보 성능저하계수 결정	4	O
KS-P-F4100	주파수간 바이어스 결정	4	X
KS-P-F4200	격자 수직 전리층 지연 결정	5	X
KS-P-F5100	GIVE 결정	5	X
KS-P-F5200	전리층 보정정보 성능저하계수 결정	4	X
KS-P-F6100	UDRE 검사	4	X
KS-P-F6200	GIVE 검사	4	X
KS-P-F6300	DFRE/DFREC 검사	4	O
KS-P-F6400	거리 영역 무결성 검사	4	O
KS-P-F6500	위치 영역 무결성 검사	4	O
KS-P-F7100	SBAS 메시지 스케줄링	3	O
KS-P-F7200	SBAS 메시지 인코딩	2	O
KS-P-F8100	SBAS 기준 시간(SNT) 결정	3	O
KS-P-F8200	SNT-UTC 편이 결정	2	O

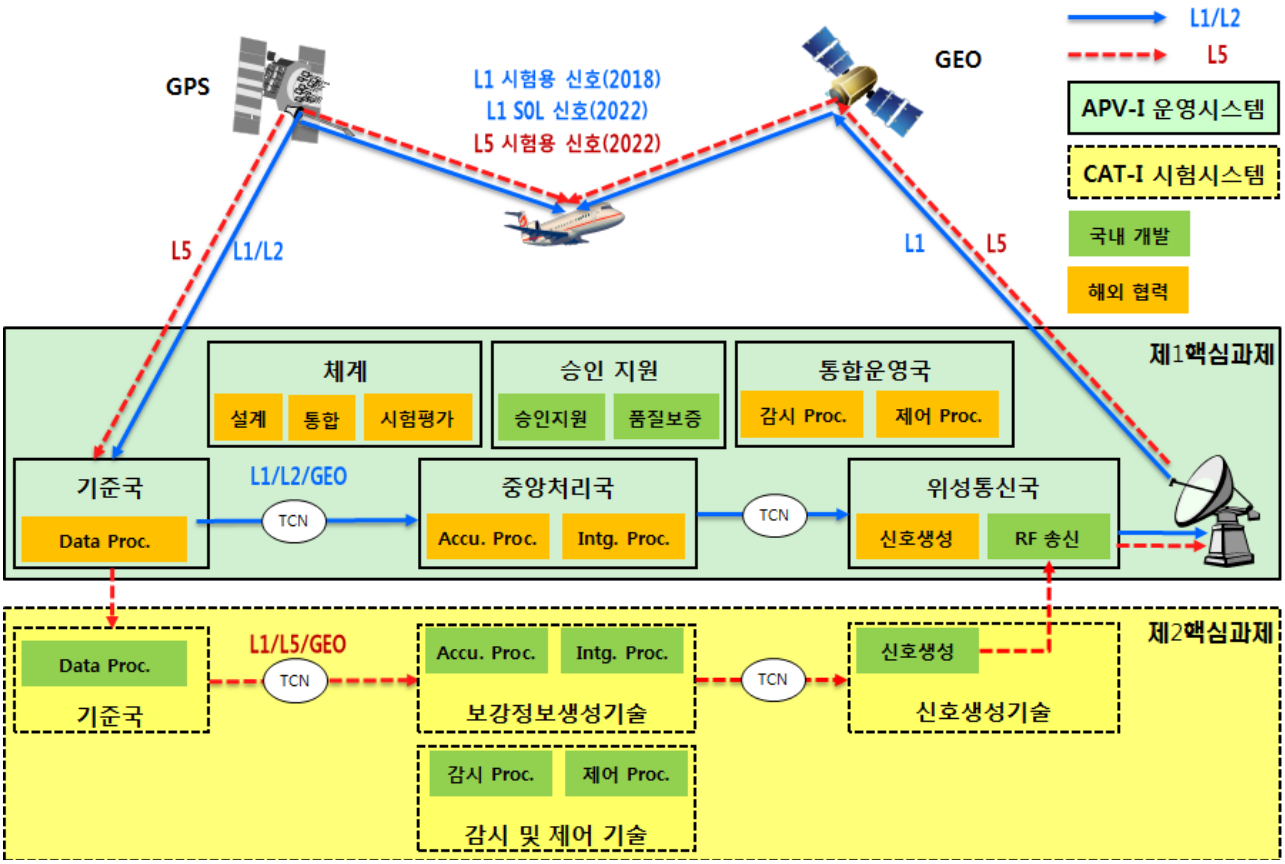
제6절 CAT-I급 SBAS 핵심기술 국외 기술협력 개발 방안

1. CAT-I급 SBAS 핵심기술 개발 전략

○ APV-I급 SBAS 시스템의 국외 기술협력 경험을 바탕으로 CAT-I급 SBAS 핵심기술의 국내 독자개발을 통하여 기술자립화 추진

○ 이중주파수 SBAS 시험운영시스템을 구축하여 시스템 성능 평가 및 검증

○ 이중주파수 SBAS 시험운영시스템의 구성은 아래와 같으며 실시간으로 데이터를 수집하여 SBAS 메시지를 생성하고 이를 이중주파수 정지궤도위성 또는 의사위성을 통해 시험방송을 실시하는 것을 최종 개발 목표로 함



〈그림 2.6-1〉 이중주파수 SBAS 시험운영시스템 구성

- 이중주파수 SBAS 성능 평가를 위한 감시 시연 장비 개발
- 다중 위성군 측정치 처리기술을 개발하여 향후 다중 위성군 SBAS에 대비
- 현재 GPS 이외의 다른 위성항법시스템은 아직 개발이 완료되지 않았거나 지속적으로 성능 개선 작업이 이루어지는 등 아직 SBAS 서비스 개발에 활용될 정도로 시스템이 성숙되지 않았으므로 이중주파수 SBAS 핵심알고리즘은 GPS 사용자에 대한 서비스를 제공할 수 있도록 개발하되, 향후 다른 위성항법시스템에 대한 확장성을 고려하여 시스템 개발
- 이중주파수 SBAS 서비스 개시 이후에도 단일주파수 SBAS 사용자를 위해 단일주파수 SBAS 서비스는 지속되어야 함
- 단일주파수 SBAS 핵심알고리즘에 대한 연구는 본 사업 범위에 포함되지 않음
- SBAS 인증을 위한 핵심 알고리즘 개발 요구사항을 도출하여 향후 SBAS 운영시스템의 인증용 소프트웨어 개발에 활용할 수 있도록 핵심 알고리즘 개발
- 이중주파수 SBAS 표준 개발 및 국제 표준화 추진을 통하여 국제 기술 선도
- 이중주파수 SBAS의 핵심기술 개발 시 인증 완료된 APV-I급 SBAS의 핵심 알고리즘을 벤치마킹하고 이를 통해 SBAS 핵심기술을 개발하여 기술 자립화 추진

2. CAT-I급 SBAS 핵심기술 국외 기술협력 항목 도출

〈표 2.6-1〉 중앙처리국 기술항목 (APV-I + CAT-I)

일련 번호	기능명	하부기능	
KS-P-F1000	데이터 수집 및 전처리	KS-P-F1100	데이터 수집
		KS-P-F1200	궤도력 데이터 처리
		KS-P-F1300	측정치 전처리
		KS-P-F1400	신호 변형 감시
		KS-P-F1500	코드-반송파 발산 감시
KS-P-F2000	위성 궤도/시각 보정 정보 결정	KS-P-F2100	항법 위성 궤도 결정
		KS-P-F2200	GEO 위성 궤도 결정
		KS-P-F2300	위성 보정정보 결정
KS-P-F3000	위성 궤도/시각 무결성 정보 결정	KS-P-F3100	UDRE 결정
		KS-P-F3200	DFRE/DFREC 결정
		KS-P-F3300	위성 궤도/시계 공분산 결정
		KS-P-F3400	위성 보정정보 성능저하계수 결정
KS-P-F4000	전리층 보정 정보 결정	KS-P-F4100	주파수간 바이어스 결정
		KS-P-F4200	격자 수직 전리층 지연 결정
KS-P-F5000	전리층 무결성 정보 결정	KS-P-F5100	GIVE 결정
		KS-P-F5200	전리층 보정정보 성능저하계수 결정
KS-P-F6000	무결성 검사	KS-P-F6100	UDRE 검사
		KS-P-F6200	GIVE 검사
		KS-P-F6300	DFRE/DFREC 검사
		KS-P-F6400	거리 영역 무결성 검사
		KS-P-F6500	위치 영역 무결성 검사
KS-P-F7000	SBAS 메시지 생성	KS-P-F7100	SBAS 메시지 스케줄링
		KS-P-F7200	SBAS 메시지 인코딩
KS-P-F8000	SBAS 네트워크 시간 결정	KS-P-F8100	SBAS 기준 시간(SNT) 결정
		KS-P-F8200	SNT-UTC 편이 결정

○ 궤도력 데이터 처리 (KS-P-F1200)

- GPS 위성 궤도력 데이터 이상 감시 기술 [국외협력]
- GLONASS 위성 궤도력 데이터 이상 감시 기술
- Galileo 위성 궤도력 데이터 이상 감시 기술
- Beidou 위성 궤도력 데이터 이상 감시 기술
- GEO 위성 궤도력 데이터 이상 감시 기술 [국외협력]
- GPS 위성 궤도력 데이터 선정 기술 [국외협력]
- GLONASS 위성 궤도력 데이터 선정 기술

- Galileo 위성 궤도력 데이터 선정 기술
- Beidou 위성 궤도력 데이터 선정 기술
- 궤도력 데이터를 활용한 GPS 위성 궤도 및 시계오차 계산 기술
- 궤도력 데이터를 활용한 GLONASS 위성 궤도 및 시계오차 계산 기술
- 궤도력 데이터를 활용한 Galileo 위성 궤도 및 시계오차 계산 기술
- 궤도력 데이터를 활용한 Beidou 위성 궤도 및 시계오차 계산 기술

○ 측정치 전처리 (KS-P-F1300)

- GPS 코드 측정치 반송파 스무딩 필터 기술 [국외협력]
- GPS 코드 측정치 반송파 스무딩 필터 최적화 기술 [국외협력]
- GPS 이상 데이터 제거 기술 [국외협력]
- GPS 측정치 잡음 수준 감시 기술 [국외협력]
- GPS 다중경로 오차 수준 감시 기술 [국외협력]
- GPS 사이클 슬립 감시 기술 [국외협력]
- GLONASS 코드 측정치 반송파 스무딩 필터 기술
- GLONASS 코드 측정치 반송파 스무딩 필터 최적화 기술
- GLONASS 이상 데이터 제거 기술
- GLONASS 측정치 잡음 수준 감시 기술
- GLONASS 다중경로 오차 수준 감시 기술
- GLONASS 사이클 슬립 감시 기술
- Galileo 코드 측정치 반송파 스무딩 필터 기술
- Galileo 코드 측정치 반송파 스무딩 필터 최적화 기술
- Galileo 이상 데이터 제거 기술
- Galileo 측정치 잡음 수준 감시 기술
- Galileo 다중경로 오차 수준 감시 기술
- Galileo 사이클 슬립 감시 기술
- Beidou 코드 측정치 반송파 스무딩 필터 기술
- Beidou 코드 측정치 반송파 스무딩 필터 최적화 기술
- Beidou 이상 데이터 제거 기술
- Beidou 측정치 잡음 수준 감시 기술
- Beidou 다중경로 오차 수준 감시 기술
- Beidou 사이클 슬립 감시 기술

○ 신호 변형 감시 (KS-P-F1400)

- GPS · 아날로그 신호 변형 감시 기술 [국외협력]
- GPS 디지털 신호 변형 감시 기술 [국외협력]
- GPS 신호 변형 오차 수준 감시 기술 [국외협력]
- GLONASS · 아날로그 신호 변형 감시 기술
- GLONASS 디지털 신호 변형 감시 기술
- GLONASS 신호 변형 오차 수준 감시 기술
- Galileo · 아날로그 신호 변형 감시 기술
- Galileo 디지털 신호 변형 감시 기술
- Galileo 신호 변형 오차 수준 감시 기술
- Beidou · 아날로그 신호 변형 감시 기술
- Beidou 디지털 신호 변형 감시 기술
- Beidou 신호 변형 오차 수준 감시 기술

○ 코드-반송파 발산 감시 (KS-P-F1500)

- GPS 코드-반송파 발산 감시 기술 [국외협력]
- GPS 코드-반송파 발산 오차 수준 감시 기술 [국외협력]
- GLONASS 코드-반송파 발산 감시 기술
- GLONASS 코드-반송파 발산 오차 수준 감시 기술
- Galileo 코드-반송파 발산 감시 기술
- Galileo 코드-반송파 발산 오차 수준 감시 기술
- Beidou 코드-반송파 발산 감시 기술
- Beidou 코드-반송파 발산 오차 수준 감시 기술
- GEO 코드-반송파 발산 감시 기술 [국외협력]
- GEO 코드-반송파 바산 오차 수준 감시 기술 [국외협력]

○ 항법 위성 궤도 결정 (KS-P-F2100)

- GPS 위성 궤도/시계 오차 추정 필터 기술 [국외협력]
- GPS 위성 궤도/시계 오차 추정 필터 최적화 기술 [국외협력]
- GPS 위성 위치/시계 오차 정보 추정 필터 선험정보(a-priori) 선정 기술 [국외협력]
- GLONASS 위성 궤도/시계 오차 추정필터 기술

- GLONASS 위성 궤도/시계 오차 추정필터 최적화 기술
- GLONASS 위성 위치/시계 오차 정보 추정 필터 선험정보(a-priori) 선정 기술
- Galileo 위성 궤도/시계 오차 추정 필터 기술
- Galileo 위성 궤도/시계 오차 추정 필터 최적화 기술
- Galileo 위성 위치/시계 오차 정보 추정 필터 선험정보(a-priori) 선정 기술
- Beidou 위성 궤도/시계 오차 추정 필터 기술
- Beidou 위성 궤도/시계 오차 추정 필터 최적화 기술
- Beidou 위성 위치/시계 오차 정보 추정 필터 선험정보(a-priori) 선정 기술

○ GEO 위성 궤도 결정 (KS-P-F2200)

- GEO 위성 궤도/시계 오차 추정 필터 기술 [국외협력]
- GEO 위성 궤도/시계 오차 추정 필터 최적화 기술 [국외협력]
- GEO 위성 위치/시계 오차 정보 추정 필터 선험정보(a-priori) 선정 기술 [국외협력]
- GEO 위성 Almanac 데이터 결정 기술 [국외협력]
- GEO 위성 Ephemeris 데이터 결정 기술 [국외협력]
- GEO 위성 Ephemeris 공분산 행렬 결정 기술 [국외협력]

○ 위성 보정정보 결정 (KS-P-F2300)

- GPS 단기 보정치 결정 기술 [국외협력]
- GPS 장기 보정치 결정 기술 [국외협력]
- GLONASS 장기 보정치 결정 기술
- Galileo 장기 보정치 결정 기술
- Beidou 장기 보정치 결정 기술

○ UDRE결정 (KS-P-F3100)

- GPS 위성 궤도/시계 오차 수준 감시 기술 [국외협력]
- GPS UDRE 결정 기술 [국외협력]

○ DFRE/DFREC 결정 (KS-P-F3200)

- GPS 위성 궤도/시계 오차 수준 감시 기술
- GPS DFRE 결정 기술

- GPS DFREC 결정 기술
- GLONASS 위성 궤도/시계 오차 수준 감시 기술
- GLONASS DFRE 결정 기술
- GLONASS DFREC 결정 기술
- Galileo 위성 궤도/시계 오차 수준 감시 기술
- Galileo DFRE 결정 기술
- Galileo DFREC 결정 기술
- Beidou 위성 궤도/시계 오차 수준 감시 기술
- Beidou DFRE 결정 기술
- Beidou DFREC 결정 기술

○ 위성 궤도/시계 공분산 결정 (KS-P-F3300)

- GPS 위성 궤도 및 시계오차 공분산 행렬 추정 기술 [국외협력]
- GLONASS 위성 궤도 및 시계오차 공분산 행렬 추정 기술
- Galileo 위성 궤도 및 시계오차 공분산 행렬 추정 기술
- Beidou 위성 궤도 및 시계오차 공분산 행렬 추정 기술

○ 위성 보정정보 성능저하계수 결정 (KS-P-F3400)

- 단기 보정치 성능 저하 계수 결정 기술 [국외협력]
- 단기 보정치 변화율 성능 저하 계수 결정 기술 [국외협력]
- 장기 보정치 성능 저하 계수 결정기술 [국외협력]
- GEO 항법 메시지 성능 저하 계수 결정 기술 [국외협력]

○ 주파수간 바이어스 결정 (KS-P-F4100)

- GPS 위성 L1/L2, L1/L5 주파수간 바이어스 추정 필터 기술 [국외협력]
- GPS 위성 L1/L2, L1/L5 주파수간 바이어스 추정 필터 최적화 기술 [국외협력]
- GPS 위성 L1/L2, L1/L5 주파수간 바이어스 추정 필터 선험정보 (a-priori) 선정기술 [국외협력]
- GEO 위성 L1/L5 주파수간 바이어스 추정 필터 기술 [국외협력]
- GEO 위성 L1/L5 주파수간 바이어스 추정 필터 최적화 기술 [국외협력]

- GEO 위성 L1/L5 주파수간 바이어스 추정 필터 선험정보 (a-priori) 선정기술 [국외협력]
- 기준국 수신기 GPS L1/L2, L1/L5 주파수간 바이어스 추정 필터 기술 [국외협력]
- 기준국 수신기 GPS L1/L2, L1/L5 주파수간 바이어스 추정 필터 최적화 기술 [국외협력]
- 기준국 수신기 GPS L1/L2, L1/L5 주파수간 바이어스 추정 필터 선험정보 (a-priori) 선정기술 [국외협력]

○ 격자 수직 전리층 지연 결정 (KS-P-F4200)

- GPS L1/L2 이중 주파수 측정치 기반 경사 전리층 지연 추정 기술 [국외협력]
- GPS L1 측정치에 대한 전리층 통과점 수직 전리층 지연 추정 기술 [국외협력]
- GPS L1 측정치에 대한 전리층 격자점 수직 전리층 지연 추정 기술 [국외협력]

○ GIVE 결정 (KS-P-F5100)

- GPS L1/L2 이중 주파수 측정치 기반 경사 전리층 지연 오차 수준 추정 기술 [국외협력]
- GPS L1 측정치에 대한 전리층 통과점 수직 전리층 지연 오차 수준 추정 기술 [국외협력]
- GPS L1 측정치에 대한 전리층 격자점 수직 전리층 지연 오차 수준 추정 기술 [국외협력]
- 전리층 폭풍 감시 기술 [국외협력]
- Undersampled 전리층 위협 감시 기술 [국외협력]
- GIVE 결정 기술 [국외협력]

○ 전리층 보정정보 성능저하계수 결정 (KS-P-F5200)

- 전리층 지연 오차 보정정보 성능 저하계수 결정 기술 [국외협력]

○ UDRE 검사 (KS-P-F6100)

- UDRE 잔차 감시 기술 [국외협력]
- 내부 UDRE 감시 기술 [국외협력]
- 외부 UDRE 감시 기술 [국외협력]
- UDRE 공분산 감시 기술 [국외협력]

○ GIVE 검사 (KS-P-F6200)

- GIVE 적절성 감시 기술 [국외협력]

○ DFRE/DFREC 검사 (KS-P-F6300)

- DFRE 잔차 감시 기술
- 내부 DFRE 감시 기술
- 외부 DFRE 감시 기술
- DFRE 공분산 감시 기술

○ 거리 영역 무결성 검사 (KS-P-F6400)

- 단일 주파수 측정치 이용 UDRE/GIVE 통합 적절성 감시 기술 [국외협력]
- 이중 주파수 측정치 이용 DFRE 적절성 감시 기술
- 위치 영역 무결성 검사 (KS-P-F6500)
- 단일 주파수 측정치 기반 위치 오차 이용 UDRE/GIVE 통합 적절성 감시 기술 [국외협력]
- 이중 주파수 측정치 기반 위치 오차 이용 DFRE 적절성 감시 기술

○ SBAS 메시지 스케줄링 (KS-P-F7100)

- 단일 주파수 사용자 성능 유지를 위한 L1 보강 메시지 방송 순서 스케줄링 기술 [국외협력]
- 이중 주파수 사용자 성능 유지를 위한 L5 보강 메시지 방송 순서 스케줄링 기술

○ SBAS 메시지 인코딩 (KS-P-F7200)

- 단일 주파수 사용자 성능 유지를 위한 L1 보강 정보 인코딩 기술 [국외협력]
- 이중 주파수 사용자 성능 유지를 위한 L5 보강 정보 인코딩 기술
- L1 SBAS 메시지 생성 기술 [국외협력]
- L5 SBAS 메시지 생성 기술
- L1 SBAS 메시지 FEC 인코딩 기술 [국외협력]
- L5 SBAS 메시지 FEC 인코딩 기술

○ SBAS 기준 시간(SNT) 결정 (KS-P-F8100)

- SBAS 네트워크 시각과 GPS 시각 동기 기술 [국외협력]
- SBAS 네트워크 시간과 UTC 시각 편이 결정 기술 [국외협력]

○ SBAS 네트워크 시간 결정 (KS-P-F8200)

- 기준 UTC 표준에 대한 UTC 파라미터 결정 기술
- GPS, GLONASS 간 Time offset 결정 기술 [국외협력]
- GPS, Galileo 간 Time offset 결정 기술
- GPS, Beidou 간 Time offset 결정 기술

3. CAT-I급 SBAS 핵심기술 기개발 기술 활용 방안

○ 국내 기개발 기술 활용 방안

- 국내 기개발 SBAS 관련 기술은 단일 주파수 SBAS 기술이며, SBAS 인증에 대한 사항이 고려되지 않아 본 연구개발에 직접 적용은 불가
- SBAS 핵심 알고리즘의 인증을 위한 개발 요구사항을 조사 분석하고, 선진 기술 벤치마킹을 위한 APV-I급 SBAS 핵심 알고리즘 단위 모듈별 성능 분석을 수행한 후 각각의 기개발 기술요소를 부분적으로 활용하여 이중주파수 핵심 알고리즘 개발
- 인증과 밀접한 연관이 있는 부분은 기개발 기술의 활용이 한계가 있을 것으로 판단되므로 선진 기술을 벤치마킹하여 기술을 개발하고 필요시 국외 자문을 구함
- 아래의 목록에 기개발 기술 활용 가능한 기술요소는 [기개발 기술 활용]으로 표시

○ 데이터 수집 [기개발 기술 활용]

- 데이터별 획득 주기 요구조건 분석
- 데이터 수신율 요구조건 분석
- 데이터 베이스에 저장이 요구되는 데이터 분석

○ 궤도력 데이터 처리 [기개발 기술 활용]

- 궤도력 데이터 선정 요구사항 분석

○ 측정치 전처리

- 스무딩 전 후의 측정치 잡음 감소 수준 파악 및 요구조건 설정
- 주어진 항법 성능 만족을 위한 이상 유형, 크기에 따른 검출확률 요구조건 설정

○ 신호 변형 감시

- 신호 변형 감시 기능은 사용자 수신 장비가 기준국 수신 장비와 유사하지 않음으로써 발생할 수 있는 보정오차에 대한 오차수준을 제공하여야 함
- 항법 시스템의 종류, 신호 변형의 유형 및 크기에 따른 위협모델 결정
- 항법 시스템의 종류, 신호 변형의 유형 및 크기에 따른 MERR 결정
- 변형의 유형, 크기에 따른 신호 변형 검출 확률 요구조건 설정
- 코드-반송파 발산 감시
- 코드-반송파 발산 검출 확률 요구조건 설정

○ 항법 위성 궤도 결정

- GPS 항법 데이터로부터 계산된 위성 궤도, 시계 오차의 오차 수준 분석
- GLONASS 항법 데이터로부터 계산된 위성 궤도, 시계 오차의 오차 수준 분석
- Galileo 항법 데이터로부터 계산된 위성 궤도, 시계 오차의 오차 수준 분석
- Beidou 항법 데이터로부터 계산된 위성 궤도, 시계 오차의 오차 수준 분석
- APV-I 성능을 달성하기 위한 항법 위성 궤도 및 시계오차 추정 성능 요구조건 분석
- CAT-I 성능을 달성하기 위한 항법 위성 궤도 및 시계오차 추정 성능 요구조건 분석

○ GEO 위성 궤도 결정

- GEO ranging 성능 요구 사항 분석
- GEO 위성 궤도 추정 요구 정확도 분석

○ 위성 보정정보 결정 [기개발 기술 활용]

- SBAS 국제 표준 (RTCA DO-229D)에 부합하도록 메시지 내용 결정

○ UDRE 결정

- GPS 위성 궤도 및 시계오차 보정정보의 오차수준을 표준 정규분포로 모델링하여 UDRE로 결정
- 고장이 발생한 위성에 관한 정보를 제공할 수 있어야 함
- APV-I 항법 요구조건을 만족할 수 있도록 UDRE 결정 요구 사항 분석

○ DFRE/DFREC 결정

- GPS 위성 궤도 및 시계오차 보정정보의 오차수준을 표준 정규분포로 모델링하여 DFRE로 결정
- GLONASS위성 궤도 및 시계오차 보정정보의 오차수준을 표준 정규분포로 모델링하여 DFRE로 결정
- Galileo 위성 궤도 및 시계오차 보정정보의 오차수준을 표준 정규분포로 모델링하여 DFRE로 결정
- Beidou 위성 궤도 및 시계오차 보정정보의 오차수준을 표준 정규분포로 모델링하여 DFRE로 결정

- 고장이 발생한 위성에 관한 정보를 제공할 수 있어야 함
- CAT-I 항법 요구조건을 만족할 수 있도록 DFRE 및 DFREC 결정 요구 사항 분석

○ 위성 궤도 및 시계오차 공분산 행렬 결정

- SBAS 국제 표준에 부합하도록 메시지 내용 결정

○ L1/L2(L5) 주파수간 바이어스 결정

- L1/L2(L5) 주파수간 바이어스 요구 정확도 분석 및 도출

○ 격자 수직 전리층 지연 결정

- 서비스 영역 전체에 대한 격자 수직 전리층 지연 추정
- L1 주파수 측정치에 대한 전리층 지연 보정정보를 제공
- 전리층 지연 정보가 제공되지 않는 격자점에 대해서는 'Not Monitored'로 표시

○ GIVE 결정

- 서비스 영역 전체에 대한 전리층 지연 장기간 분석
- 분석 결과를 바탕으로 전리층 위협 모델 도출
- 보정정보가 제공되는 모든 격자점에 대한 전리층 지연 오차 수준을 표준 정규분포로 모델링하여 GIVE로 결정
- L1 주파수 측정치에 대한 전리층 지연 보정정보 오차수준을 제공
- 전리층 지연 정보가 제공되지 않는 격자점에 대해서는 'Not Monitored'로 표시

○ 보정정보 성능저하 계수 결정

- 사용자가 연속적인 항법을 수행할 때, 보정정보를 수신하지 못하여 이전에 수신한 유효 기간 내의 보정정보를 사용함으로써 추가로 유발되는 보정 오차를 RTCA-DO229D에 따라 계산할 수 있도록 성능 저하 계수를 결정
- 단기/장기 보정치의 성능 저하 계수는 UDRE 값을 조정하는데 사용
- 전리층 보정치의 성능 저하 계수는 UIRE 값을 조정하는데 사용

○ UDRE 검사

- 전체 서비스 영역에서 UDRE 무결성 만족 여부 분석
- APV-I 항법 성능 요구조건 만족을 위한 실시간 UDRE 검사 방안 도출
- 실시간 UDRE 무결성 만족 여부 검사
- 실시간 UDRE 무결성 만족 여부 검사 결과를 최종 방송할 UDRE에 반영

○ GIVE 검사

- 전체 서비스 영역에서 GIVE 무결성 만족 여부 분석
- APV-I 항법 성능 요구조건 만족을 위한 실시간 GIVE 검사 방안 도출
- 실시간 GIVE 무결성 만족 여부 검사
- 실시간 GIVE 무결성 만족 여부 검사 결과를 최종 방송할 GIVE에 반영

○ DFRE/DFREC 검사

- 전체 서비스 영역에서 DFRE 무결성 만족 여부 분석
- CAT-I 항법 성능 요구조건 만족을 위한 실시간 DFRE 검사 방안 도출
- 실시간 DFRE 무결성 만족 여부 검사
- 실시간 DFRE 무결성 만족 여부 검사 결과를 최종 방송할 DFRE 및 DFREC에 반영

○ 거리 영역 무결성 검사

- 전체 서비스 영역에서 거리영역 무결성 만족 여부 분석
- 주어진 항법 성능 요구조건 만족을 위한 실시간 거리 영역 무결성 검사 방안 도출
- 실시간 거리 영역 무결성 만족 여부 검사
- 실시간 거리 영역 무결성 만족 여부 검사 결과를 최종 방송할 무결성 메시지에 반영

○ 위치 영역 무결성 검사

- 전체 서비스 영역에서 위치 영역 무결성 만족 여부 분석
- 주어진 항법 성능 요구조건 만족을 위한 실시간 위치 영역 무결성 검사 방안 도출
- 실시간 위치 영역 무결성 만족 여부 검사
- 실시간 위치 영역 무결성 만족 여부 검사 결과를 최종 방송할 무결성 메시지에 반영

○ SBAS 메시지 스케줄링 [기개발 기술 활용]

- RTCA-DO229D에 명시된 메시지 최대 방송 간격을 준수도록 메시지 스케줄링

○ SBAS 메시지 생성 [기개발 기술 활용]

- SBAS 국제 표준에 부합하도록 메시지 생성

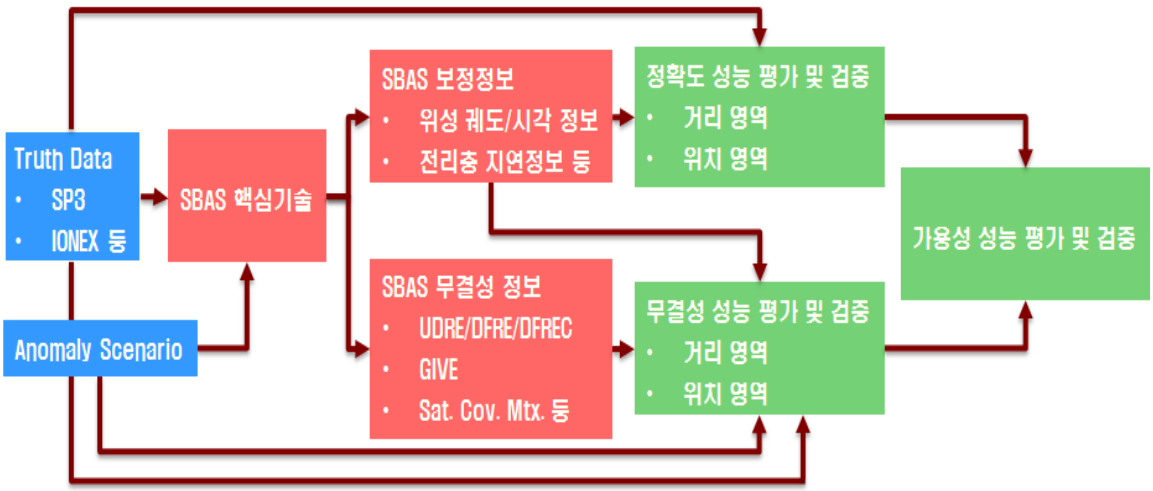
○ SBAS 네트워크 시간 결정

- 기준 UTC 표준에 대하여 SBAS 네트워크 시각 동기 요구사항 분석 및 도출
- 요구사항에 만족하도록 UTC 시각 동기 수행 및 UTC 파라미터 결정
- 기준 항법 시스템에 대하여 GNSS time offset 추정 성능 요구사항 분석 및 도출

4. CAT-I급 SBAS 핵심기술 성능평가 방안

○ 핵심기술 성능평가 및 검증 절차

- SBAS 핵심기술 요구사항 분석
- 핵심기술 분류 별, 하부 기능 별 성능평가 및 검증
- 핵심기술 통합 성능 평가 및 검증
  - ▸ 보정정보 생성기술
  - ▸ 무결성정보 생성기술
- 항법요구성능 만족 여부 분석
  - ▸ 정확성
  - ▸ 무결성
  - ▸ 가용성



〈그림 2.6-2〉 핵심기술 성능평가 및 검증방안

5. CAT-I급 SBAS 핵심기술 국외 기술협력 및 공동개발팀 구성 방안

가. 국외 기술협력 방안

- 이중주파수 SBAS 중앙처리국 핵심 알고리즘은 국내 기술로 개발하되, 국제표준 등 필요 부분은 국외 기술협력 추진
- 이중주파수 SBAS 연구결과가 국제 표준에 반영될 수 있도록 추진

나. GNSS 공동연구센터 구성

- 이중주파수 SBAS 핵심 기술은 매우 복잡하고 다양한 분야의 기술을 필요로 함
- 향후 독자기술로 인증을 위한 시스템 개발에 활용될 수 있도록 SBAS 핵심기술을 개발하기 위해서는 높은 기술수준과 체계적인 접근이 요구됨
- 현재까지 국내에 확보된 SBAS 기술을 시스템화하고 인증을 고려한 기술로 업그레이드하기 위해서는 다양한 기관의 전문성이 요구되며 긴밀한 업무 협조 체계가 필요함
- 이중주파수 SBAS 개발을 위하여 국내 대학 및 연구기관 간에 긴밀히 협력하여 공동연구를 필수적으로 수행하여야 하며, 이를 위해서 참여 대학 및 연구기관들의 컨소시엄으로 구성된 국가지원 연구센터인 'GNSS 공동연구센터(가칭)'를 설치하여 효율적이고 체계적인 공동연구 수행 도모

다. GNSS 공동연구센터 설치

① 설치 목적

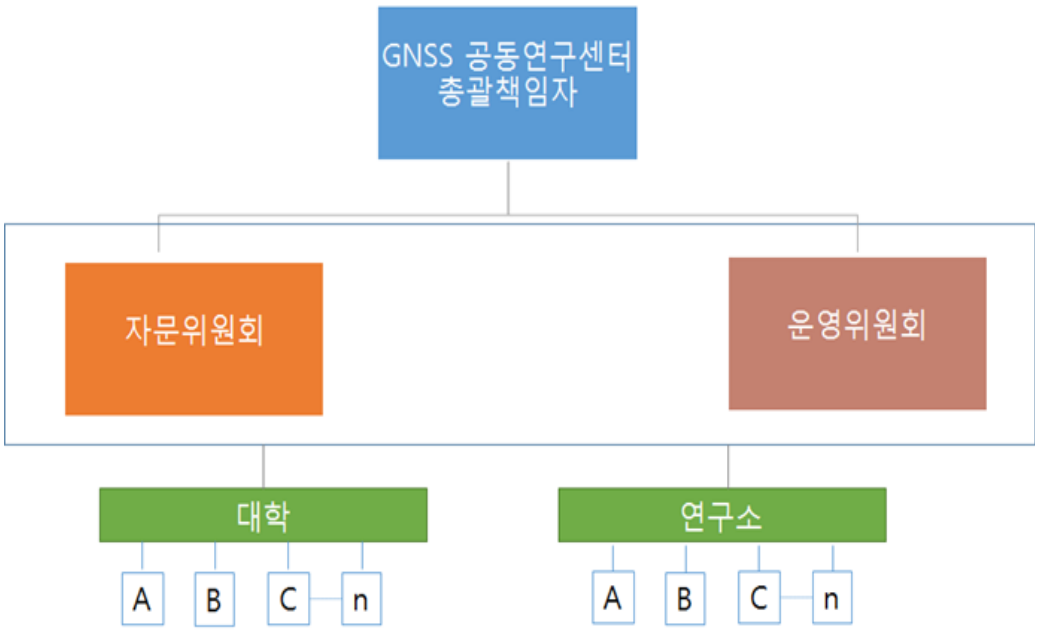
- SBAS 관련 연구개발 역량 강화를 위해 국내 학연 협력 프로젝트와 전문 인재 양성을 위한 연구센터 설치
- 연구센터 설치 및 운영을 통한 효율적 공동 연구개발 수행,
- 학연 공동연구 허브 구축으로 체계적 학연 협력 수행
- 네트워크 구축과 공동연구개발과제 발굴, 개발 경험 축적 등을 체계적으로 수행할 전문기관 역할 수행
- 향후 이중주파수 SBAS 운용시스템 뿐만 아니라 독자 위성항법시스템의 개발을 위한 전문인력 양성

○ SBAS 기술 개발관련 국외 기술협력 및 국제 표준화 업무 추진

② 구성 및 운영

○ 조직 구성

- [CAT-I급 이중주파수 SBAS 기술 개발] 과제 참여 대학 및 연구소들로 구성된 컨소시엄
- 주관대학 1개, 참여 대학 및 연구소 5개 이상으로 구성하고, 센터는 주관대학에 설치
- 공모를 통해 1개 컨소시엄을 선정하고, 주관대학 확정 후 타 대학과 연구소가 참여할 수 있도록 개방형 구조로 운영
- 센터장 아래 자문위원회, 운영위원회를 구성·운영



〈그림 2.6-3 〉 GNSS 공동연구센터(가칭) 운영체계

○ 운영 방안

- 지원 규모 : 연간 25억 수준 지원 (1개 센터)
- 지원 기간 : 8년간 지원을 원칙으로 하고, 사업기간(8년) 종료 후 최종평가 결과를 바탕으로 추가지원 검토

③ 추진체계

○ (국토교통부) GNSS 공동연구센터(가칭) 사업총괄 및 시행계획 수립

○ (전담기관) GNSS 공동연구센터(가칭) 선정·평가, 사후 관리 등

○ (대학) 고급 인재 양성, 교수진 확보, 프로젝트 공동 수행

○ (연구소) 프로젝트 수요 협의, 프로젝트 공동 수행, 시설장비 활용 지원

○ (센터) 대학과 연구소를 연계하는 학연 연구개발 협력 허브

④ 선정계획 및 향후 일정

○ 사업추진계획(안) 확정 : 2014. 10월초

○ 사업공고 : 2014년 10월초

○ 사업제안서 접수 : 2014년 10월초 ~ 11월초

○ 평가위원회 구성 및 선정평가 : 2014년 11월 중순

○ 사업 협약체결 및 사업착수 : 2015년 11월말

제7절 SBAS 개발 위험요소 식별 및 경감 방안

1. 위험요소

○ 국외 기술협력 계약지연 및 업무범위 협의문제 등

○ GEO 위성 임차로 인한 애로기술

- GEO 상향시스템 및 위성 고장시의 유지보수 활동과 수신기가 정지위성에 Lock을 잃게 되면 서비스 장애를 초래
- 기존 임대위성 중계기 대역폭이 2.2MHz(협대역)으로 바이어스 오차에 취약해 GEO 레인징 소스로써의 불확실성을 초래하여 GEO 레인징 측정결과를 LPV(Localizer Performance with Vertical Guidance)에 활용되지 못함

○ 기존 해양 DGPS 인프라 활용

- 기존 해양 DGPS 인프라에 대한 환경조사 결과, 일부 또는 전체 해양 DGPS 인프라를 SBAS 기준국으로 공동 활용하기 어려운 경우
- SBAS 인프라의 보안과 해양 DGPS 인프라와의 연동

○ 별도의 부처에서 SBAS 기준국 개발·구축 추진

- 예산 확보 등의 문제로 SBAS 인프라 개발·구축 일정을 지연시키는 경우
- 기준국과 중앙처리국 간에 연동이 원활히 진행되지 못하는 경우

○ 기준국 장비 구매 및 설치

- 구매 소요기간이 긴 장비로 인한 일정 지연
- 섬과 같이 접근성이 용이하지 않은 지역의 기준국으로 인한 설치 지연

○ GPS L5 신호 방송 위성 수 부족

- 2014년 5월 기준 6개의 GPS 위성이 L5 신호를 방송 중이며, 2014년 10월까지 2개의 위성을 추가로 발사하는 등 지속적으로 GPS 위성 교체 작업 진행 중
- 본 연구개발 시작 시점에는 모든 위성에서 L5 신호를 이용하는 것은 불가능 함

○ 이중주파수 SBAS 관련 표준 부재

- 현재 이중주파수 SBAS 관련 국제 표준화 작업이 진행 중에 있으며 아직 확정된 표준이 부재
- 이중주파수 SBAS 표준화 방향에 따라 개발 내용이 달라질 수 있음

○ GEO 위성 L5 신호 사용 방안 불확실

- 개발된 핵심 알고리즘은 APV-I급 SBAS 운영시스템의 위성통신국 및 GEO 위성과 연동하여 시험 방송을 실시하고 성능 평가를 수행할 계획
- GEO L5 신호를 독립적으로 활용하기 위해서는 기개발된 APV-I급 SBAS 운영시스템의 위성통신국 핵심기술의 구조 변경이 불가피하고 국외 협력업체와의 기술 협력 범위 선정 및 위성통신국 알고리즘 변경 비용, 위성 임차 비용 등의 문제로 GEO L5 신호를 사용하지 못할 가능성이 있음

○ 예산 확보 등의 문제로 인해 SBAS 인증기반 수립 과제가 지연되어 인증체계가 마련되지 않은 상태로 SBAS 개발·구축 사업이 진행되어 사업 목적 달성에 어려움 예상

- SBAS는 결함발생 시 대규모 인명피해뿐만 아니라 경제·사회적 비용을 유발하는 안전필수 시스템으로 개발·구축 사업의 목적인 APV-I급 SBAS 방송 서비스 달성을 위해서는 국제적 수준의 인증 필수
- SBAS를 인증하기 위해서는 개발초기에 개발기관/운영기관과 인증당국 간 인증기준 및 인증계획에 대한 합의가 이루어져야 하며, 합의된 기준 및 계획에 따라 개발부터 운영준비까지 전 단계에 걸친 검사를 수행해야 함
- 하지만 국내에는 국제적 수준의 SBAS 인증을 부여할 수 있는 인증체계 및 기반기술이 부재하여 이에 대한 연구개발을 SBAS 개발·구축사업 이전에 수행해야 하나 해당 과제가 지연되어 개발·구축 사업의 목적인 APV-I급 SBAS 서비스 달성에 어려움 예상

2. 경감방안

○ 사업단, 주계약업체, 관련분야 전문가로 구성된 팀을 구성하여 정기적으로 기술 검토회의 등을 통해 문제 조기 식별 및 해결

○ SBAS 개발·구축을 위한 기반조성연구 사업 수행과정에서 확보된 국외협력선과 계약지연등의 문제를 해결하기 위해서는 연구개발 분야에 대한 대략적인 업무범위 설정 및 개발 주관, 개발 책임 소재에 관해 명확히 할 수 있도록 SOW 작성

○ 계약시 발생할 수 있는 계약 지연등의 문제 소지를 사전에 예방 할 수 있도록 개발 업무등에 대한 세부적인 업무 및 소요 예산등에 대해서는 지금까지 접촉한 국외 협력업체들과의 지속적인 협의 및 관계자들의 세부적인 업무협의 지속 추진

○ 예산을 조기에 확보하여 국외협력 연구 조기 완수

- 사업단 예산을 사업초기에 상당부분 집행할 수 있도록 국토교통부와 업무 협의 진행
- 사업초기에 확보된 예산을 국외협력에 집중하여 사업진행 중에 국외협력 지연이 발생하는 문제점에 대비

○ 위성임차 대상으로 고려중인 인마셋 4F1위성이 제공하는 신호의 대역이 GPS L1 신호의 경우, 4MHz, GPS L5 신호의 경우, 20MHz 중계기 탑재

- 이를 통해 GEO 레인징 능력을 제공하는데 한계가 있으므로 이를 해결하기 위해 인마셋 위성의 차기 위성을 대상으로 임차를 고려하거나 국내 정지궤도 위성에 탑재할 수 있는 항법탑재체 개발을 자체 개발하여 이를 해결

○ 자체 위성을 개발하거나 임차위성에 대해 GEO 레인징을 통해 LPV 서비스 제공이 가능할 것으로 판단

- SBAS 신호를 제공하는 위성이 정밀한 위성궤도를 유지
- 정지궤도 위성이 제공하는 위성궤도력에 대한 정보를 확실하게 파악하고 있음
- 기존 인마셋 시리즈에서 제공하는 대역폭보다 광대역으로 이를 통해 SBAS 정보 등에 대한 무결성을 보장할 수 있음

○ 기존 해양 DGPS 인프라 활용

- SBAS 기준국 사이트 선정을 위한 조사 분석을 가장 먼저 추진하여 해당 위험요소를 조기 식별
- 일부 또는 전체 해양 DGPS 인프라를 SBAS 기준국으로 공동 활용하기 어려울 경우를 대비하여 Loran과 같이 가용한 국가 인프라 설치 지역도 함께 조사
- 해양 DGPS 인프라의 네트워크 보안성 수준을 SBAS 인프라 수준으로 강화

○ 별도의 부처에서 SBAS 기준국 개발·구축 추진

- 예산 확보현황 등을 포함한 개발·구축 상황을 공유할 수 있도록 부처 간에 정기적 교류 추진
- 기준국과 중앙처리국 간에 원활한 연동을 위해 제1핵심과제의 체계 세부과제에서 관련 사항을 기준국 개발·구축 수행 기관과 공동연구로 추진

○ 기준국 장비 구매 및 설치

- 장비 선정 시에 구매 소요기간을 선정 변수로 두고 결정
- 접근성이 용이하지 않은 지역의 장비 설치 소요기간을 고려하여 일정 수립
- 필요시 헬기를 이용한 장비 및 관련 인력 이동 방안을 강구

○ GPS L5 신호 방송 위성 수 부족

- GPS Block-IIF 위성의 개수가 24개 미만인 시점까지는 L5 주파수 대신 L2 주파수 신호를 이용하여 알고리즘 개발
- 알고리즘 개발 시 사용 주파수 변경에 따른 알고리즘의 변경이 최소화 되도록 설계

○ 이중주파수 SBAS 관련 표준 부재

- SBAS 관련 가장 선진 시스템인 WAAS의 경우 2014년부터 이중주파수 SBAS 개발을 시작하여 2028년에 개발 완료를 목표로 하고 있으며, 이와 관련된 표준화 작업도 현재 활발히 진행 중이므로 이중주파수 SBAS 관련 국제 표준화 동향을 지속적으로 모니터링
- 국내 개발 기술이 국제 표준에 반영될 수 있도록 국제 표준화 회의에 참여하여 표준화 작업에 동참

○ GEO 위성 L5 신호 사용 방안 불확실

- GEO 위성 L5 신호를 사용하지 못할 경우에 대비하여 지상에서 동일한 환경에서 테스트 할 수 있도록 의사위성 개발

○ SBAS 개발 시 인증 관련 국내외 전문기관과 협력하여 SBAS 인증 시 발생할 수 있는 위험요소 최소화

- SBAS 인증 경험이 있는 국외전문가 혹은 전문기관과 협력하여 인증기준 및 인증계획 수립
- SBAS 인증 시 검증의 대부분을 구성하는 소프트웨어 검증 관련 전문 기관과 협력하여 인증 시 요구되는 인증근거자료 작성 및 IV&V 수행

※ IV&V : Independent Verification and Validation, 독립품질관리

2.2 SBAS 인증기반 수립

제1절 SBAS 인증 관련 국내외 사례 및 기술 조사 및 분석

1. SBAS 시스템 인증 사례 분석

가. 미국 WAAS 인증 사례

○ 정부인 FAA 주도로 미국 개발기관인 Raytheon에 의해 독자적으로 개발되었으며 FAA가 독자적으로 인증 수행

○ WAAS(Wide Area Augmentation System)는 아래와 같은 표준 및 규격을 적용하여 개발됨

- 시스템 개발 검토 절차 표준: MIL-STD-1521B

※ MIL-STD-1521B(Technical Reviews and Audits for Systems, Equipments, and Computer Software)는 1995년에 미국국방성에 의해 폐지되었으나, 몇몇 부서에서는 여전히 사용 중

- 시스템 개발 표준: ARP-4754
- 시스템의 안전성 평가 표준: MIL-STD-882, ARP-4761
- 소프트웨어 개발 표준: DO-178B

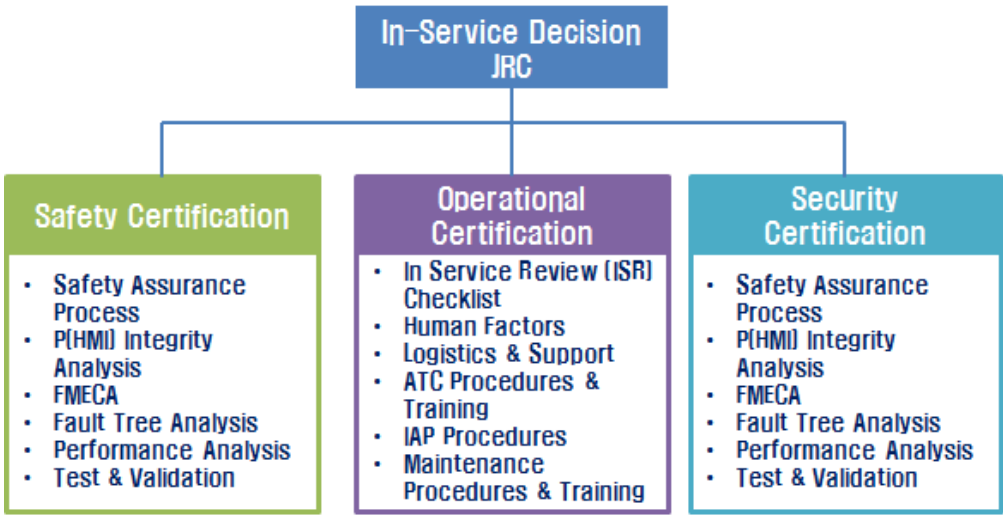
※ DO-178B는 1992년에 개정되었으므로, 개발 시작단계에는 적용되지 않았으나 개발 중 추가 적용되었음

- 전자 장비 일반 요구사항 규격 : FAA-G-2100G
- 성능 표준 : ICAO SARPs in Annex 10, Volume 1 및 DO-229C
- 보안 규정 : FAA Order 1370.82 등

○ 인증당국인 FAA에서는 인증을 위한 TFT 형태의 “In-Service Decision JRC(Joint Resource Council)”를 구성하고 인증을 수행

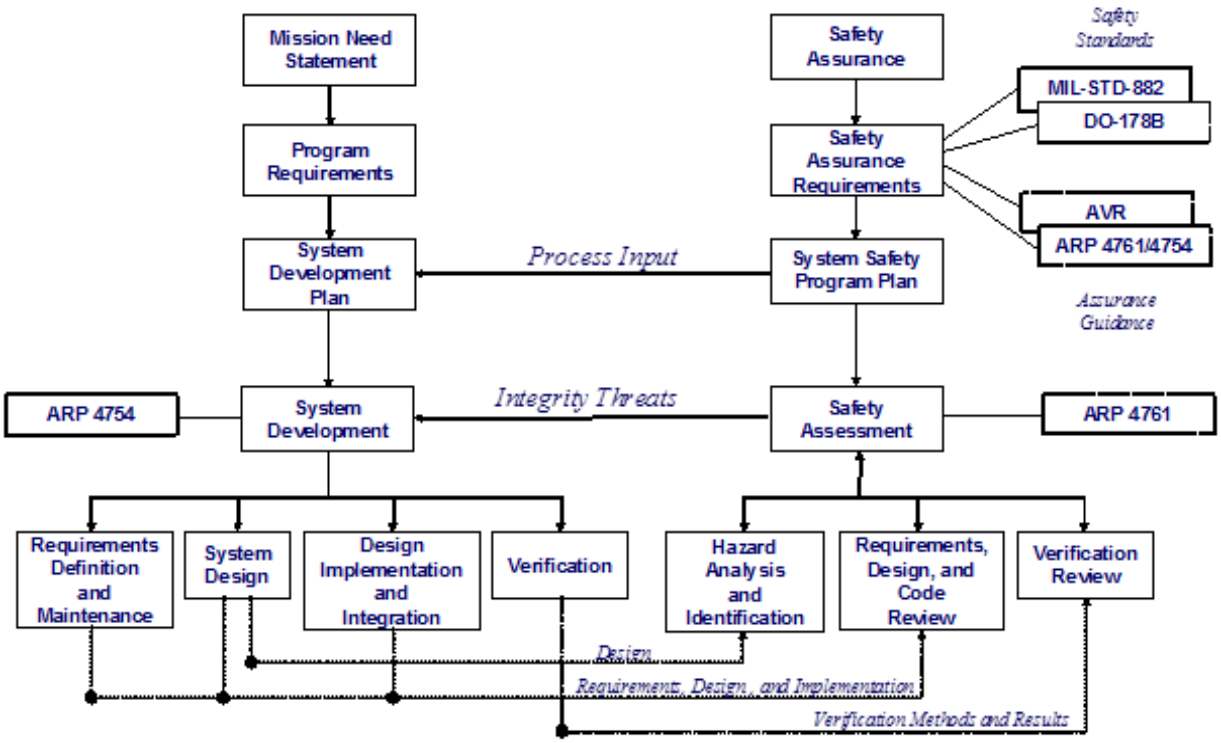
○ 시스템 측면의 검사는 MITRE가 주도적으로 수행하였으며, 시스템 측면이 아닌 시설 및 운영 측면의 검사는 FAA 자체적으로 수행하였음

○ FAA의 WAAS 인증 분류

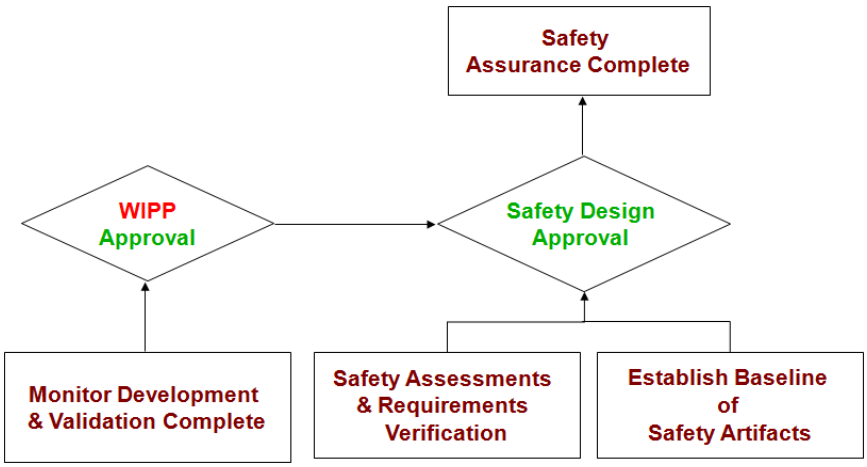


〈그림 2.1-1〉 FAA의 WAAS 인증 분류 (FAA, 2005)

- Safety Certification을 위해 개발자가 설계한 프로세스와 무결성 요구사항을 시스템이 만족하는지에 대해 개발기관이 자체 검사한 후 검사기관 및 인증기관이 검사
- Operational Certification을 위해 항행 시설의 기능 및 설치, 운영자 및 유지보수자의 훈련, 운영 절차 등에 대해 검사
- Security Certification 에서는, FAA Order 1370.82를 기준으로 보안에 관련된 요구사항, 절차, 훈련 등에 대해 검사

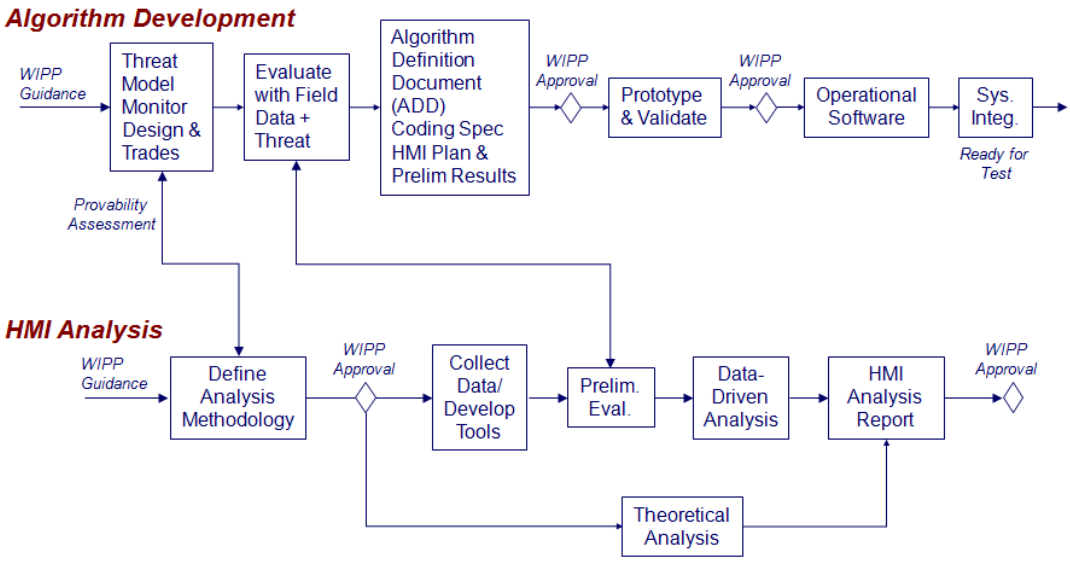


〈그림 2.1-2〉 WAAS의 안전성 보증 프로세스 (FAA, 2005)



〈그림 2.1-3〉 WAAS 안전성 보증 승인 프로세스 (FAA, 2005)

○ 인증을 위해 FAA 주관으로 WAAS Integrity Performance Panel(WIPP)을 구성 및 운영하여, 위험 모델 정의, 탐지 알고리즘 및 HMI 분석을 통한 보증 활동 수행



〈그림 2.1-4〉 WIPP 역할 (FAA, 2005)

○ FAA는 WIPP이 제안한 기술적 솔루션에 대한 독립적인 평가를 위해 Independent Review Board(IRB)를 구성하여 운영

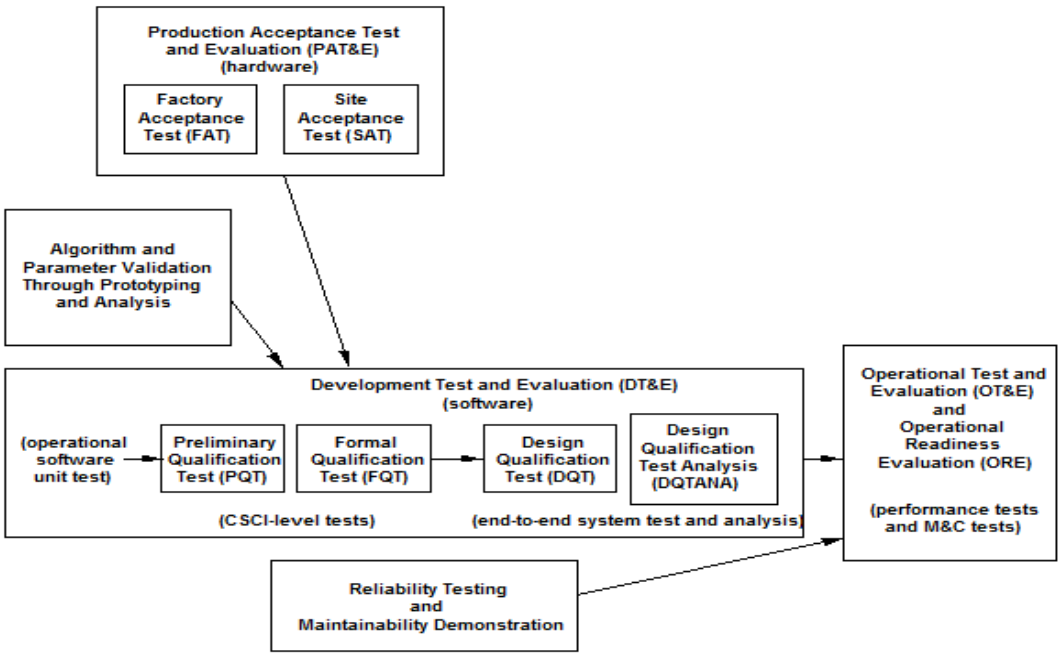
○ WAAS 시험 활동

- 개발기관은 인증을 받기 위한 자체 시험을 수행하였으며, 인수 및 운영기관이자 인증 당국인 FAA는 별도로 인증을 위한 시험 수행
- 시험 시 모든 측정 데이터를 항상 저장하고, 저장된 데이터를 활용하여 시뮬레이션을 수행하였으며, 지속적으로 추적 데이터를 관리함
-

- DT&E(Development Test & Evaluation)는 개발기관이 주체로 수행하였고, WAAS의 개발사인 Raytheon의 경우 다음의 4가지 시험 수행
  - ▸ Preliminary Qualification Test(PQT)
  - ▸ Formal Qualification Test(FQT)
  - ▸ Design Qualification Test(DQT)
  - ▸ Design Qualification Test Analysis(DQTANA)
- OT&E(Operational Test & Evaluation)는 FAA 주체로 수행하였으며, 수행한 시험은 다음 4가지로 분류
  - ▸ Static Testing
  - ▸ Flight Testing
  - ▸ Operational Testing
  - ▸ Shakedown Testing

※ OT&E를 위해 5개 공항에서 각각 20~30번의 비행 시험 및 미국 영해를 넘어서는 3번의 항행 수행

※ Static Testing의 결과는 60일(24시간/7일) 동안의 수신기 측정값과 WAAS 시뮬레이션 보정값을 통해 확인



〈그림 2.1-5〉 WAAS 인증을 위한 시험 활동

○ 시스템 검사 완료 시, 최종 인증인 Commissioning을 수행함

- 커미셔닝을 위한 요건
  - ▸ Operational Test & Evaluation(OT&E) 완료
  - ▸ 최소한의 운영자 및 유지보수자에 대한 교육 훈련 완료

- In-Service Review(ISR) 체크리스트 완료
- Union Coordination 구성
- 모든 장비에 대한 Joint Acceptance Inspection(JAI) 완료 등

- In-Service Review 체크리스트
  - Background
  - Technical Performance Requirements
  - Functional Integration
  - Human Integration
  - In-Service Management
  - Systems Safety Management
  - Security
  - In-Service Support
  - Test & Evaluation
  - Implementation & Transition
  - Quality Assurance
  - Configuration Management

※ WAAS는 2003년 7년 최종 커미션닝되었음

나. 유럽 EGNOS 인증 사례

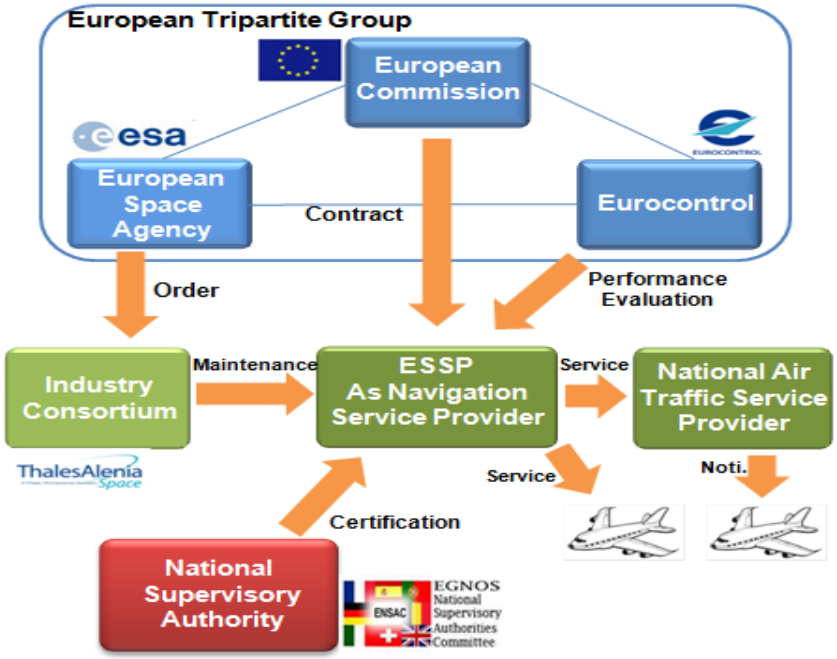
○ EC(European Commission), ESA(European Space Agency), Eurocontrol로 구성된 ETG(European Tripartite Group) 주도로 Thales Alenia Space 중심의 개발 컨소시엄에서 유럽 독자적으로 개발하였으며 유럽 독자적으로 인증 수행

○ 인증당국 : NSA(National Supervisory Authority)

- 유럽연합(EU, European Union) 가입국은 EU 규정에 따라 EU의 SES(Single European Sky) 규정의 권한(authority)을 이행하기 위한 조직인 NSA를 갖추어야 함
- EGNOS 공동 개발을 추진한 ETG는 EGNOS 인증을 위해 프랑스, 독일, 스페인 등 EU 가입 8개국으로 구성된 위원회인 NSA를 구성하였으며, 실제 인증 업무는 NSA French에서 수행
- NSA의 인증 등의 업무는 2013년 EASA(European Aviation Safety Agency)로 이관

○ 인증체계

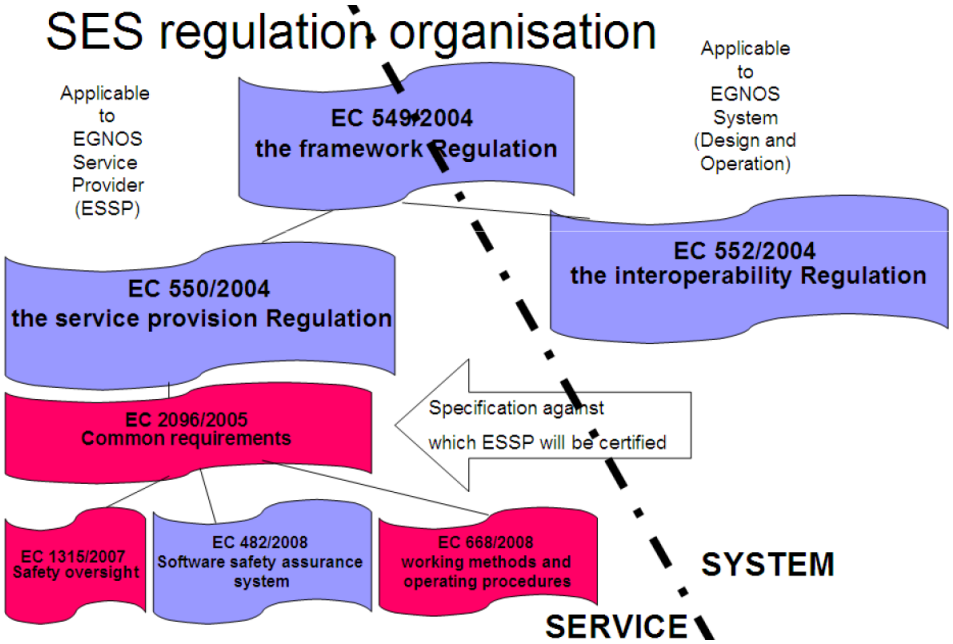
- EGNOS 서비스 제공자인 ESSP(European Satellite Service Provider)는 서비스 개시(Service Provision)를 위해 개발, 설치 및 운영과 관련된 모든 업무를 관리 및 수행하고 인증에 필요한 인증 데이터를 인증당국인 NSA에 제출하여 인증 요청



〈그림 2.1-6〉 EGNOS 인증 체계도

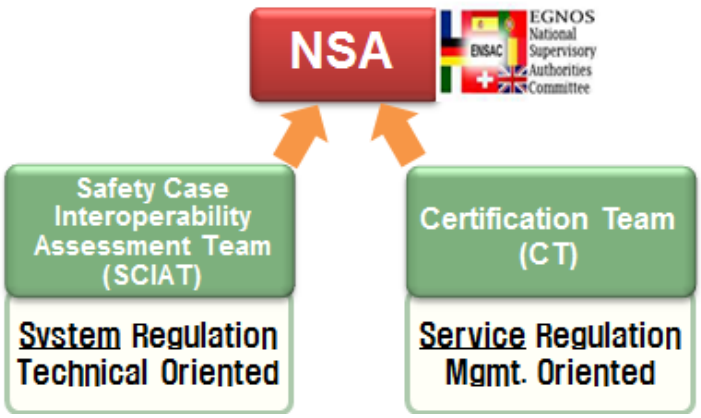
○ 인증수행

- NSA에서는 ESSP가 인증과 관련한 EU 규정(No 550/2004, The Service Provision Regulation)에 따라 아래의 요구사항을 준수 또는 확보하였는지 확인
  - ▸ 기술 및 운영 경쟁력 및 적절성(Technical and operational competence and suitability)
  - ▸ 안전 및 품질 관리를 위한 시스템과 절차(Systems and processes for safety and quality management)
  - ▸ 보고 체계(Reporting systems)
  - ▸ 서비스 품질(Quality of services)
  - ▸ 재무 견고성(Financial strength)
  - ▸ 법적책임 및 보험보장(Liability and insurance cover)
  - ▸ 이해관계의 갈등 예방을 포함한 기업 구조 및 소유권(Ownership and organizational structure, including the prevention of conflicts of interest)
  - ▸ 적절한 직원채용 계획을 포함한 인적 자원(Human resources, including adequate staffing plans)
  - ▸ 보안(Security)



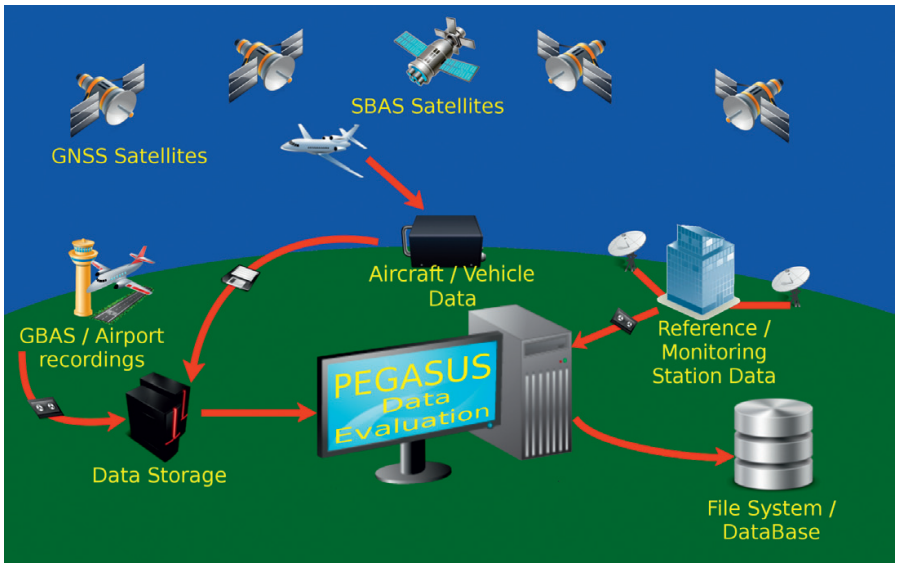
〈그림 2.1-7〉 SES 인증 규정 (ESSP, 2010)

- SCIAT(Safety Case and Interoperability Assessment Team)는 시스템 관련 규정에 따라 EGNOS 시스템의 안전성 및 상호운용성을 입증함
- CT(Certification Team)는 서비스 규정(Service Regulation)에 따라 EGNOS 서비스 제공기관의 조직을 인증함

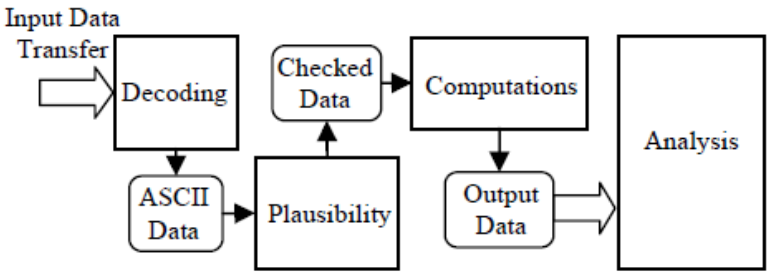


〈그림 2.1-8〉 NSA 인증 활동

- ETG(European Tripartite Group) 중 하나인 Eurocontrol에서 EGNOS 성능 평가를 수행하였으며, 성능 평가 시 자체 개발한 PEGASUS 프로그램 사용
  - PEGASUS는 ICAO, RTCA, EUROCAE GNSS MOPS 기준을 검증하는 도구로, SBAS 실행 데이터를 수집하여 분석하는 기능을 수행



〈그림 2.1-9〉 PEGASUS 운영 체계도 (Eurocontrol, 2013)



〈그림 2.1-10〉 PEGASUS 데이터 처리 구조 (Kovar, 2006)

다. 일본 MSAS 인증 사례

○ 정부인 JCAB 주도로 미국 WAAS 개발사인 Raytheon의 협력 하에 NEC에서 개발 하였으며 JCAB에서 MITRE 협력을 받아 인증 수행

○ 인증 주체

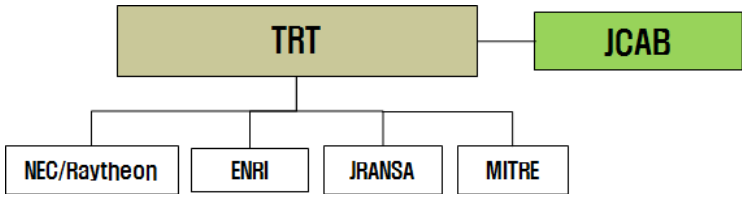
- 인증당국 : JCAB(일본 국토교통성 항공국)
- 검사기관 : ENRI(전자항법연구소)

○ 인증당국은 1996년부터 현재까지 MITRE의 지원을 받아 인증을 수행하고 있으며, 검사기관에서는 성능검사, 상호운용성 검사 등을 개발기관과 별도로 수행함

○ TRT(Technical Review Team) 구성 및 운영

- 개발사(NEC, Raytheon), 검사기관(ENRI), 산업계 전문가(JRANSA, MITRE) 등으로 구성

- 무결성 관련 산출물 검토
- 오류상황에 대한 독립적인 분석
- 인증당국(JCAB)에 승인 또는 개선을 위한 권고안 보고



〈그림 2.1-11〉 MSAS TRT 구성

※ JCAB : Japan Civil Aviation Bureau
ENRI : Electronic Navigation Research Institute
JRANSA : Japan Radio Air Navigation Systems Association

- MSAS는 현재 JCAB에 의해 운영되고 있음

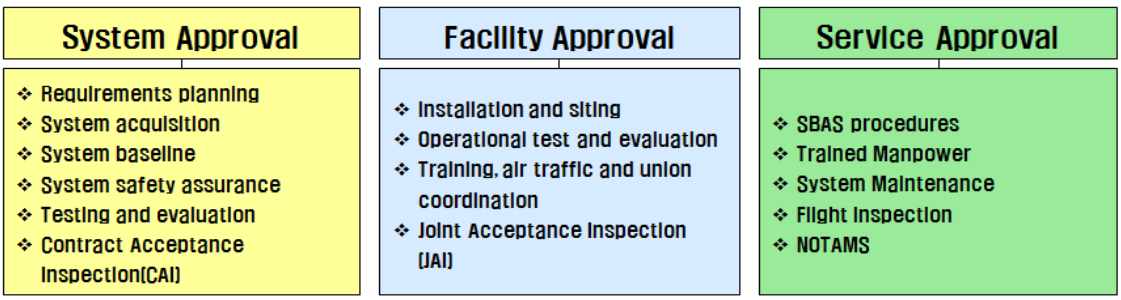
라. 인도 GAGAN 인증 사례

○ 2004년 미국 WAAS 개발사인 Raytheon으로부터 시스템을 도입 및 개발 착수하였으며, DGCA(Directorate General of Civil Aviation)에서 MITRE 협력을 받아 인증 수행

○ 2013년 FOP(Final Operation Phase) 단계 완료예정이었으나, 구축 초기부터 인증활동을 수행하지 않아 일정이 지연되었으며 2011년부터 MITRE에서 인증 지원 시작

○ TRT(Technical Review Team) 운영
- DGCA, AAI, ISRO, IISC, MITRE, Raytheon의 대표 멤버로 구성
- Safety/Integrity 등 시스템 주요 이슈에 대해 검토
- GAGAN 인증 획득(2013년) 후에도 주기적으로 안전성 검토를 수행하고 있음

○ 시스템승인, 시설승인, 서비스승인 단계를 거쳐 인증 수행



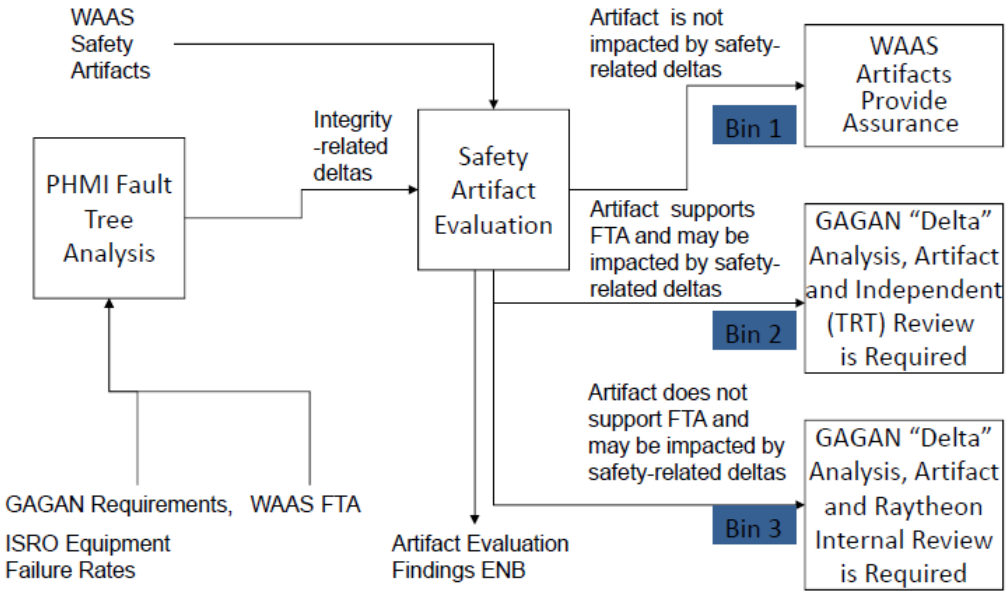
〈그림 2.1-12〉 GAGAN 인증 단계

※ GAGAN의 경우 모든 시스템을 국외에서 도입하였으며, 도입한 시스템 검증을 위한 System Approval 단계, 설치 및 설치 후 성능확인을 위한 Facility Approval 단계, 운영 환경 검사를 위한 Service Approval 단계로 수행

○ 인증 특이사항

- GAGAN은 기 인증된 WAAS를 구매하여 구축되었으므로, GAGAN 인증 시, 문서 검토를 최소화하고 검사 소요비용을 제어하기 위해 “Delta 인증 프로세스” 기반으로 인증 활동을 수행함

  ▸ GAGAN과 WAAS 간의 차이점과 무결성 측면의 잠재적인 영향에 초점을 두고 문서를 분류하고, 분류에 따라 문서 검토 비중을 조절함



〈그림 2.1-13〉 GAGAN 인증 프로세스(DGCA, 2012)

- WAAS 개발사(Raytheon)의 기술 보안 이슈로 인해 안전성 분석 방법(how) 및 절차에 관련된 자료는 개발사에서 반출이 불가하였으며, GAGAN의 검사 인력이 해당 내용 검토를 위해 개발사에 수개월 상주하여 검증함

2. 국제 표준 기술 분석

가. ICAO 표준 기술 분석

○ ICAO(International Civil Aviation Organization)는 UN 산하의 국제민간항공기구로 항공 업무와 관련한 국제 표준 및 권고사항(SARPs, Standards and Recommended Practices)을 채택하여 발표하고 있음

○ SBAS와 관련한 주요 표준 및 권고사항은 아래와 같음

- 최소 성능
  - ▸ Annex 10, Aeronautical Telecommunications - Volume I. Radio Navigation Aids
    ※ Annex : 국제민간항공이 안전하고 질서 있게 발전할 수 있도록 가입국가간 규정을 명시한 부속서로 1번~ 19번까지 총 19개의 부속서가 있음
- 비행검사
  - ▸ Doc 8071, Manual On Testing of Radio Navigation Aids - Volume II. Testing of Satellite-based Radio Navigation Systems
- 인적요인
  - ▸ Doc 9683, Human Factors Training Manual
  - ▸ Doc 9808, Human Factors in Civil Aviation Security Operations
  - ▸ Doc 9824, Human Factors Guidelines for Aircraft Maintenance Manual
  - ▸ Cir 249, Human Factors Digest No. 11 — Human Factors in CNS/ATM Systems
  - ▸ Cir 253, Human Factors Digest No. 12 — Human Factors in Aircraft Maintenance and Inspection.
- 항행 정보
  - ▸ Doc 7383, Aeronautical Information Services Provided by States.
- 성능기반 항행
  - ▸ Doc 9613, Performance-based Navigation (PBN) Manual
  - ▸ Doc 9997, Performance-based Navigation (PBN) Operational Approval Manual
- 비행절차
  - ▸ Doc 9906, Quality Assurance Manual For Flight Procedure Design

〈표 2.1-1〉 ICAO 부속서 구조

부속서 번호	부속서 명	주요 내용
Annex 1	Personnel Licensing	조종사, 항공기관사, 정비사, 관제사 등의 면허 및 등급, 의학적 요건 등
Annex 2	Rules of the Air	항공규칙 적용범위, 충돌 회피, 비행정보 불법방해 등에 해당 일반 규칙, 시계비행 및 계기비행 규칙 등
Annex 3	Meteorological Service for International Air Navigation	기상대, 기상관측 및 통신 관련 요건
Annex 4	Aeronautical Charts	항공지도 일반 규칙, 진입로, 착륙도 등
Annex 5	Units of Measurement to be Used in Air and Ground Operations	고도, 거리, 경도, 위도 등 표준 및 기호
Annex 6	Operation of Aircraft	기장 직무, 항공기 성능의 운항한계, 운항안내서 등
Annex 7	Aircraft Nationality and Registration Marks	항공기 국적의 공동기호, 등록증명서 등
Annex 8	Airworthiness of Aircraft	감항증명
Annex 9	Facilitation	여객 및 화물 출입국 규정
Annex 10	Aeronautical Telecommunications	항공통신을 위한 무선항법시설, 통신장치의 무선 주파수 등
Annex 11	Air Traffic Services	항공교통 관제, 비행정보 업무 구간, 구조 긴급업무 등의 항공교통업무
Annex 12	Search and Rescue	항공기 수색 및 구조에 대한 조직, 절차 등
Annex 13	Aircraft Accident and Incident Investigation	항공기 사고조사 관할, 절차, 보고서 등의 항공기 사고조사
Annex 14	Aerodromes	비행장 환경, 구성, 설비, 항공등화 요건 등
Annex 15	Aeronautical Information Services	항공로 기록, 항행 정보 등 항공정보 서비스
Annex 16	Environmental Protection	소음제한 기준 등 환경보호
Annex 17	Security	공중납치 등 항공기 관련 불법행위 규정 등의 항공 보안
Annex 18	The Safe Transport of Dangerous Goods by Air	위험물 정의, 표시, 수송제한 등 위험품의 안전한 수송
Annex 19	Safety Management	항공사고 예방 및 안전 확보를 위한 항공안전관리

(1) Annex 10 표준 기술 분석

※ Annex 10, Aeronautical Telecommunications - Volume I. Radio Navigation Aids

○ 표준 개요

- 항행을 돕기 위한 시설 또는 장비가 갖추어야 할 기본 요구사항 표준 및 권고사례(recommended practice)를 기술하고 있음
- 아래의 시설에 대한 표준 및 권고사례 기술
  - ▸ ILS
  - ▸ Precision approach radar(PAR) system
  - ▸ VHF omnidirectional radio range(VOR)
  - ▸ Non-directional radio beacon(NDB)
  - ▸ UHF distance measuring equipment(DME)
  - ▸ En-route VHF marker beacons(75MHz)
  - ▸ The Global Navigation Satellite System(GNSS)

○ 항행시설 공통 요구사항

- 사용 및 사용중지 공지에 대한 필수 요구사항
- GNSS 관련 데이터의 기록 및 보존에 대한 권고사항
- 지상 및 비행검사 요구사항
- 운용상태정보 제공 요구사항
- 전원공급 요구사항
- 인적요인 고려사항

○ GNSS 공통 요구사항

- 위치 및 시간 데이터 제공 요구사항
- 공간 및 시간 기준 요구사항
- 공간신호성능(SIS, Signal-in-space) 요구사항

○ SBAS 요구사항

- 공간신호성능(정확성, 무결성, 연속성 및 가용성) 요구사항
- 기능(Ranging, GNSS 위성상태, 기본차동교정, 정밀차동교정) 요구사항
- 서비스 지역 요구사항
- RF 특성(반송파, 신호 스펙트럼, 신호 출력, 편파, 변조) 요구사항

- SBAS 네트워크 시간(SNT) 요구사항
- 항행 정보 제공 요구사항

(2) Doc 8071 표준 기술 분석

※ Doc 8071, Manual On Testing of Radio Navigation Aids - Volume II. Testing of Satellite-based Radio Navigation Systems

○ 표준 개요

- 위성기반 라디오 항행 시스템의 검사를 위한 일반적인 가이드 문서로, 지상 점검 및 비행 검사 가이드 등을 제시하고 있음

○ 주요 내용

- 검사의 종류
- 검사 우선순위
- 운영 등급의 표시 및 고지
- 검사 조직과 품질관리
- 검사장비 교정 요구사항
- 검사용 비행기 및 승무원 요구사항
- 전자기 간섭 및 스펙트럼 분석
- 지상점검 및 비행검사 주기 설정 가이드
- 야간 비행검사(Flight Inspection at Night) 고려사항
- SBAS 수신기를 사용한 비행절차에서의 비행검사 요구사항

〈표 2.1-2〉 지상점검 및 비행검사의 종류

Ground Testing/Inspection	
위치평가(Site proving)	적합성을 입증하기 위해 제안된 지역에서 검사
최초 장비 성능의 증명(Initial proof of performance)	설치 완료 후 승인 이전에 시설이 표준 및 제조사의 요구사항을 만족하는지 확인하기 위한 전체적인 검사
정기(Periodic)	시설이 표준 및 제조사의 요구사항을 지속적으로 만족하는지를 확인하기 위한 주기적인 검사
특별(Special)	시설의 고장 이후 또는 특별 검사가 필요하다고 판단되는 경우 수행되는 검사
Flight Testing/Inspection	
위치평가(Site proving)	제안된 지역에서의 지상 환경 영향을 확인하기 위해 수행하는 선택적인 검사
운용개시(Commissioning)	절차 및 보정신호의 유효성을 검증하기 위한 광범위한 검사
정기(Periodic)	절차 및 보정신호의 유효성을 검증하기 위한 주기적인 검사
특별(Special)	의심되는 오동작, 항공기사고 등을 조사하기 위한 검사

나. SAE 표준 기술 분석

○ SAE(Society of Automotive Engineers) International은 항공우주 및 자동차 업계에 종사하는 128,000명 이상의 엔지니어, 관련 기술 전문가로 구성된 국제적인 기구로, 1905년부터 항공우주 및 지상차량 표준 부분의 선도적인 역할을 수행하고 있음

○ SAE의 항공우주 표준은 약 2만 2천개이며, 이 중 SBAS와 관련한 주요 표준은 아래와 같음

- 항공기 및 시스템 개발
  - ARP 4754A, Guidelines for Development of Civil Aircraft and Systems
- 항공기 탑재 시스템 및 장비 안전성 평가
  - ARP 4761, Guidelines and Methods for Conducting the Safety Assessment Process on Civil Airborne Systems and Equipment

- 수송 항공기 안전성 평가
  - ARP 5150, Safety Assessment of Transport Airplanes in Commercial Service
- 항공기 및 회전 날개 항공기 안전성 평가
  - ARP 5151, Safety Assessment of General Aviation Airplanes and Rotorcraft in Commercial Service
- 인적 요인
  - ARP 5721, Aviation Maintenance Human Factors

(1) ARP 4754A 표준 기술 분석

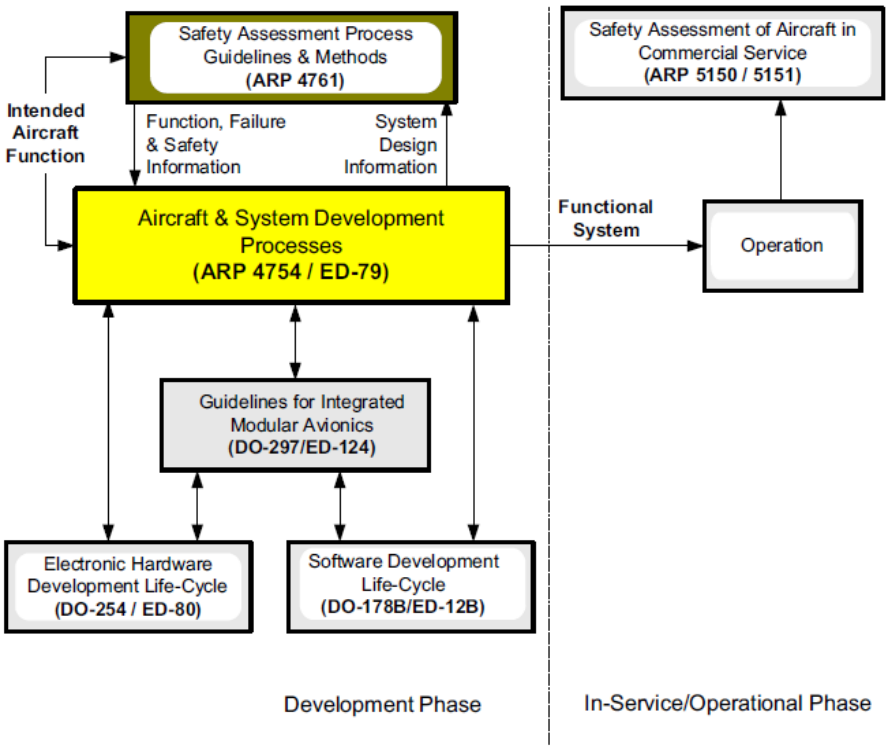
※ ARP 4754A, Guidelines for Development of Civil Aircraft and Systems

○ 표준 개요

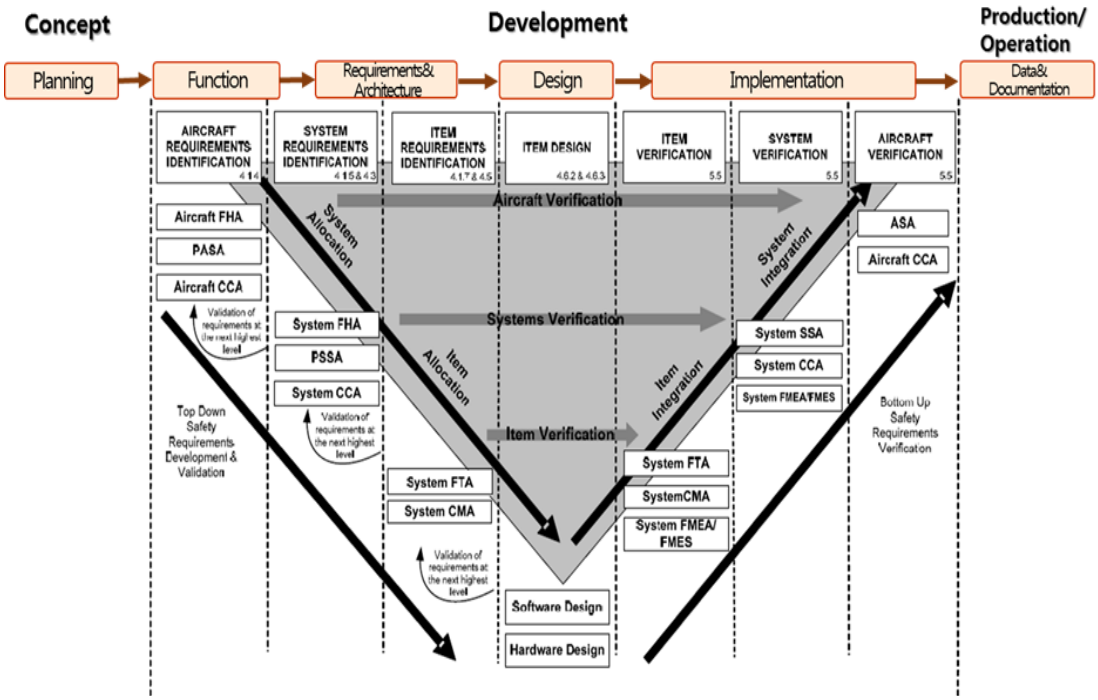
- ARP(Aerospace Recommended Practice) 4754는 항공기 및 시스템 개발 보증을 위한 항공기 시스템 개발 표준임
  ※ ARP 4754는 1996년 11월 최초 제정되었으며, 2010년 12월 21일 ARP 4754A로 개정됨
- 항공기 시스템 개발 절차를 정의하고, 항공기 안전성 평가 결과에 따른 개발 절차별 요구사항, 항공기 인증을 위한 기본 절차 및 개발 기관이 인증당국에 제출하여야 할 인증 데이터(Certification Data) 등을 명시
- ARP 4754는 1996년 11월 최초 제정되었으며, 2010년 12월 21일 ARP 4754A로 개정됨

○ 주요 내용

- 개발 계획 프로세스
- 항공기/시스템 개발 프로세스 및 요구사항 수집
- 안전성 평가 프로세스
- 요구사항 확인 프로세스
- 구현 검증 프로세스
- 형상 관리 프로세스
- 프로세스 보증 프로세스
- 인증 및 인증당국 연계 프로세스



〈그림 2.1-14〉 개발 및 운영단계의 적용 표준 관계



〈그림 2.1-15〉 개발 프로세스와 안전성의 상호관계

(2) ARP 4761 표준 기술 분석

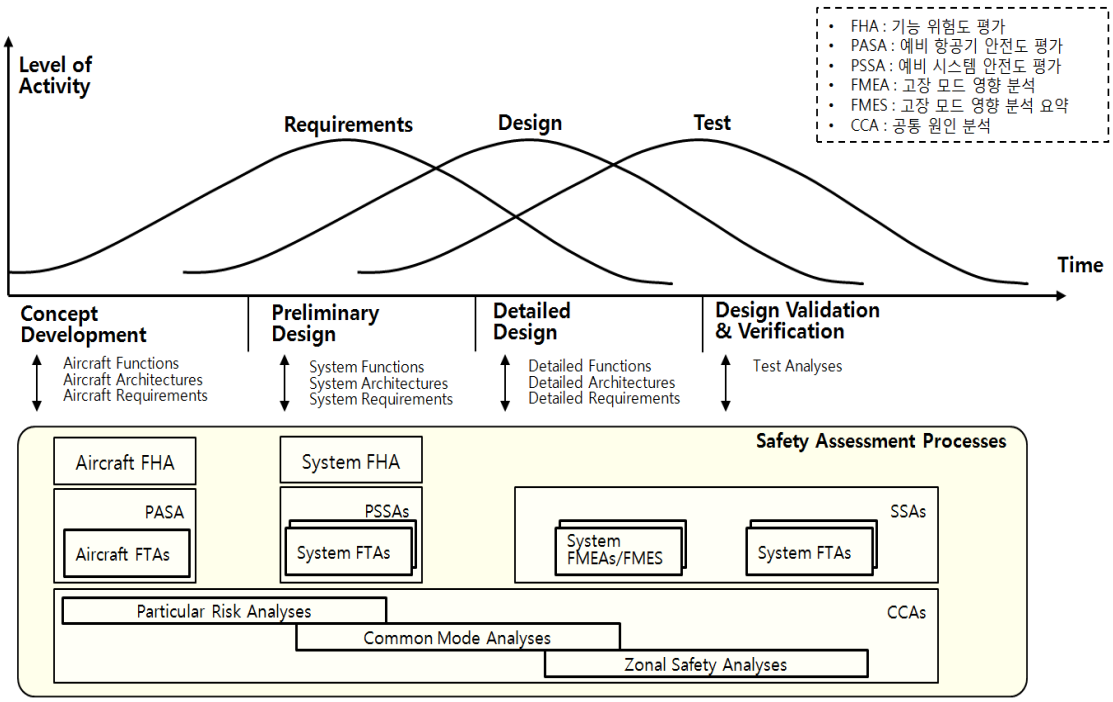
※ ARP 4761, Guidelines and Methods for Conducting the Safety Assessment Process on Civil Airborne Systems and Equipment

○ 표준 개요

- 항공기 및 항공기 탑재 장비에 대한 안전성 평가(Safety Assessment) 표준임

○ 주요 내용

- 항공기/시스템 기능 위험도 평가
- 예비 항공기/시스템 안전성 평가
- 항공기/시스템 안전성 평가
- 고장 모드 영향 분석/요약
- 공통 원인 분석(환경 위험 분석, 공통 요인 분석, 구역 안전성 분석)



〈그림 2.2-16〉 개발 프로세스별 안전성 평가 프로세스

다. RTCA 표준 기술 분석

○ RTCA(Radio Technical Commission for Aeronautics)는 항공기 및 항공기 시스템 관련 민간 비영리법인으로 항공 업무와 관련한 국제 표준 및 권고사항을 발표하고 있음

○ SBAS와 관련한 주요 표준 및 권고사항은 아래와 같음

- 소프트웨어 개발

- DO-278A, Software Integrity Assurance Considerations for Communication, Navigation, Surveillance and Air Traffic Management(CNS/ATM) Systems
- DO-178C, Software Considerations in Airborne Systems and Equipment Certification
- DO-248C, Supporting Information for DO-178C and DO-278A
- DO-330, Software Tool Qualification Considerations
- DO-331, Model-Based Development and Verification Supplement to DO-178C and Do-278A
- DO-332, Object-Oriented Technology and Related Techniques Supplement to DO-178C and Do-278A
- DO-333, Formal Methods Supplement to DO-178C and DO-278A

- 하드웨어 설계 보증
  - DO-254, Design Assurance Guidance For Airborne Electronic Hardware
- 인적 요인
  - DO-256, Minimum Human Factors Standards for Air Traffic Services Provided Via Data Communications Utilizing the ATN, Builds I and IA
  - DO-238, Human Engineering Guidance for Data Link Systems

(1) DO-278A 표준 기술 분석

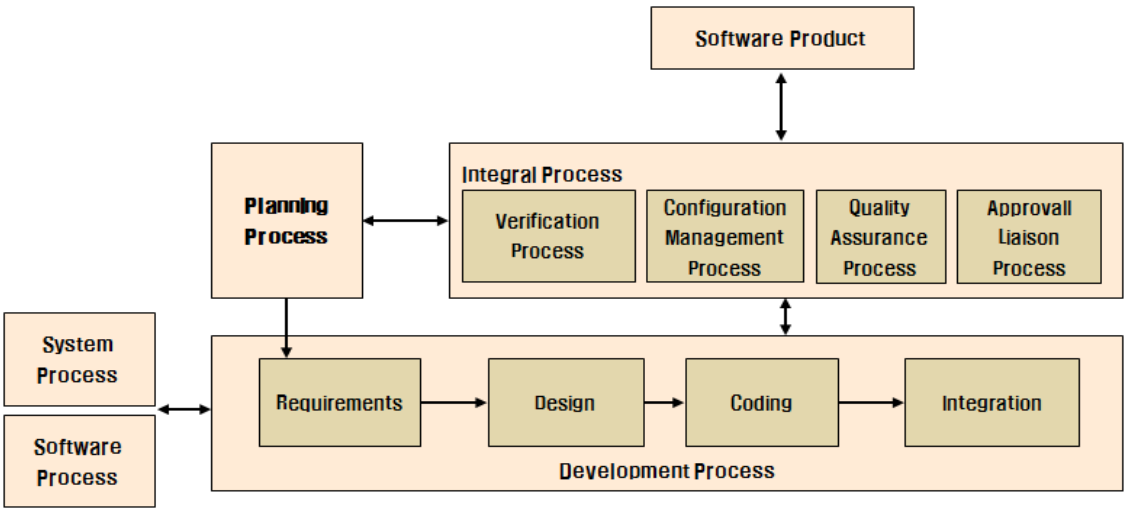
※ DO-278A Software Integrity Assurance Considerations for Communication, Navigation, Surveillance and Air Traffic Management(CNS/ATM) Systems

○ 표준 개요

- 항공기에 장착되지 않는(Non-Airborne) 지상의 CNS/ATM 시스템 개발 시 고려해야 하는 소프트웨어 무결성 보증 사항에 대한 표준임

○ 주요 내용

- 소프트웨어 생명주기 프로세스 및 소프트웨어 생명주기별 산출물 명시
- 시스템 안전성 평가를 통해 소프트웨어 보증레벨(AL, Assurance Level)을 결정하고, 소프트웨어 보증레벨별 준수하여야 하는 활동 명시



〈그림 2.1-17〉 소프트웨어 생명주기 프로세스

〈표 2.1-3〉 DO-278A 보증레벨의 정의

보증레벨	정의
AL 1	CNS/ATM 시스템 기능에 치명적 결함이 발생하여, 항공기 운행이 어려운 상태
AL 2	CNS/ATM 시스템 기능에 심각한 결함이 발생하여, 항공기의 능력 또는 승무원의 능력을 감소시키는 결함 상태
AL 3	CNS/ATM 시스템 기능에 중대한 결함이 발생하여, 안전 또는 기능이나, 승무원 업무 부하의 급격한 증가 등 항공기 또는 승무원의 능력을 감소시키는 결함 상태
AL 4	CNS/ATM 시스템 기능에 발생하는 결함에 대한 조건이 아닌, 본 문서의 Annex A(Checklist)를 만족하는지 검사하는 단계
AL 5	CNS/ATM 시스템 기능에 경미한 결함이 발생하여, 항공기 안전에 심각한 위해를 가하지 않고, 승무원들의 능력 범위 내에서 처리 가능한 결함 상태
AL 6	항공기의 운용 능력에 영향을 미치지 않거나 승무원의 업무부하에 영향을 미치지 않는 상태

* Annex A – 소프트웨어의 계획, 개발, 요구사항 검증, 설계 검증, 코딩/통합 검증, 테스팅 등을 Checklist로 작성

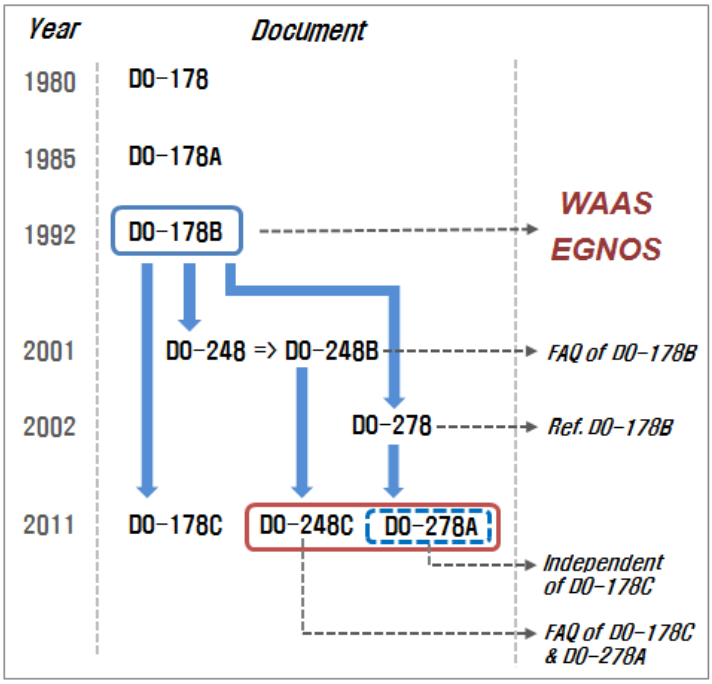
- 추가 고려사항(예: 이전 버전의 표준에 기반하여 개발된 소프트웨어에 대한 적용 등)에 대하여 명시

○ 다른 표준과의 관계

- DO-278A와 DO-178C는 모두 소프트웨어 개발 시의 고려사항을 기술하고 있으나, DO-278A는 항공기에 장착되지 않는 지상 시스템을 대상으로, DO-178C는 항공기 장착 소프트웨어를 대상으로 함

- 항공기 표준인 DO-178이 최초 제정되었으며 DO-178의 개정본인 DO-178B에 기반하여 2002년 DO-278이 제정됨. DO-278은 DO-178B 문서를 참조하는 형식으로 작성된 표준이었으나, 2011년 DO-278A로 개정되면서 DO-178 표준을 참조하지 않는 독립적인 표준 형태를 갖춤

※ WAAS 및 EGNOS는 DO-178B를 적용하여 개발하였음



〈그림 2.1-18〉 DO-278A 제정과정

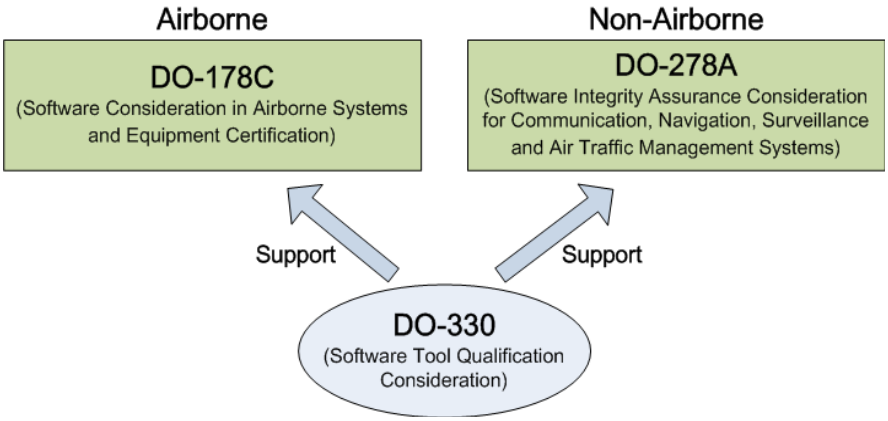
- DO-278과 DO-178은 모두 소프트웨어의 보증 수준을 단계로 구분하고, 보증수준 단계별로 수행해야 할 활동을 명시함. DO-278의 보증 수준인 '보증레벨(Assurance Level)'을 DO-178에서는 '소프트웨어 레벨(Software Level)'로 정의하며, 그 연관 관계는 다음과 같음

〈표 2.1-4〉 DO-278A와 DO-178C의 보증 수준 연관 관계

DO-278A Assurance Level	DO-178C Software Level
AL1	A
AL2	B
AL3	C
AL4	No Equivalent
AL5	D
AL6	E

- DO-278A와 DO-178C는 개발에 사용되는 소프트웨어 도구에 대해 DO-330 (Software Tool Qualification Consideration) 표준에 따른 도구 검증 요구

  ▸ 개발에 사용되는 소프트웨어 도구에 대해 소프트웨어 생명주기 프로세스에서의 영향도를 평가하여 도구 검증 레벨(TQL, Tool Qualification Level) 부여



〈그림 2.1-19〉 DO-278A & DO-178C와 DO-330과의 관계

(2) DO-254 표준 기술 분석

※ DO-254, Design Assurance Guidance For Airborne Electronic Hardware

○ 표준 개요

- 규정된 환경에서 의도된 기능을 안전하게 수행할 수 있는 항공 전자 하드웨어의 개발에 대한 설계 보증 지침

○ 주요 내용

- 시스템 측면의 하드웨어 디자인 고려 사항
- 하드웨어 설계 사이클
- 계획/설계/검증 단계 및 세부 내용
- 지원 프로세스 상세 절차
- 생명주기 프로세스의 필수 데이터

○ 표준의 적용

- 하드웨어의 복잡도(Complexity)를 간단(Simple), 복잡(Complex), 아주 복잡(Highly Complex)의 3단계로 구분하고 복잡 또는 아주 복잡 하드웨어에 대해 표준을 적용하여 개발함. 간단한 하드웨어에 대해서는 표준이 제시하는 절차 중, 검증 및 형상 관리와 관련된 지원 절차만 수행하면 됨

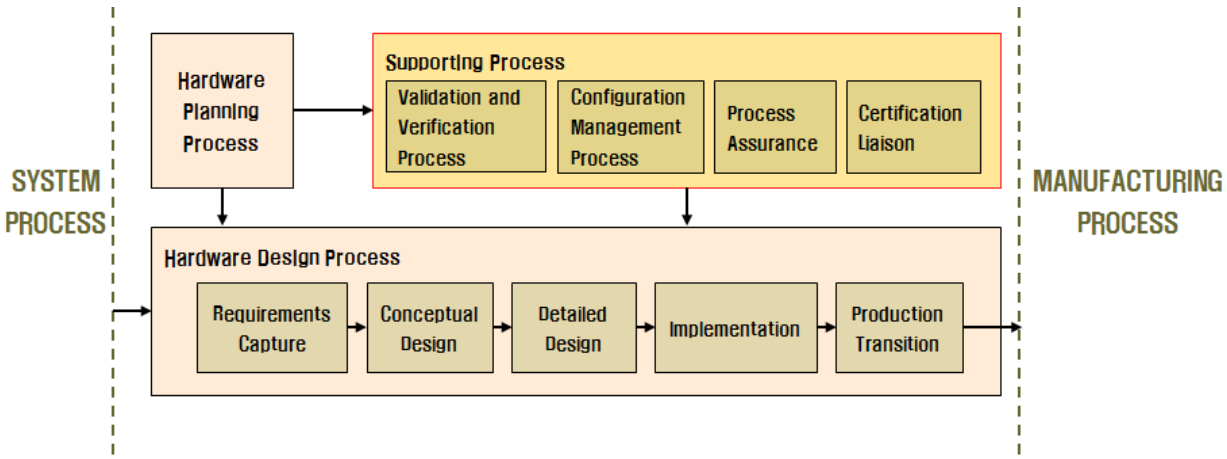
※ 간단한(Simple) 하드웨어: 예측 가능한 모든 조건에서 일반적이고 정상적인 작업을 수행하였을 때, 결정론적(deterministic) 테스트와 분석 시 올바른 기능적 성능(functional performance)이 도출되는 하드웨어

○ 하드웨어 생명주기

- 하드웨어 생명주기 프로세스는 계획, 설계 및 지원 프로세스로 구성되며 하드웨어 설계 프로세스에서는 요구사항 수집, 개념 설계, 상세 설계, 구현 및 생산 전환 프로세스가 포함됨
- 생산 전환단계에서는 하드웨어 인수 테스트를 위한 하드웨어 인수 테스트 기준(hardware acceptance test criteria)을 정의함

○ 다른 표준과의 관계

- DO-254는 DO-178B에 기반하여 2000년 최초 제정된 표준으로, DO-178C 및 DO-278A와 유사하게 구성됨
  - ▸ DO-254의 하드웨어 인증 계획서(PHAC)는 DO-178C의 소프트웨어 인증 계획서(PSAC) 및 DO-278A의 소프트웨어 승인 계획서(PSAA)와 유사
  - ▸ DO-254의 하드웨어 요약 보고서(HAS)는 DO-178C의 소프트웨어 요약 보고서(SAS) 및 DO-278A의 소프트웨어 요약 보고서(SAS)와 유사



〈그림 2.1-20〉 하드웨어 설계 생명주기

〈표 2.1-5〉 DO-254에서 정의하는 생명주기 데이터

DO-254 생명주기 데이터 (27항목)	
Plan for Hardware aspect of certification(*)	Assembly drawings
Hardware development plan	Installation control drawing
Hardware validation plan	Hardware/software interface data
Hardware verification plan(*)	Hardware traceability data
Hardware configuration management plan	Hardware review and analysis procedures
Hardware process assurance plan	Hardware review and analysis results
Hardware design standards	Hardware test procedures
Requirement standards	Hardware test results
Validation and verification standards	Hardware acceptance test criteria
Hardware archive standards	Problem reports
Hardware requirements	Hardware configuration management records
Conceptual design data	Hardware process assurance records
Detailed design data	Hardware accomplishment summary(*)
Top-level drawing(*)	

3. 관련 법제도 분석

가. 국내 관련 법제도 분석

(1) 항공기 인증제도

① 항공기인증의 개념

○ 항공기의 감항성을 확보하기 위해 설계·생산·운용의 모든 과정에서 안전성 요구조건 확인

- 감항성(Airworthiness) : 항공기가 안전하게 비행할 수 있는 능력(「항공법」 제15조 제1항). 예상되는 운용 조건하에서 정상적인 성능과 안전성을 발휘할 수 있는 능력. 형식설계(TC)에 합치(Conform)하고 안전비행을 할 수 있는 상태에 있는 것(Condition for Safe Operation)
- 설계단계 : 감항기준에 대한 적합성 판단 (Compliance with Airworthiness Standards)
- 생산단계 : 형식설계와의 합치성 판단 (Conformity to Type Design)
- 운용단계 : 안전한 운항 상태 판단 (Condition for Safe Operation)

② 항공기인증의 종류

○ 형식증명(TC : Type Certificate)

- 인증대상 : 항공기·엔진·프로펠러의 형식설계
- 임의증명제도
- 항공기·엔진·프로펠러를 제작하려는 자는 그 항공기·엔진·프로펠러의 설계에 관하여 국토교통부장관의 형식증명을 받을 수 있음(변경 포함)(「항공법」 제17조)
- 국토교통부장관은 형식증명을 할 때에는 해당 항공기·엔진·프로펠러가 감항기준, 환경기준(소음기준 포함), 지속 감항성 유지를 위한 기준, 식별표시방법, 인증절차가 포함된 항공기 기술기준에 적합한지를 검사한 후 적합하다고 인정하는 경우에 형식증명서를 발급
- 국토교통부장관은 기술기준을 관보에 고시

○ 제작증명(PC : Production Certificate)

- 인증대상 : 제작공장
- 임의증명제도

- 형식증명을 받은 항공기 · 엔진 · 프로펠러를 제작하려는 자는 국토교통부장관으로부터 기술기준에 적합하게 항공기 · 엔진 · 프로펠러를 제작할 수 있는 기술, 설비, 인력 및 품질관리체계 등을 갖추고 있음을 인증하는 증명을 받을 수 있음(「항공법」 제17조의3)

○ 감항증명(Airworthiness Certificate)

- 인증대상 : 개별항공기
- 강제인증제도 : 표준감항증명 또는 특별감항증명을 받지 아니한 항공기를 항공에 사용해서는 안 됨(항공법 제15조 제3항)
- 감항증명을 받으려는 자는 국토교통부장관에게 감항증명을 신청하여야 함(항공법 제15조 제1항)
- 유효기간 : 1년

○ 기술표준품형식증명(TSOA: Technical Standard Order Authorization)

- 인증대상 : 부품(기술표준폼 TSO품목)
- 강제인증제도
- 기술표준품(항공기 · 엔진 · 프로펠러의 안전성을 확보하기 위하여 국토교통부장관이 정하여 고시하는 장비품)을 설계 · 제작하려는 자는 기술표준품의 형식승인기준에 따라 해당 기술표준품의 설계 · 제작에 대하여 국토교통부장관의 형식승인을 받아야 함(「항공법」 제20조 제1항)
- 형식승인을 받지 아니한 기술표준품을 제작 · 판매하거나 항공기등에 사용하여서는 아니 됨(「항공법」 제20조 제3항)

○ 부품등제작자증명(PMA: Part Manufacturer Approval)

- 인증대상 : 부품(PMA)
- 강제인증제도
- 항공기 · 엔진 · 프로펠러에 사용할 장비품 또는 부품을 제작하려는 자는 기술기준에 적합하게 장비품 또는 부품을 제작할 수 있는 인력, 설비, 기술 및 검사체계 등을 갖추고 있는지에 대하여 국토교통부장관의 증명을 받아야 함(「항공법」 제20조의2 제1항)
- 부품등제작자증명을 받지 아니한 장비품 또는 부품을 제작·판매하거나 항공기 · 엔진 · 프로펠러 또는 장비품에 사용하여서는 아니 됨(항공법 제20조의2 제2항)

(2) 항행안전시설 인증제도

○ 항행안전시설 인증제도 구분

- 시스템인증 : 성능적합증명
- 시설 및 운영 인증 : 비행검사, 완성검사(또는 운용개시검사)

- 인증 사후관리 : 비행검사, 관리검사

① 시스템인증

○ 성능적합증명 : 항행안전무선시설 또는 항공정보통신시설을 제작하는 자는 그 제작된 시설이 항행안전시설에 관한 기술기준에 적합하게 제작되었다는 증명을 받을 수 있음 (항공법 제80조의2)

- 임의인증제도
- 설계제작자가 필요시 성능적합증명 신청

② 시설 및 운영 인증

○ 품질관리 : 항행안전시설설치자는 해당 항행시설이 양호한 품질을 확보할 수 있도록 설치 전 과정에 걸쳐 품질관리계획을 수립하여 시행하여야 함(「항행안전무선시설의 설치 및 기술기준」 제5조)

○ 성능검증 : 항행안전시설설치자는 해당 항행시설의 성능과 안정성을 확보할 수 있도록 다음 사항을 준수해야 함

- 새로 개발되었거나 항행정보에 영향을 주는 기능 또는 성능을 개선(Up-grade)한 LLZ, GP, DME 또는 GBAS 장비는 설치하기 전에 최초 비행검사에 합격한 후 최소한 6개월 이상의 시험운영 기간 동안 추가로 3회 이상의 비행검사에 합격하여 성능과 안정성을 입증할 것
- GP 및 LLZ 시설은 장비 자체의 특성 또는 주변 환경의 변화 등으로 성능이 변화된 경우 장비를 조정하여 정상적으로 동작할 수 있도록 출력신호 위상과 전력분배량 등을 조정할 수 있는 기능을 갖출 것

○ 지상점검 : 항행시설 설치중 또는 설치 완료 시점에 해당 항행시설이 정상적으로 운영될 수 있는지 확인하기 위하여 지상점검을 실시하여야 함(「항행안전무선시설의 설치 및 기술기준」 제6조 제1항)

○ 성능확인점검 : 지상점검에 합격한 시설이 성능확인점검 대상 항행시설인 경우 운용 전 성능확인점검 실시(「항행안전무선시설의 설치 및 기술기준」 제6조 제2항)

○ 비행검사 : 지상점검 및 성능확인점검을 합격한 시설이 비행검사 대상 항행시설인 경우 비행검사 실시(「항행안전무선시설의 설치 및 기술기준」 제6조 제3항)

※ 비행검사 : 국토교통부장관이 항행안전시설의 성능을 분석할 수 있는 장비를 탑재한 항공기를 이용하여 실시하는 항행안전시설의 성능 등에 관한 검사

○ 완성검사 : 국토교통부장관 이외의 자가 설치한 경우, 설치허가를 받은 항행시설 설치자가 당해 시설의 공사를 완료하였을 때 그 공사가 허가의 내용대로 시행되었는지 여부와 “항행안전시설의 설치 및 기술기준”에 따라 설치가 되었는지를 확인하는 것

- 항행안전시설설치자(항행안전시설 설치의 허가를 받은 자)는 해당 시설의 공사가 끝난 경우에는 지체 없이 국토교통부장관의 완성검사를 받아야 함(「항공법」 제77조 제1항 및 「항행안전무선시설의 설치 및 기술기준」 제8조)

○ 운용개시검사 : 지방항공청장 · 항공교통센터장은 항행시설의 설치를 완료한 후에 각종 운영 전 성능확인 결과 문제가 없고 운영준비를 완료한 경우에는 이를 증빙하는 서류를 첨부하여 국토교통부장관의 운영개시 승인을 받아야 함(「항행안전무선시설의 설치 및 기술기준」 제9조)

- 국토교통부장관은 운용개시 승인신청을 받은 경우에는 운용개시 검사를 시행한 후 적합할 경우 이를 승인(「항행안전무선시설의 설치 및 기술기준」 제10조 제1항)
- 국토교통부장관은 검사관의 자격이 있는 자중 해당 검사를 담당할 대상자를 선정하여 운용개시 검사를 실시(「항행안전무선시설의 설치 및 기술기준」 제10조 제2항)
- 검사관은 운용개시 검사표에 명시된 검사항목에 대하여 검사를 시행(「항행안전무선시설의 설치 및 기술기준」 제12조)
- 검사관은 운용개시 검사를 완료한 후에 운용개시조건의 만족 여부에 따라 합격 또는 불합격 판정(「항행안전무선시설의 설치 및 기술기준」 제13조 제1항)
- 지방항공청장 · 항공교통센터장은 운용개시 검사 시에 부적합 판정을 받은 사항을 조속히 개선하고 그 결과를 통보받은 후 20일 이내에 국토교통부장관에게 보고(「항행안전무선시설의 설치 및 기술기준」 제13조 제2항)
- 국토교통부장관은 청장 및 센터장으로부터 운용개시 검사에 대한 조치결과를 보고받은 경우 조치내용을 확인할 수 있음(「항행안전무선시설의 설치 및 기술기준」 제14조)

③ 인증 사후관리

○ 비행검사 : 비행검사 대상인 항행안전시설을 관리하는 자는 정기적 또는 필요 시 비정기적으로 비행검사를 받아야 함(항공법 제80조 제3항)

○ 관리검사 : 국토교통부장관은 항행안전시설에 대한 검사를 연 1회 실시하되 필요한 경우에는 수시로 실시할 수 있음(「항공법」 제80조 제2항 및 같은 법 시행령 제19조, 「항행안전시설 관리검사 규정(국토교통부 고시)」)

(3) SBAS 관련 인증제도

○ SBAS는 현행 법상 항행안전시설의 분류 중 항행안전무선시설의 세부분류인 위성항법시설에 속함

〈표 2.1-6〉 국내법 기준 항행안전시설의 분류

구분	설명	세부분류
항행안전무선시설	전파를 이용하여 항공기의 항행을 돕기 위한 시설	가. 무지향표지시설(NDB) 나. 전방향표지시설(VOR) 다. 거리측정시설(DME) 라. 계기착륙시설(ILS/MLS/TLS) 마. 레이더시설(ASR/ARSR/SSR/ARTS/ASDE/PAR) 바. 전술항행표지시설(TACAN) **사. 위성항법시설(GNSS/SBAS/GRAS/GBAS)** 아. 자동종속감시시설(ADS, ADS-B) 자. 위성항법감시시설(GNSS Monitoring System) 차. 다변측정감시시설(MLAT)
항공정보통신시설	전기통신을 이용하여 항공교통업무에 필요한 정보를 제공·교환하기 위한 시설	가. 항공이동통신시설 1) 단거리이동통신시설(VHF/UHF Radio) 2) 단파이동통신시설(HF Radio) 3) 초단파디지털이동통신시설(VDL) 4) 단파데이터이동통신시설(HFDL) 5) 모드 S 데이터통신시설 6) 항공이동위성통신시설[AMS(R)S] 7) 관제사·조종사간데이터링크통신시설(CPDLC) 8) 범용접속데이터통신시설(UAT) 나. 항공고정통신시설 1) 항공고정통신망(AFTN) 2) 항공정보교환망(AMHS) 3) 항공관제정보교환망(AIDC) 4) 항공직통전화망(녹음기시설 및 음성통신제어시설을 포함한다) 5) 항공종합통신망(ATN) 다. 항공정보방송시설 1) 공항정보방송시설(ATIS) 2) 디지털공항정보방송시설(D-ATIS)
항공등화	불빛을 이용하여 항공기의 항행을 돕기 위한 시설	-

○ SBAS 인증은 기본적으로 기존 항행안전무선시설의 인증제도를 따라 인증하여야 하며, 현재까지 SBAS 인증 사례가 부재하였으므로 SBAS 인증을 위해서는 세부적인 규정의 보완이 필요

〈표 2.1-7〉 SBAS 인증 관련 법제 현황

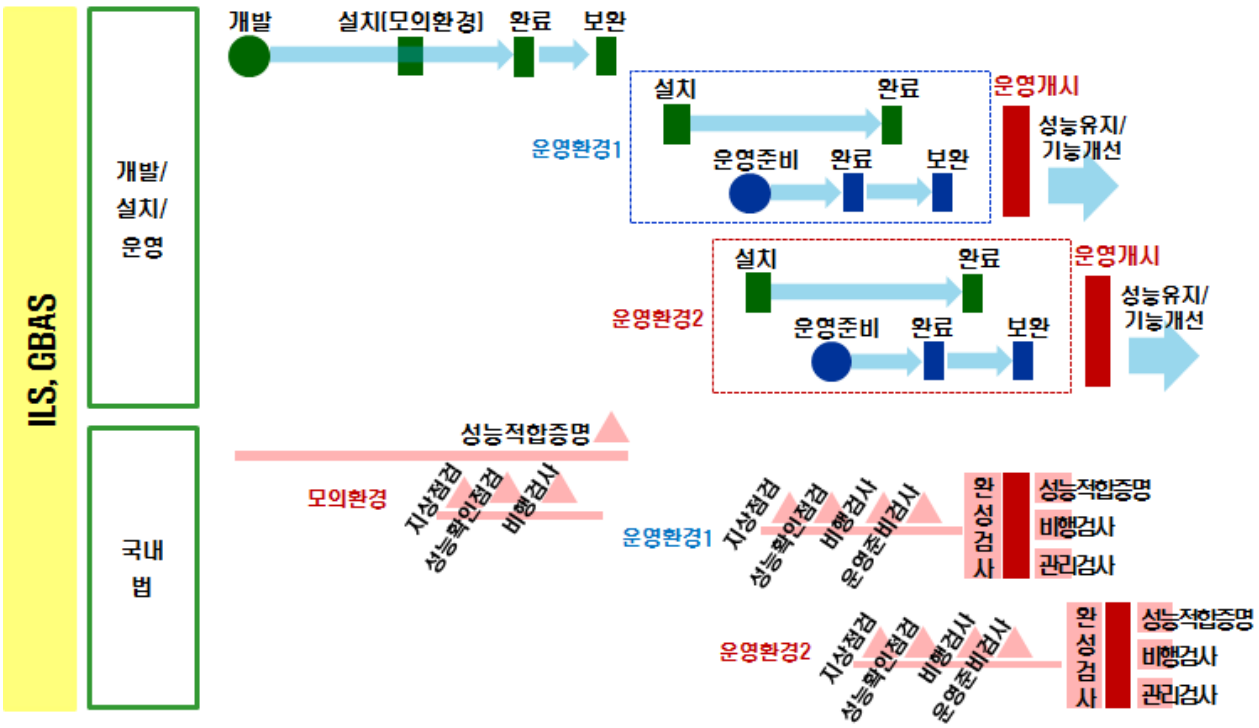
검사·인증	관련 법규	수행주체	비고
성능적합증명	항공법 제80조의2 항공법 시행규칙 제245조의2 항행안전시설 성능적합증명 검사 기술기준	성능적합증명 검사기관	임의인증
지상점검	항행안전무선시설의 설치 및 기술기준 항행안전시설 관리 및 운영규정	설치자	
성능확인점검	항행안전무선시설의 설치 및 기술기준 항행안전시설 관리 및 운영규정	설치자·항행시설 관리자	
비행검사	항공법 제80조 항공법 시행령 제63조 항행안전무선시설의 설치 및 기술기준 항행안전시설 비행검사 기준	비행점검센터	SBAS 관련 규정 불비
완성검사·준공검사	항공법 제77조 항공법 시행령 제63조 항공법 시행규칙 제231조 항행안전무선시설의 설치 및 기술기준 항행안전시설 비행검사 기준 항행안전시설 설치허가 등의 절차 및 방법에 관한 지침(항공교통센터)	항공교통센터	국토교통부장관 외의 자가 설치한 경우
운용개시검사	항행안전무선시설의 설치 및 기술기준	국토교통부	국토교통부 소속 청 또는 센터에서 설치한 경우
관리검사	항공법 제80조 항공법 시행령 제19조 및 제63조 항행안전시설 관리검사 기준 항행안전시설 관리검사관 교육훈련 규정	항공교통센터	SBAS 관련 규정 불비

○ SBAS 인증 시, 관련 법제도 간 관계

- 항행안전시설 중 방위각시설(LLZ), 활공각시설(GP), 거리측정시설(DME)로 구성된 ILS나 GBAS 등의 시설은 동일 시설이 국내 어디에 설치되어 있는지에 상관없이 그 성능이 독자적으로 확보되는 시설로 운영 대상 지역에 독립적으로 설치 및 운영됨. 따

라서, 해당 시설들은 시스템 개발 완료 후 설치 수행 이전 시점에 특정 모의환경에서 지상점검, 성능확인점검, 비행검사, 성능적합증명 등으로 성능을 확인한 후 실제 운영될 지역에 설치되며, 설치 후 지상점검 및 성능확인점검, 비행검사, 운영준비, 완성검사(또는 운용개시검사) 절차를 거쳐 운영됨

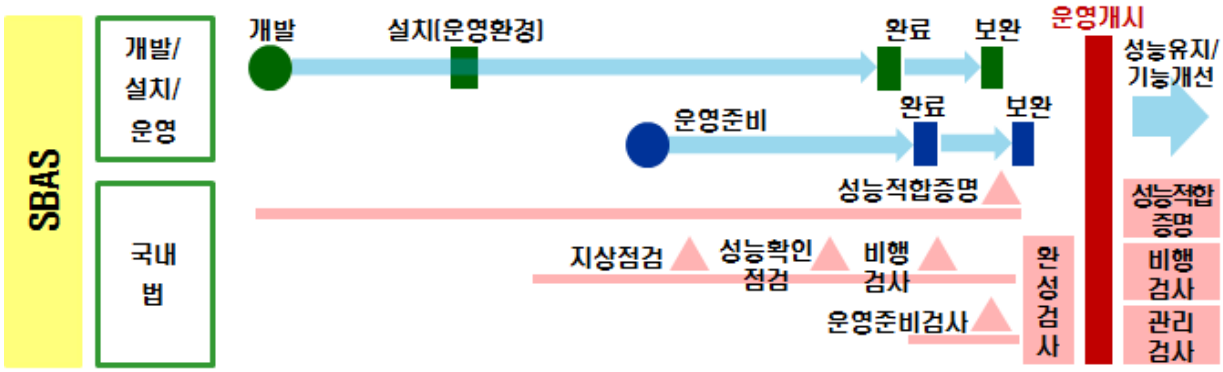
- 『항행안전무선시설의 설치 및 기술기준』 제5조의1(성능검증) 항목에 ILS, GBAS 시설은 실 운영 환경에 설치하기 이전에 아래와 같이 성능과 안정성을 확보한 후 설치하도록 규정하고 있음
  - 1. 새로 개발되었거나 항행정보에 영향을 주는 기능 또는 성능을 개선(Up-grade)한 LLZ, GP, DME 또는 GBAS 장비는 설치하기 전에 최초 비행검사에 합격한 후 최소한 6개월 이상의 시험운영 기간 동안 추가로 3회 이상의 비행검사에 합격하여 성능과 안정성을 입증할 것
  - 2. GP 및 LLZ 시설은 장비 자체의 특성 또는 주변 환경의 변화 등으로 성능이 변화된 경우 장비를 조정하여 정상적으로 동작할 수 있도록 출력신호 위상과 전력분배량 등을 조정할 수 있는 기능을 갖출 것



〈그림 2.1-21〉 ILS, GBAS 등 구축 및 운영을 위한 법제도 적용

- SBAS는 기준국, 중앙처리국, 위성통신국, 통합운영국의 다수의 서브 시스템으로 구성된 시스템으로, 전체 시스템의 성능이 특정 서브 시스템의 성능만으로 결정되는 것이 아니라 기준국 가시성 등의 개별 서브 시스템 설치 위치, 서브 시스템 간 인터페이스/유기적인 관계/통신 품질 등의 서브 시스템 간의 특성, 이온층 오차 등의 환경적 특성 등에 따라 복잡하게 결정됨. 또한 시스템의 성능 요구사항이 전공역에 이르므로 ILS나

GBAS 등과는 달리 협소한 모의환경에서의 성능확인으로 시스템 성능을 판단할 수 없으며 실제 운영될 지역에 시설을 설치하고 성능을 확인하여야 함. 즉, 성능적합증명, 지상점검, 성능확인점검, 비행검사, 운영준비, 완성검사(또는 운용개시검사) 활동이 실제 운영될 시설에서 수행되어야 함



〈그림 2.1-22〉 SBAS 구축 및 운영을 위한 법제도 적용

① 시스템인증

㉮ SBAS의 성능적합증명(항공법 제80조의2)

○ 항행안전무선시설 또는 항공정보통신시설을 제작하는 자는 그 제작된 시설이 항행안전시설에 관한 기술기준에 적합하게 제작되었다는 증명을 받을 수 있음

○ 국토교통부장관은 성능적합증명을 위한 검사를 하는 경우에는 제작된 항행안전무선시설 또는 항공정보통신시설이 항행안전시설에 관한 기술기준에 적합한지를 확인하여야 함(항공법 시행규칙 제245조의3 제1항)

○ 국토교통부장관은 항공 관련 업무를 수행하는 비영리법인 중 전문검사기관을 지정하여 따른 검사업무를 대행하게 할 수 있음(항공법 시행규칙 제245조의3 제2항)

㉯ 시스템인증 관련 행정규칙

○ 항행안전시설 성능적합증명 검사 기술기준 (국토교통부고시)

- 항행안전무선시설의 기술기준은 항행안전무선시설 설치 및 기술기준(국토교통부 고시) 중에서 기술기준을 적용함

○ 항행안전시설 성능적합증명 검사기관 지정절차 등의 규정 (국토교통부고시)

- 검사기관의 지정요건(제2조)

▸ 1. 항공 또는 통신·전자와 관련된 연구·교육 또는 학술활동 등을 수행하는 비영리법인이나 교육기관일 경우

▸ 2. 항공기술 또는 통신·전자관련 학사학위 이상을 소지하고 관련분야의 연구·교육·인

증 또는 성능증명 관련업무에 5년 이상의 경험을 가진 자 3인 이상을 확보한 경우

▸ 3. 성능적합증명 검사에 필요한 시설 및 장비를 보유하고 있거나, 임대 또는 대여 계약을 체결하여 필요시 활용이 가능한 경우

▸ 4. 항공법령 및 항행시설 관련 기술서적을 확보하였거나, 이를 수시로 활용할 수 있는 방안이 수립된 경우

▸ 5. 항공통신·전자시설 생산 및 공급업무에 직접적으로 관련이 없는 경우

- 검사기관 지정 신청의 적합성 여부를 심사하기 위한 심사위원회를 구성하여 운영하여야 함(제4조)

○ 항행안전무선시설의 설치 및 기술기준 (국토교통부고시)

② 시설 및 운영 인증

㉮ SBAS의 설치(항공법 제75조)

○ 항공법은 항행안전시설의 설치권자를 원칙적으로 국가(국토교통부)로 규정(제1항)

○ 국토교통부장관 외에 항행안전시설을 설치하려는 자는 국토교통부장관의 허가를 받아야 하고, 국토교통부장관은 허가할 때 시설의 설치에 필요한 조건을 붙일 수 있음(제2항)

○ 제3항의 위임에 따라 「항공법 시행령」 제18조 및 「항공법 시행규칙」 제225조와 별표 39에서 항행안전무선시설 및 항공정보통신시설의 설치기준을 정함

○ 추가적으로 국토교통부 고시(항행안전무선시설의 설치 및 기술기준, 항공정보통신시설의 설치 및 기술기준)에 기술기준 제시

㉯ SBAS의 완성검사(항공법 제77조) 또는 운용개시검사

○ 항공법 제75조에 따라 항행안전시설은 원칙적으로 국가(국토교통부, 지방항공청장/항공교통센터장)가 설치하므로, 이 경우에는 자가진단적인 운용개시검사를 실시(「항행안전무선시설의 설치 및 기술기준」 제9조)

○ 반면, 항행안전시설설치자(항행안전시설 설치의 허가를 받은 자)는 해당 시설의 공사가 끝난 경우에는 지체 없이 국토교통부장관의 완성검사를 받아야 함(제1항)

- 즉, 국토교통부 외의 제3자가 허가를 받아 항행안전시설을 설치하는 경우(항공법 제75조 제2항)에는 설치허가권을 가진 국가(국토교통부)가 고권적 지위에서 완성검사를 받아야 함(「항공법」 제77조 제1항 및 「항행안전무선시설의 설치 및 기술기준」 제8조)

- 국토교통부장관은 완성검사를 한 경우에는 그 항행안전시설의 명칭, 종류, 위치 및 사용 개시 예정일 등을 지정·고시(제2항)



〈그림 2.1-23〉 SBAS 완성검사(혹은 운용개시검사) 절차

※ 현재, SBAS의 설치 주체가 국토교통부인지 제3자인지 결정되지 않음. 법제도 적용 및 인증 절차 확정을 위해서는 설치 주체 조기 확정 필요

㉰ 시설 및 운영 인증 관련 행정규칙

○ 항행안전무선시설의 설치 및 기술기준 (국토교통부고시)

- 항행안전무선시설의 설치 및 기술기준, 설치방법 및 절차 등을 규정함
- 품질관리계획 : 설치자는 해당 항행시설이 양호한 품질을 확보할 수 있도록 설치 전 과정에 걸쳐 품질관리계획을 수립하여 시행하여야 함(제5조)
- 지상점검 : 설치자는 항행시설을 설치중이거나 설치가 완료되는 시점에 해당 항행시설이 정상적으로 운영될 수 있는지 확인하기 위하여 지상점검을 실시하여야 함(제6조 제1항)
- 운용 전 성능확인점검 : 지상점검에 합격한 시설이 성능확인점검 대상 항행시설인 경우 설치자 또는 항행시설관리자는 운용 전 성능확인점검을 실시하여야 함(제6조 제2항)
- 비행검사 : 지상점검 및 성능확인점검을 합격한 시설이 비행검사 대상 항행시설인 경우 설치자 또는 항행시설관리자는 비행검사를 실시하여야 함(제6조 제3항)
- 완성검사 및 준공확인 등 : 국토교통부장관 이외의 자가 항행시설의 설치허가를 받아 당해시설의 설치를 완료한 후에 운영전 성능확인 결과 문제가 없고 운영준비를 완료한 때에는 항공법 제77조(항행안전시설의 완성검사) 또는 제104조(준공검사)에 의한 검사를 받아야 함(제8조)

※ 지방항공청장 또는 항공교통센터장이 항행시설을 설치하는 경우 완성검사 대신 운용개시 검사를 통해 국토교통부장관의 운영개시 승인을 받아야 함(제9조)

○ 항행안전시설 관리 및 운영규정 (국토교통부고시)

- 항공교통의 안전을 확보하고 항행안전무선시설 및 항공정보통신시설을 보다 효율적으로 운영하기 위하여 항행안전무선시설 및 항공정보통신시설을 관리 및 운영하기 위하여 필요한 사항을 규정함

○ 항행안전시설 비행검사 규정 (국토교통부고시)

- 비행검사의 시행기관(제3조): 국토교통부 서울지방항공청 비행점검센터 또는 서울지방항공청장과 비행검사 지원협정이 체결된 기관
- 비행검사의 구분(제 6조)
  - ▸ 1. 위치평가검사 : 신설 예정인 항행시설의 설치 위치가 적합한지 여부를 확인하는 검사
  - ▸ 2. 운용개시검사 : 신설된 항행시설을 운용하기 전에 운용 가능여부를 판단하는 검사
  - ▸ 3. 정기검사 : 항행시설의 기능을 유지하기 위하여 일정기간마다 실시하는 검사
  - ▸ 4. 감시검사 : 검사대상 항행시설을 검사하는 중에 다른 항행시설의 동작상태를 감시하는 검사
  - ▸ 5. 특별검사 : ⓐ 항공기사고와 관련된 검사 ⓑ 항행시설의 운용중단 또는 고장 수리후 실시하는 검사 ⓒ 비행검사 기한이 경과된 항행시설에 대한 검사 ⓓ 연구개발중인 장비의 평가 등을 위한 검사 등
  - ▸ 6. 계기비행절차검사 : 계기비행절차의 이용 가능여부를 판단하는 검사

○ 항행안전시설 설치허가 등의 절차 및 방법에 관한 지침 (항공교통센터훈령)

③ 인증 사후관리

㉮ SBAS의 관리(항공법 제80조)

○ 국토교통부장관이나 항행안전시설을 관리하는 자는 시설관리기준에 따라 그 시설을 관리하여야 함(제1항)

○ 국토교통부장관은 항행안전시설이 시설관리기준에 적합하게 관리되는지를 확인하기 위하여 필요한 검사를 하여야 함(제2항)

- 연 1회 실시하되 필요한 경우에는 수시로 실시할 수 있고, 해당 시설이 휴지(休止) 중이면 검사를 하지 아니할 수 있음(항공법 시행령 제19조 제1항)

○ 항행안전시설을 관리하는 자는 비행검사(국토교통부장관이 항행안전시설의 성능을 분석할 수 있는 장비를 탑재한 항공기를 이용하여 실시하는 항행안전시설의 성능 등에 관한 검사)를 받아야 함(제3항)

○ 비행검사의 종류, 대상시설, 절차 및 방법 등에 관하여 필요한 사항은 국토교통부장관이 정하여 고시(제4항)

㈏ SBAS의 변경(항공법 제78조)

○ 항행안전시설설치자는 해당 시설 중 다음 사항을 변경하려는 경우에는 국토교통부장관에게 변경 사항을 통보하여야 함(제1항)

- 정격 통달거리의 변경
- 코스의 변경
- 운용시간의 변경
- 공중선방식의 변경
- 송수신장치의 구조와 회로의 변경(주파수, 공중선전력, 식별부호의 변경이나 그 밖에 항행안전무선시설 또는 항공정보통신시설의 전기적 특성에 영향을 주는 경우만 해당한다)
- 송수신장치와 전원설비의 변경

○ 국토교통부장관은 항행안전시설의 변경통보를 받은 경우에는 이를 고시하여야 함(제2항)

※ 현재, 성능 적합성 여부를 인증하는 성능적합증명이 강제인증이 아니므로, 시스템 변경 시 추가 인증에 대한 의무가 없음

㈐ 인증 사후관리 관련 행정규칙

○ 항행안전시설 관리검사 규정 (국토교통부고시)

- 항행안전무선시설 및 항공정보통신시설의 관리검사에 관한 절차·방법·항목 등에 관하여 필요한 사항을 정함
- 관리검사 주기: 정기검사(연 1회 이상), 불시 및 특별검사(필요 시)

○ 항행안전시설 관리 및 운영규정 (국토교통부고시)

나. 국외 관련 법제도 분석

① 항행안전시설 인증제도

○ 항행안전시설 인증 관련한 연방법은 TITLE 49 TRANSPORTATION 중 Subtitle VII - Aviation Program으로서, 이에 따라 연방규정 CFR(Code of Federal Reguration) Title 14 Aeronautics and Space가 마련되어 있음

○ CFR Title 14 Aeronautics and Space의 FAR 171(Part 171 NON-FEDERAL NAVIGATION FACILITIES)은 10개의 Subpart로 구성

- Subpart A - VOR Facilities
- Subpart B - Nondirectional Radio Beacon Facilities
- Subpart C - Instrument Landing System (ILS) Facilities
- Subpart D - True Lights
- Subpart E - General
- Subpart F - Simplified Directional Facility (SDF)
- Subpart G - Distance Measuring Equipment (DME)
- Subpart H - VHF Marker Beacons
- Subpart I - Interim Standard Microwave Landing System (ISMLS)
- Subpart J - Microwave Landing System (MLS)

○ 각각의 Subpart에는 해당 항행안전시설의 승인을 위한 아래의 요구사항에 대하여 기술하고 있음

- 시설승인, 절차승인 및 최소요구사항
- 시설 및 장비의 성능 요구 사항 충족
- 시설 운영을 위한 제안된 절차
- 기능 작동 신뢰성의 허용 수준과 성능의 허용 기준 시현
- 시설 성능에 대한 비행검사와 지상 검사
- 시설 운영자의 정기 보고서 및 FAA의 기능과 작동검사 가능성
- ICAO Annex 10의 성능 권고사항 준수
- ICAO Annex 10의 설치 요구사항(Installation requirements) 준수
- 유지보수 및 운영 요구사항(Maintenance and operations requirements)
- 결과보고서 서식 및 기록 보관 등

○ 항행안전시설관련 조직 및 대리인에 대한 Part 183 REPRESENTATIVES OF THE ADMINISTRATOR는 Subpart 5개로 구성

○ FAA 인가 전문검사조직에 대하여 FAR 183 Subpart D-Organization Designation Authorization에서 규정

- Sec. 183.41(Applicability and definitions, 전문검사조직의 적용 및 정의)
- Sec. 183.43(Application, 적용)
- Sec. 183.45(Issuance of Organization Designation Authorizations, 전문검사조직의 지정서)
- Sec. 183.47(Qualifications, 전문검사조직의 자격)
- Sec. 183.49(Authorized functions, 전문검사조직의 인가된 기능)
- Sec. 183.51(ODA Unit personnel, 전문검사조직 단위 요원)
- Sec. 183.53(Procedures manual, 절차매뉴얼)
- Sec. 183.55(Limitations)
- Sec. 183.57(Responsibilities of an ODA Holder, 전문검사조직 대표자의 책임)
- Sec. 183.59(Inspection, 검사)
- Sec. 183.61(Records and reports, 기록과 보고)
- Sec. 183.63(Continuing requirements: Products, parts or appliances, 지속 요구사항: 제품, 부속 및 기기)
- Sec. 183.65(Continuing requirements: Operational approvals, 지속 요구사항: 운용승인)
- Sec. 183.67(Transferability and duration, 양도 및 기간)

○ 연방정부 외의 항행안전시설에 관한 FAA ORDER, 6700.20A NON-FEDERAL NAVIGATION AID AND AIR TRAFFIC CONTROL FACILITIES : 연방정부가 아닌 주정부 및 지방자치단체 소유 또는 개인소유 시설의 설치, 유지 및 관리 방법 등을 명시

- 최소기능 요구사항은 FAA 규정과 표준을 따르도록 하며, 관련규정이 존재하지 아니하는 경우에는 ICAO 표준을 따르도록 함
- IFR 절차에 사용된 장치는 지상점검(ground inspection)과 비행점검(flight inspection) 필수
- CFR 14 PART 171에 포함된 장비인 VOR, ILS, DME, NDB, SDF, ISMLS, MLS 및 Marker Facilities와 PART 171에 포함되지 않은 TALAR, RVR, Communication Facilities, AWOS, Radar, LORAN, Lighting Aids 등의 항행안전시설을 명시하고 있으나, SBAS에 관한 정책은 명시되어 있지 아니함

○ 항행안전시설 비행점검에 관한 FAA ORDER, 8200.1C UNITED STATE STANDARD FLIGHT INSPECTION MANUAL : 비행점검 절차를 명시

- Lighting System, NDB, RNAV, Radar, ILS, MLS, LAAS 등에 관한 세부내용을 명시하고 있으나, SBAS에 관한 세부절차 및 세부점검사항 등은 명시되어 있지 아니함
- ORDER 8200.1C, Chapter 2(Flight Inspector's Authority and Responsibilities), 2.10.(Authority) : 비행검사승무원의 권한
- ORDER 8200.1C, Chapter 2, 2.11(responsibility) : 비행검사승무원이 수행할 책임사항
- ORDER 8200.1C, Chapter 3 (Special Requirements), 3.11 : 비행점검을 수행하는 항공기의 일반적인 특성
- ORDER 8200.1C, Chapter 3, 3.12 : 항행안전시설을 확인하는 비행점검기관들이 비행검사관의 자격을 공식적으로 인정하는 프로그램
- ORDER 8200.1C, Chapter 4 (Flight Inspection Types, Priorities, Intervals, Procedures), Section 1(Types & Priorities of Flight Inspection) : 위치평가점검, 운용개시점검, 정기점검, 특별점검, 감시점검 등 5개의 기본형식 비행검사 종류에 대하여 기술
- ORDER 8200.1C, Chapter 4, Section 1, 4.16 : 비행검사 우선순위
- ORDER 8200.1C, Chapter 4, Section 3, 4.30 : 비행검사관의 비행검사 임무를 수행시 업무처리에 관한 사항
- ORDER 8200.1C, Chapter 4, Section 3, 4.32 : 비행검사 전 준비사항
- ORDER 8200.1C, Chapter 4, Section 3, 4.34 : 비행점검 자료
- ORDER 8200.1C, Chapter 4, Section 3, 4.35 : 조치사항
- ORDER 8200.1C, Chapter 5, Section 2 : 비행점검 기록 및 보고에 관한 정책

② 시스템설계허가(SDA, System Design Approval)

○ 우리나라 성능적합증명은 당해 항행안전시설 제작자의 신청이 있을 경우에만 증명 절차를 진행하는 임의적인 제도로 운영하고 있음에 반하여 미국은 인증을 얻은 장비만 설치가 가능하도록 하는 등 제작·설계된 항행안전시설의 성능을 정부로부터 사전에 검증받도록 하고 있음

○ 미국은 항행안전시설의 설치 종류에 따라 두 종류로 구분되어 인증이 이루어짐

○ 미연방항공청(FAA)가 직접 개발하거나 구매(Procurement)하는 시설(Federal system)은 별도로 사전 인증이 없이도 장비의 공급과 설치가 가능함

- FAA가 사전에 설계내용, 기술적 성능, 운영성능 및 각종 평가 등을 통하여 자체검증을 거침으로써 사전인증과 거의 동일한 시험과 평가를 수행한 후에만 당해 시설을 설치할 수 있기 되기 때문에 별도의 인증절차를 요구하지 아니함

○ Non-federal system은 FAA로부터 사전에 시스템설계허가(SDA : System Design Approval)를 받아야만 미국 내의 판매와 설치가 가능함

- 항행안전시설의 설계자 또는 제작자 등이 FAA로부터 시스템설계허가(SDA)를 얻을 것으로 의무화하는 명문화된 법규나 규정은 없음
- 그러나 이에 관한 기술기준을 정하고 설치 또는 제작자 등이 이를 준수해야 하도록 규정하고, 기술기준을 준수하였다는 입증책임을 항행안전시설의 설치 또는 제작자에게 부여함으로써 FAA의 시스템설계허가(SDA)를 얻도록 하는 형식을 취하고 있음
- 이에 따라서 미국 내에서 생산되는 모든 항행안전시설과 미국에 판매하고자 하는 외국의 항행안전시설은 FAA의 시스템설계허가(SDA)를 사전에 취득하여야 하는 효과가 발생함

제2절 APV-I급 SBAS 인증을 위한 국외 기술협력 방안

1. APV-I급 SBAS 인증을 위한 국외 기술협력 개발 전략

○ 국내 SBAS 인증 사례 또는 국내에서 개발된 항행안전시설에 대해 전 개발과정을 포함한 인증 사례가 없었으므로, SBAS 인증기술 개발 시 선행 SBAS 인증 사례를 필수적으로 고려하여야 함

○ 국외 SBAS 인증 사례를 보았을 때, 정형화된 인증절차 및 단계는 존재하지 않으며 각 나라의 법 또는 상황에 기반하여 인증 업무를 수행하였음

- 미국 WAAS는 미연방항공청(FAA)에서 구매(Procurement)한 시설(Federal system)임. 미국 법에 따르면, 미연방항공청이 구매하지 않은 시설(Non-federal system)은 시스템 설계 허가(SDA, System Design Approval)를 받아야 하지만, 구매한 시설은 설치 이전에 별도의 사전 인증을 필요로 하지 않으며 FAA가 자체적으로 설계내용, 기술적 성능, 운영성능 및 각종 평가 등의 자체검증을 거침
- 따라서 WAAS 인증을 위해 별도의 검사 영역을 구분하지 않았으나, 내부적으로 시스템 설계 및 성능 검증을 실 운영환경에서 전문 검사기관(MITRE) 주도로 수행하였으며, 시설 및 운영준비 측면의 검증은 기존 항행안전시설 인증경험이 풍부한 인증당국(FAA)에서 직접 수행하였음
- 유럽 EGNOS는 유럽 규정(EU Regulation)에 따라 인증당국(NSA)이 시스템 및 서비스 측면의 검사를 수행한 후 인증을 부여하였음
- 인도 GAGAN의 경우 미국 WAAS를 구매하여 구축하였으므로, 구매한 시스템 성능 확인을 위해 미국에서 시스템 허가(System Approval)의 대부분을 수행한 후, 인도 내 운영 지역에 설치함에 따른 시설 허가(Facility Approval), 운영준비 확인을 위한 서비스 허가(Service Approval)를 거침

○ 국내 SBAS 인증을 위한 법은 시스템의 성능 확인을 위한 성능적합증명과 시설 및 운영준비 확인을 포함하는 완성검사로 나누어지므로, SBAS 인증을 크게 성능적합증명에 해당하는 시스템인증과 완성검사에 해당하는 시설 및 운영 인증으로 구분함

○ 본 절에서는 APV-I급 SBAS 인증을 위한 인증기준 및 검사기술 개발 방안, 인증 및 검사절차를 시스템인증과 시설 및 운영 인증으로 구분하여 제시하고, 인증 주체, 인증 사후관리 및 법제도 개선방안을 제시함

2. APV-I급 SBAS 인증을 위한 국외 기술협력 개발 항목 도출

○ SBAS 인증을 위한 시스템인증과 시설 및 운영 인증의 인증기준이 정의되어야 하며, 인증기준에 따른 검사 수행 시, 각 인증 대상이 인증기준에 부합하여 개발, 시설 및 운영준비 되었는지 여부를 검사하기 위한 검사기술 확보가 필요함

- 인증기준은 인증을 부여하기 위해 어떤(what) 항목을 검사할지에 대한 것으로, 인증기준에는 인증기준 항목 및 항목에 대한 설명뿐만 아니라, 인증기준에 맞추어 개발, 설치 및 운영 준비를 수행하기 위해 검사기관 및 인증당국에 제출되어야 할 문서 목록(인증 근거 데이터)이 함께 제시되어야 함
- 검사기술은 검사기관이 인증기준의 적합여부를 어떻게(how) 판단하는지에 대한 것으로, 검사의 기술뿐만 아니라 검사를 위한 인증기준의 적용 정책, 검사 방안 등이 포함됨. 이 중, 검사의 기술 형태 예는 아래와 같음
  - ▸ 인증기준 항목 검사를 위한 세부 체크리스트
  - ▸ 인증근거데이터 샘플 파일
  - ▸ 검사를 수행하기 위한 검사 환경 구성 및 검사 도구
  - ▸ 검사를 수행하기 위한 검사 대상 및 검사 관련 지식

○ 국내 법에만 근간하여 SBAS 인증기준을 개발하는 경우, SBAS 인증 시 검사하여야 하는 필수 검사 항목이 누락될 수 있으므로 국외 선행 SBAS 인증에서의 검사 항목을 면밀히 검토하여 시스템인증 또는 시설 및 운영 인증의 인증 기준을 보완하여야 함. 특히, 시스템인증의 경우, 국내 시스템인증 사례가 전무하므로 국외 사례를 필수적으로 고려하여야 함

가. 시스템인증

○ 시스템인증에서는 시스템이 정상 개발되었는지를 확인하기 위하여, 시스템이 개발 절차에 따라 개발되었는지, 목표하는 요구사항을 만족하는지를 검사

※ 시스템 : ARP 4754의 시스템 정의에 따르면 시스템이란 특정 기능을 수행하기 위해 배열된 내부 관련 아이템들(items)의 조합(combination)을 의미하며, 여기서 아이템이란 구분되고 명확한 인터페이스를 가진 하드웨어 또는 소프트웨어를 말함. 즉, 시스템이란 SBAS를 구성하는 모든 소프트웨어 및 하드웨어를 모두 포함함

○ 개발 완료된 시스템의 성능 및 품질 검사뿐만 아니라 개발 과정에 대한 검사도 수행

※ 안전성 및 신뢰성이 필수인 원자력, 무기체계 등 검사 시, 시스템의 성능뿐만 아니라 개발 과정에 대한 보증을 함께 요구하는 것이 일반적임

※ 미국 WAAS, 유럽 EGNOS, 인도 GAGAN 및 일본 MSAS 구축 사례에서도 시스템 성능 검사와 개발 과정 검사를 모두 수행하였음

○ 시스템 무결성 보장을 통한 시스템 안전성 확보가 중요하므로, 개발 전 단계에서 시스템 안전성 보증에 대한 검사 수행 필요

※ 미국 WAAS, 유럽 EGNOS, 인도 GAGAN의 경우에도 안전성 보장을 위한 HMI (Hazardously Misleading Information) 분석 및 검사에 많은 시간을 할애함

(1) 시스템 인증기준

○ 시스템 인증기준 개발을 위한 국내외 인증기준 조사·분석 필요

- 국내 항행안전시설(예: ILS) 사례 조사
- 국외 SBAS 시스템인증 사례 조사
  - ▸ 미국 WAAS의 인증기준은 유럽 EGNOS의 인증기준보다 자세히 정의되어 있으며, 인도 GAGAN 및 일본 MSAS의 인증기준은 미국의 인증기준과 유사함

○ 국내 시스템인증 관련 규정

- 항공법
  - ▸ 제80조의 2(항행안전시설의 성능적합증명)
  - ▸ 제88조(명령에의 위임)
- 항공법 시행규칙
  - ▸ 제225조(항행안전시설의 설치 및 기술기준)
  - ▸ 제245조의2(항행안전시설 성능적합증명의 신청)
  - ▸ 제245조의3(성능적합증명을 위한 검사)
  - ▸ 제245조의4(성능적합증명서의 발급 등) 등
- 국토교통부 고시 제2013-736호 항행안전무선시설의 설치 및 기술기준
- 국토교통부 고시 제2013-145호 항행안전시설 성능적합증명 검사기관 지정절차 등의 규정

○ 미국 WAAS 시스템 인증기준

- 미국 법 및 규정
  - ▸ U.S. CFR(Code of Federal Regulations)14, Part 170 Establishment And Discontinuance Criteria For Air Traffic Control Services And Navigational Facilities
  - ▸ AC 25.1309-1A, “System Design and Anlysis”, 1988
  - ▸ TSO C145a, “Airborne Navigation Sensors Using the Global Positioning System

(GPS) Augmented by the Wide Area Augmentation System (WAAS)"

- TSO C146a, "Stand-Alone Airborne Navigation Equipment Using the Global Positioning System (GPS) Augmented by the Wide Area Augmentation System (WAAS)"
- FAA Order 1370.82, Information Systems Security Program
- FAA Order 9550.8A Human Factors Policy

※ AC 25.1309-1A의 최신버전은 E이며 2011년 개정되었음
TSO C145a 및 TSO C146a의 최신버전은 c이며 2008년 개정되었음

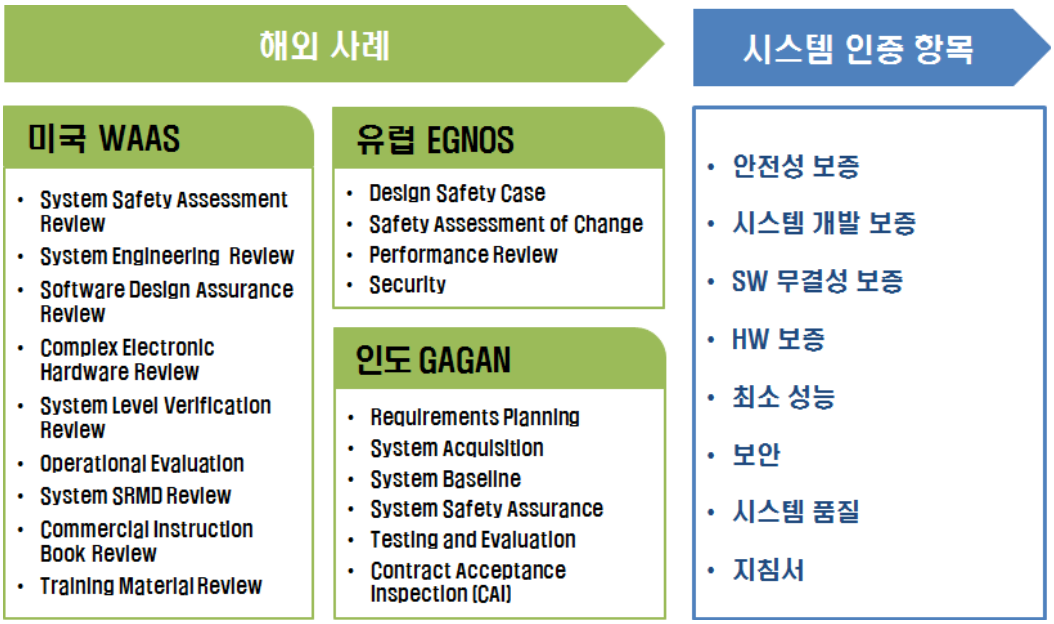
- WAAS 관련 문서 및 표준

- FAA-E-2976, Wide Area Augmentation System Procurement Specification, September 29, 2004
- FAA DTFA01-96-C-00025, Statement Of Work(SOW) Wide Area Augmentation System(WAAS) Full LPV Performance Version 11, September 29, 2004
- FAA-G-2100G, Electronic Equipment, General Requirements
- MIL-STD-882, DoD Standard Practice System Safety
- MIL-STD-1521B, Technical Reviews and Audits for Systems, Equipments, and Computer Software
- RTCA/DO-178B, Software Considerations in Airborne Systems and Equipment Certification
- RTCA/DO-229C, Minimum Operational Performance Standards (MOPS) for Global Positioning System/Wide Area Augmentation System Airborne Equipment
- RTCA/DO-254, Design Assurance Guidance for Airborne Electronic Hardware
- SAE./ARP-4754, Guidelines for Development of Civil Aircraft and Systems
- SAE./ARP-4761, Guidelines and Methods for Conducting the Safety Assessment Process on Civil Airborne Systems and Equipment

※ 현재 소프트웨어 관련 표준으로, 항공기용 표준인 RTCA/DO-178 표준과는 별도로 지상 시스템에 적용되는 RTCA/DO-278A 표준이 존재하지만, 미국 WAAS 개발 당시에는 지상 시스템에 적용되는 DO-278 표준이 존재하지 않았음

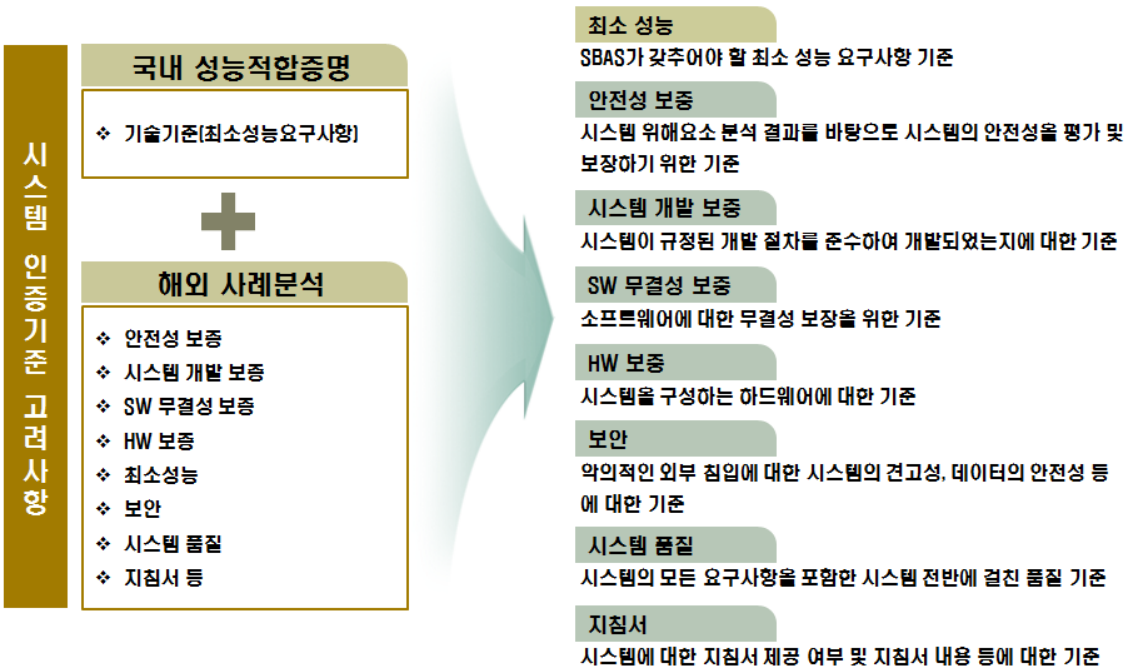
○ 국내법에 따른 시스템인증의 기준은 곧 성능적합증명의 기술기준이며, 성능적합증명 기술기준은 『항행안전무선시설의 설치 및 기술기준』 제3조(설치 및 기술기준 등)에 정의되어 있음. 이는 ICAO Annex 10에 기술된 SBAS 최소 성능 요구사항과 동일함

○ 미국 WAAS, 유럽 EGNOS 및 인도 GAGAN 인증 시 수행하였던 검사항목을 분석하여, 시스템 검증을 위해 필요한 시스템 인증 항목을 아래와 같이 도출하였음



〈그림 2.2-1〉 국외사례 조사·분석을 통해 도출한 시스템 인증 항목

○ 국내 시스템 인증기준 개발 시, 국내 성능적합증명의 기술기준뿐만 아니라 국외 SBAS 인증 사례를 통해 분석된 시스템 인증 항목을 모두 고려하여야 함



〈그림 2.2-2〉 시스템 인증기준 고려사항

- 안전성 보증: 시스템 위해요소 분석 결과를 바탕으로 시스템의 안전성을 평가 및 보장하기 위한 기준

▸ 미국 WAAS의 경우, SAE/ARP-4761(Guidelines and Methods for Conducting the Safety Assessment Process on Civil Airborne Systems and Equipment) 표준 및 MIL-STD-882(DoD Standard Practice System Safety) 표준을 적용하였음

- 시스템 개발 보증: 시스템이 규정된 개발 절차를 준수하여 개발되었는지에 대한 기준
  - ▸ 미국 WAAS의 경우, SAE/ARP-4754A(Guidelines for Development of Civil Aircraft and Systems) 표준을 따름
- SW 무결성 보증: SBAS의 대부분을 차지하고 있는 소프트웨어에 대한 무결성 보장을 위한 기준
  - ▸ 미국 WAAS, 인도 GAGAN의 경우, RTCA/DO-178B(Software Considerations in Airborne Systems and Equipment Certification) 표준을 적용하였음
  - ▸ 미국 WAAS 및 인도 GAGAN 개발 시작 이후, Non-Airborne을 대상으로 RTCA/DO-278A(Software Integrity Assurance Considerations for Communication, Navigation, Surveillance and Air Traffic Management (CNS/ATM) System)표준이 제정됨
- HW 보증: 시스템을 구성하는 하드웨어에 대한 기준
  - ▸ 미국 WAAS의 경우, FAA 표준인 FAA-G-2100G(Electronic Equipment, General Requirements)를 적용하였으며, WAAS receiver에 대해서는 RTCA/DO-254(Design Assurance Guidance for Airborne Electronic Hardware) 표준을 추가 적용함
  - ▸ 유럽 EGNOS의 경우, ECSS 표준인 ECSS-Q-ST-60-02C(ASIC and FPGA development)를 적용하였음
  - ▸ RTCA 기관의 표준 중 하드웨어 관련 표준으로 DO-254(Design Assurance Guidance for Airborne Electronic Hardware)가 있음. RTCA/DO-254는 항공기 장착 하드웨어의 표준으로 2000년 4월 제정된 이후 현재까지 위성 수신기 등의 지상시스템에 실 적용된 사례는 없음
- 최소 성능: SBAS가 갖추어야 할 최소 성능 요구사항 기준으로 국제민간항공기구(ICAO)가 제정한 제10부속서에 제시
  - ▸ 미국 WAAS의 경우, ICAO Annex 10 및 RTCA/DO-229를 적용함
  - ▸ 유럽 EGNOS의 경우, ICAO Annex 10 및 RTCA/DO-229를 적용함
  - ▸ 현행 법 상 명시된 SBAS의 기술기준은 ICAO Annex 10 내용과 동일함
    - ※ 국토해양부 고시 제2013-736호 “항행안전무선시설의 설치 및 기술기준”의 “제3조(설치 및 기슬기준 등)” 참조
- 보안: 악의적인 외부 침입에 대한 시스템의 견고성, 데이터의 안전성 등에 대한 기준으로, 아래와 같은 세부항목이 고려되어야 함
  - ▸ 접근제어: 시설 구성 요소별 목적 및 중요도에 따라 접근통제 영역 및 범위, 접근통제 규칙 및 방법 등을 포함한 접근통제 정책이 수립되고, 이에 따라 비인가 접근이 통제되어야 함
  - ▸ 감사기록: 접근 추적을 위한 감사로그가 기록되어야 함

- ▸ 데이터의 안전한 관리: 중요 데이터의 전송 및 저장 시 암호화 등의 기술을 이용하여 데이터를 안전하게 관리하여야 함
- ▸ 무결성: 중요 데이터의 입출력 및 송수신 시 데이터 위변조 방지 등의 기술을 이용하여 데이터 무결성을 보장하여야 함
- ▸ 침입안전성: 보안 취약성에 대한 노출여부를 점검하고 이에 대한 보안대책을 수립하여야 함

- 시스템 품질: 무결성, 안전성 등에 영향을 미치지는 않지만 시스템의 요구사항으로 정의된 모든 기능(예: 관리 편의를 고려한 부가 기능, 인적요인이 고려되어야 하는 기능)을 포함한 시스템 전반에 걸친 품질 기준
- 지침서: 시스템 사용지침서, 시스템 관련 교육자료 등과 같은 시스템에 대한 지침서가 제공되는지, 그 내용이 적절한지 등에 해당하는 기준

※ SAE/ARP-4761, 4654 및 RTCA/DO-278A에 따르면 '보증(Assurance)'은 "제품 또는 절차가 요구사항을 만족하는지에 대한 충분한 확신과 증거를 제공하기 위한 계획되고 체계적인 행위"를 말하는 것으로 결과뿐만 아니라 절차에 대한 검증이 동반됨

○ 국내 성능적합증명의 기술기준이 최소 성능 요구사항만으로 규정되어 있지만, 최소 성능 요구사항을 보증 및 보완하기 위한 수단으로 안전성 보증, 시스템 개발 보증, SW 무결성 보증, HW 보증, 보안, 시스템 품질, 지침서 등을 검사할 수 있으므로, SBAS 인증기준에 최소 성능 요구사항 이외의 기준을 추가함에 따른 성능적합증명 관련 고시 수정은 불필요함

○ 시스템 인증기준에 따라 개발기관이 검사기관 또는 인증당국에 제출할 인증근거데이터의 예가 시스템 인증기준과 함께 제시되어야 하며, 인증근거데이터에는 아래와 같은 문서가 포함됨

- 인증 계획서
- 개발 계획서
- 설계 기술서
- 확인 계획서(Validation Plan)
- 검증 계획서(Verification Plan)
- 형상 관리 계획서
- 프로세스 보증 계획서
- 형상 인덱스
- 기능적 위험도 평가
- 예비 항공기/시스템 안전성 평가
- 항공기/시스템 안전성 평가

- 공통 원인 분석
- 확인 데이터(Validation Data)
- 검증 데이터(Verification Data)
- 형상 관리 증거
- 프로세스 보증 증거
- 인증 요약/준수(Compliance) 리포트
- 지상·비행성능 시험방법 및 성능시험 결과서 등

(2) 시스템 검사기술

○ 시스템검사를 위해 아래와 같은 검사기술의 확보 필요

- 안전성 분석 및 검사 기술
  - ▸ 안전성 평가 절차
    - ▪ FHA(Functional Hazard Assessment)
    - ▪ PSSA(Pre- liminary System Safety Assessment)
    - ▪ SSA(System Safety Assessment) 등
  - ▸ 안전성 평가 방법
    - ▪ FTA(Fault Tree Analysis)/DD(Dependence Diagram)/MA(Markov Analysis)
    - ▪ FMEA(Failure Modes and Effects Analysis)
    - ▪ FMES(Failure Modes and Effects Summary)
    - ▪ CCA(Common Cause Analysis) 등
- 시스템 개발 검사 기술
  - ▸ 시스템 요구사항 추적 및 검사
  - ▸ 시스템 아키텍처 평가
  - ▸ 시스템 구현 평가
  - ▸ 형상관리 평가
  - ▸ 시스템 시험 절차 및 결과 평가 등
- SW 무결성 검사 기술
  - ▸ 소프트웨어 요구사항 추적 및 검사
  - ▸ 시스템 설계, 구현 및 통합 평가
  - ▸ 형상관리 평가
  - ▸ 소프트웨어 품질보증 평가

- ▸ SW 소스코드 분석 및 검사
- ▸ 테스트케이스 분석 및 테스트커버리지 검사 등

- HW 검사 기술
- 최소 성능 검사 기술
  - ▸ SIS(Signal-in-space) 검사 기술
    - ▪ 무결성(Integrity) 검사 기술
    - ▪ 가용성(Availability) 검사 기술
    - ▪ 정확성(Accuracy) 검사 기술
    - ▪ 연속성(Continuity) 검사 기술
  - ▸ Ranging, 기본차동교정, 정밀차동교정 등 기능 요구사항 검사 기술
  - ▸ 서비스 지역 커버리지 검사 기술
  - ▸ 반송파, 신호 스펙트럼, 신호 출력, 편파, 변조 등 RF 특성 검사 기술
  - ▸ SBAS 네트워크 시간(SNT) 요구사항 검사 기술
  - ▸ 항행 정보 제공 요구사항 검사 기술
- 보안 요구사항 식별 및 평가 기술
  - ▸ 접근제어/감사 요구사항 도출 기술 및 정책 검사 기술
  - ▸ 데이터 암복호화 및 해쉬 검사 기술
  - ▸ 시스템 취약성 분석 및 평가 기술 등
- 국외 표준기관(예: SAE, RTCA, IEEE) 및 국가 규정(예: FAA, EU Regulation)의 시스템 관련 표준 및 규정 분석 및 적용 기술
- 비행 시험(Flight validation) 검증 기술
  - ▸ 비행시험 계획(위치, 장비 및 비행절차 등) 검증 기술
  - ▸ 비행시험 결과 분석 기술
    - ▪ 방향 및 거리 오차 데이터
    - ▪ 신호수신 위성 수 데이터
    - ▪ RAIM(Receiver Autonomous Integrity Monitoring) 데이터
    - ▪ 위성신호 연속성 데이터
    - ▪ 고도 데이터 등
- 성능적합증명 검사 마스터 플랜
- 성능적합증명 검사 수행 기술
- 인적요인(Human Factor) 분석 기술
- GNSS 특성에 대한 기술 등

○ 시스템인증의 인증기준에 항공기 표준이 적용된 경우, 비-항공기인 지상 시스템에 적용하는 것이 적절한지에 대한 추가적인 검토가 필요

○ 기 인증받은 국외 SBAS 컴포넌트 도입 시의 시스템검사 정책 및 검사 방안이 개발되어야 함

- 동일한 표준으로 기 인증된 제품을 도입하는 경우, 추가 검사 수행 여부 및 범위에 대한 연구 필요
- 동일한 표준이나 상이한 버전으로 기 인증된 제품을 도입하는 경우, 검사 수행 여부 및 검사 항목 확인 필요
- 상이한 기준으로 기 인증된 제품을 도입하는 경우, 검사 방안 필요
- 특히, 소프트웨어 표준(RTCA/DO-278A)에 대해 아래와 같은 경우의 검사 방안이 수립되어야 함
  - ▸ RTCA/DO-178B로 인증받은 소프트웨어를 구매한 경우
  - ▸ RTCA/DO-178B로 인증받은 소프트웨어를 구매하여 데이터를 변경(Data Adaptation) 적용한 경우
  - ▸ RTCA/DO-178B로 인증받은 소프트웨어를 일부 수정한 경우

    ※ 인도 GAGAN 및 일본 MSAS의 경우, 인증받은 시스템인 WAAS와 시스템 설계 관점에서의 차이점이 있거나 무결성에 관련된 기능 및 성능에 대해 주요하게 검사함

○ 시스템검사 과정에서 검사 완료한 모듈 또는 기능이 성능 개선 등의 이유로 변경되는 경우의 시스템검사 정책 및 방안이 개발되어야 함

○ 검사기술 개발 및 확보를 위해 국내외 표준 관련 교육, 항공기 인증 기술조사, 국내 전문가 확보 및 활용 등의 계획을 수립해야 함

○ 특히, 국내의 시스템검사 사례가 전무하므로, 시스템검사 기술 확보를 위해 국외 기술을 적극 활용하여야 함

〈표 2.2-1〉 소프트웨어 개발 관련 국외 교육

교육기관	교육명	교육횟수 교육기간 교육비용	주요내용
SAE Int'l	ARP 4754A and the Guidance for Development of Civil Aircraft and Systems	연 2회 2일 $1,455	· ARP4754A Development History · ARP4754 to ARP4754A Change Highlights · Aircraft / Systems Development Process · Integral Processes · Safety Assessment · Development Assurance Level Assignment · Integral Processes · Requirement Management · Implementation Verification · Configuration Management · Process Assurance · Certification / Regulatory Authority Coordination · New Guidance – FDAL & IDAL Examples · Assigning appropriate levels · New Guidance – System Development Objectives · Appendix A Overview · AIR6110 – Example Application
	ARP 4761 and the Safety Assessment Process for Civil Airborne Systems	연 3회 2일 $1,335	· Course Overview · Key Definitions · Introduction and overview of ARP4761 course material · Safety / Development Process · Functional Hazard Assessment (FHA) · Preliminary System Safety Analysis (PSSA) · Fault Tree Analysis (FTA) · Dependency Diagram (DD) · Markov Analysis (MA) · Failure Modes & Effects Analysis (FMEA) · Common Cause Analysis (CCA) · System Safety Analysis (SSA) · Contiguous Example (Appendix L) · Review
ATEGO	ARP-4754A	– 1일 –	· Intro. and overview of ARP-4754A · Relationship with other guidance · Relationship to safety assessment processes · Systems engineering processes and documentation · Architectural considerations and general principals · FDALs, IDALs, and DAL determination · Requirements validation and system verification · Worked examples
	ARP-4761	– 1일 –	· Fundamentals of safety for civil aircraft, systems and equipment · Basics of Reliability Theory · Functional Hazard Assessment · Preliminary System Safety Assessment · System Safety Assessment · Fault Tree Analysis · Markov Analysis · Failure Mode and Effects Analysis · Common Cause Analysis

〈표 2.2-2〉 SW 무결성 검사 관련 국외 교육

교육기관	교육명	교육횟수 교육기간 교육비용	주요내용
RTCA	DO-178C	연 4회 3일 $1,899	· SW Life Cycle · SW Planning Process, SW Development Process · SW Verification Process · SW Configuration Management Process · SW Quality Assurance Process · Certification Liaison and Certification Overview Process · Software Life Cycle Data · Additional Considerations
	Supplements	연 3회 1일 $699	· DO-330, 331, 332, 333
TONEX	DO-178 Training Course	- 4일 $3,999	· Avionic Certifications · Master Plan · SW Plan Development and Certification · SW Development, Design, Coding and Testing Techniques · Programmable HW Plan Development and Certification · SW and Programmable HW V&V · Recommended Templates and Recommendations
ATEGO	DO-178 & DO-254 Certification	연 4회 2일 -	· Avionics Safety and Avionics Project Lifecycle · PSAC and Planning · DO-178 Structural Coverage · DO-254 Element Analysis · Best Proctices · Cost and Risk Reduction · DO-178 and DO-254 Tools and Tool Qualification
	DO-178C Supplements	- 1일 -	· DO-330, 331, 332, 333
AERO- NAUTIQU E	DO-178C /ED-12C Training	- 3일 -	· SW Development and Verification · Tool Qualification
	DO-278A /ED-109A Training	- 3일 -	· SW Development, SW Verification · Supporting Information · Tool Qualification
WIND RIVER	DO-178C Certified Systems Development Essentials	- 3일 -	· System aspects relating to software development · DO-178C software life cycle · Software planning, development, verification, configuration management and certification liaison process · Required software life cycle data · DO-248C Supporting Information · DO-330, 331, 332, 333
FAAConsul tants.com	DO-178C, 278A, 254 Training	-	-

〈표 2.2-3〉 시스템 관련 기타 국외 교육

교육기관	교육명	교육횟수 교육기간 교육비용	주요내용
Airsight	EASA Human factors for Aerodromes	연 1회 1일 £490	· Direct/indirect references and requirements of Human Factors · Human Performances within the new regulatory requirements · Element of Human Factors · Application best-practices · Integration of Human Factor Principles
NTPS	Test Management / Operational Test and Evaluation	연 1회 5일 $2,500	· Test and Evaluation Process · Developmental/Operational Test and Evaluation · T&E Program Planning · Test Criteria and Test Measures · Test Item Configuration Control · Software T&E · Instrumentation/Data Requirements/Resource Planning · Requirements Process · Detailed Specs and Operational Requirements · Modeling and Simulation · Military Certification and FAA Certification · Best Practices
	Communication, Naviation and GPS Flight Testing	연 1회 5일 $2,500	· Basic Navigation · Communications Flight Test · Antenna Patterns · EMI/EMC · Data Links · Radio Aids to Navigation · Position Determinant Systems
	CFR 14 Part 23/25/27/29 Avionics Certification Flight Testing	연 1회 5일 $2,500	· FAA Type Certification History and Process · EASA History and Cert Process · Avionics Software Considerations · Certification Requirements for Complex Systems · Human Factors Principles and Certification · Flight Management Systems · IFR/VFR Certification of GPS · Reduced Vertical Separation Minima
WIND RIVER	Real-Time Programming for Embedded Systems	연 1회 2일 $1,440	· Real-Time Architectures · Review of Real-Time Operating Systems · Requirements Analysis · Partitioning Software into Tasks · Queue Modeling · Inter-task Synchronization · Device I/O Driver Models · Blocking Problems and Their Solutions
	VxWorks 6.X Board Support Package	- 4일 -	· BSP development strategy · Hardware bringup tool · Writing and debugging BSP initialization code · Basic boot loader image · Wind River® Workbench tools

나. 시설 및 운영 인증

○ 시설 및 운영 인증에서는 설치 적합성 검사, 설치 위험관리, 지상점검 이행상태, 성능점검 이행상태 및 비행검사 이행상태 검사 등을 통해 시스템이 정상 설치되었는지를 확인하고, 일정 기간의 시범운영 결과 검사, 운영 및 유지보수 체계 검사 등의 완성검사 항목 점검을 통해 운영 준비가 완료되었는지를 검사

- 시설 설치자가 각 사이트의 설치 요구사항 평가, 최적 위치 선정, 설치환경 평가 등 Site Survey를 통해 사이트 구축 계획(SIP, Site Implementation Plan)을 수립하고, 케이블, 전력 등 사이트 전반적인 설치 준비 후 사이트 구축을 완료하면, 시설 및 운영 검사기관은 각 사이트의 시설물이 적합하게 설치되었는지에 대해 검사 하여야 함
- SBAS 운영자는 일정 기간의 시범운영을 통해 시스템의 성능이 운영에 적합한지를 판단하여야 하며 시설 및 운영 검사기관은 SBAS 운영자가 적절하게 시범운영을 수행하였는지, 시범운영 결과의 적절성 여부에 대해 검사하여야 함
- 시스템이 성공적으로 개발 및 설치된 경우에도 시스템 운영 환경 또는 인적 요인 등의 이유로 시스템이 정상 운영되지 못하는 경우가 발생하므로, 시설 및 운영 검사기관은 운영 개시 이전에 운영에 대한 준비가 갖추어졌는지에 대해 아래의 항목 등을 검사하여야 함
  - ▸ 운영 및 유지보수 절차 등 체계 수립
  - ▸ 각 시설물에 대한 자료, 유지보수 지침서, 예비품 및 측정장비 현장 비치
  - ▸ 운영자 및 유지보수자에 대한 교육 훈련 시행
- 시스템 운영 개시 이후 시스템을 원활하게 운영 및 사용하기 위한 기타 업무(예: 계기비행절차 수립 계획, 항공고시보 발행준비)가 필요하며 이를 검사하여야 함

(1) 시설 및 운영 인증기준

○ 시설 및 운영 인증기준 정의를 위한 국내외 인증기준 사례 조사·분석 필요

- 국내 항행안전시설(예: ILS) 설치 및 운영 사례 조사
- 국외 SBAS 시설 및 운영 인증 관련 사례 조사
  - ▸ 미국 WAAS 시설 및 운영 인증 관련 검사항목, 방법 및 절차 조사
  - ▸ 유럽 EGNOS 시설 및 운영 인증 관련 검사항목, 방법 및 절차 조사

○ 국내 시설 및 운영 인증 관련 규정

- 항공법
  - ▸ 제54조(비행규칙 등)
  - ▸ 제70조(항공교통업무 등)

▸ 제73조(항공정보의 제공 등)

▸ 제75조(비행장 및 항행안전시설의 설치)

▸ 제80조(비행장 및 항행안전시설의 관리 등)

▸ 제88조(명령에의 위임) 등

- 항공법 시행령

▸ 제17조(비행장 등의 설치에 관한 검토)

▸ 제18조(항행안전시설의 설치기준)

▸ 제19조(비행장 및 항행안전시설의 관리검사)

▸ 제63조(권한의 위임·위탁) 등

- 항공법 시행규칙

▸ 제186조(계기 접근 및 출발절차 등)

▸ 제186조의5(계기비행방식 등에 의한 비행·접근·착륙 및 이륙)

▸ 제205조의4(항공교통관제업무의 한정 등)

▸ 제216조(항공정보)

▸ 제224조(항행안전무선시설 등의 설치허가 신청)

▸ 제225조(항행안전시설의 설치 및 기술기준)

▸ 제232조(항행안전무선시설 등 사용 개시 등의 고시) 등

- 국토교통부고시 제2013-736호 항행안전무선시설의 설치 및 기술기준

- 국토교통부고시 제2013-246호 비행절차업무기준

- 국토교통부고시 제2013-333호 항행안전시설 관리 및 운영규정

- 국토교통부고시 제2013-626호 항공교통업무 운영 및 관리규정

- 국토교통부고시 제2013-896호 항행안전시설 비행검사 규정

- 국토교통부고시 제2013-909호 항공정보 및 항공지도 등에 관한 업무기준

- 국토교통부훈령 제118호 항공교통관제업무 운영 및 관리지침

- 국토교통부훈령 제119호 항공교통관제사 교육훈련지침

- 국토교통부훈령 제213호 항공교통관제시설 운용 및 검사 기준

- 국토교통부예규 제50호 비행절차설계요령

- 국토해양부예규 제235호 성능기반항행(PBN) 운용지침 등

○ 미국 WAAS 시설 및 운영 인증기준

- 미국 법 및 규정

▸ U.S. CFR(Code of Federal Regulations)14, Part 170 Establishment And Discontinuance Criteria For Air Traffic Control Services And Navigational

Facilities

- FAA Order 6700.20 Non-Federal Navigational Aids and Air Traffic Control Facilities
- FAA Order 1100.161, Air Traffic Safety Oversight
- FAA Order 1370.82 Information Systems Security Program
- FAA Order 1600.6 Facility Security Policy
- FAA Order JO 1900.4, Flight Inspection Services Continuity of Operations Plan (COOP)
- FAA Order JO 1900.47, Air Traffic Control Operational Contingency Plans
- FAA Order 3000.22 Air Traffic Service Training
- FAA Order JO 3120.4N Air Traffic Technical Training
- FAA Order 3110.16 Air Traffic Supervisory Training
- FAA Order 6000.15, General Maintenance Handbook for Airway Facilities
- FAA Order 6000.30, National Airspace System Maintenance Policy
- FAA Order 6010.7, Joint Acceptance Inspection
- FAA Order JO 7210.3, Facility Operation and Administration
- FAA Order JO 7930.2, Notices to Airmen (NOTAM)
- FAA Order 8000.75, Aviation Safety Inspector En Route Inspection Procedures
- FAA Order 8000.87, Safety Alerts for Operators
- FAA Order 8000.91, Information for Operators
- FAA Order 8200.1, United States Standard Flight Inspection Manual
- FAA Order 8200.34 Flight Procedures Inspector's Handbook
- FAA Order VN 8200.8, Flight Inspection Program Standards
- FAA Order 8240.36, Flight Inspection Report Processing System
- FAA Order 8240.41, Flight Inspection/air Traffic On-Site Coordination Requirements
- FAA Order 8260.19 Flight Procedures and Airspace
- FAA Order 9550.8A Human Factors Policy

- WAAS 관련 문서 및 표준

- FAA-E-2976, Wide Area Augmentation System Procurement Specification, September 29, 2004
- FAA DTFA01-96-C-00025, Statement Of Work(SOW) Wide Area Augmentation System(WAAS) Full LPV Performance Version 11, September 29,

2004

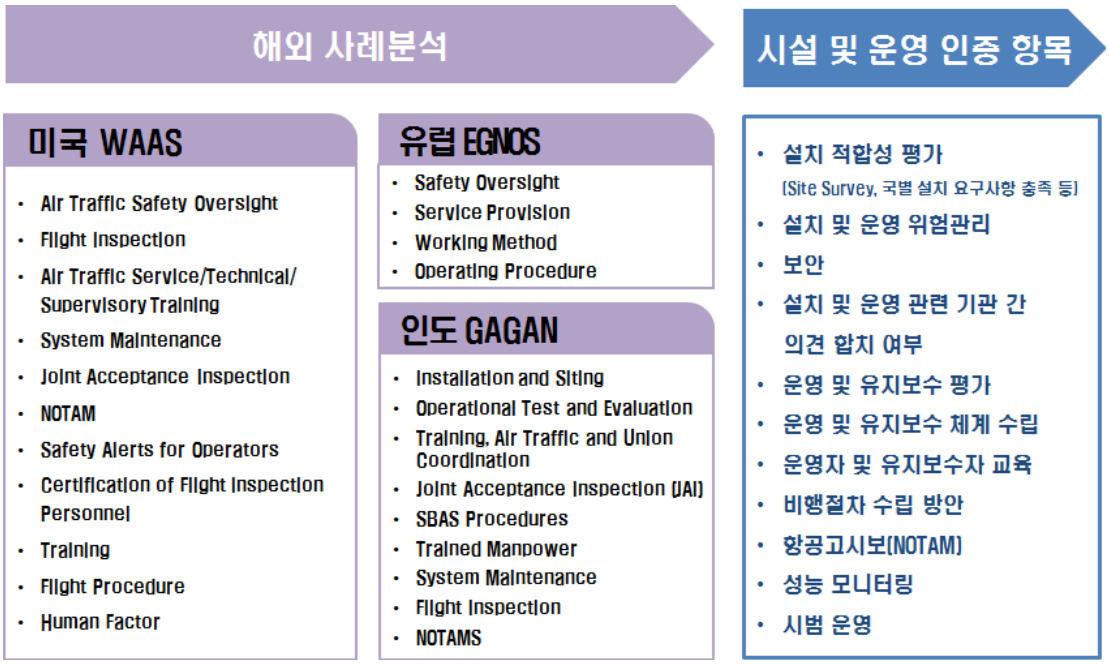
- FAA STD-019e2 Lightning and surge protection, grounding, bonding and shielding requirements for facilities and electronic equipment
- MITRE Technical Report 02W0000059 FAA System Security Testing and Evaluation
- ICAO Doc 8071 Manual on Testing of Radio Navigation Aids. Volume II. Testing of Satellite-based Radio Navigation Systems
- ICAO Doc 7192 Training Manual
- ICAO Doc 9683 Human Factors Training Manual
- ICAO Cir 241 Human Factors Digest No 8 - Human Factors in Air Traffic Control

○ 국내법에 따른 시설 및 운영 인증 기준은 완성검사이며, 완성검사 시 아래의 항목을 검사

- 1. 기술요원 교육훈련 이행상태
- 2. 각종 치침서의 보유 및 관리상태
- 3. 각종 일지 등 확보상태
- 4. 예비품 및 측정장비 확보상태
- 5. 예방점검계획 수립 및 이행상태
- 6. 품질관리계획 수립·이행상태
- 7. 지상점검 이행상태
- 8. 성능확인점검 이행상태
- 9. 비행검사 이행상태
- 10, 무선국 허가증 및 준공필증 비치상태
- 11. 당초 설치(변경) 허가 시 설계도서와 준공도서와의 일치여부
- 12. 기타 항행시설의 적정한 관리 및 성능확보를 위하여 필요한 사항

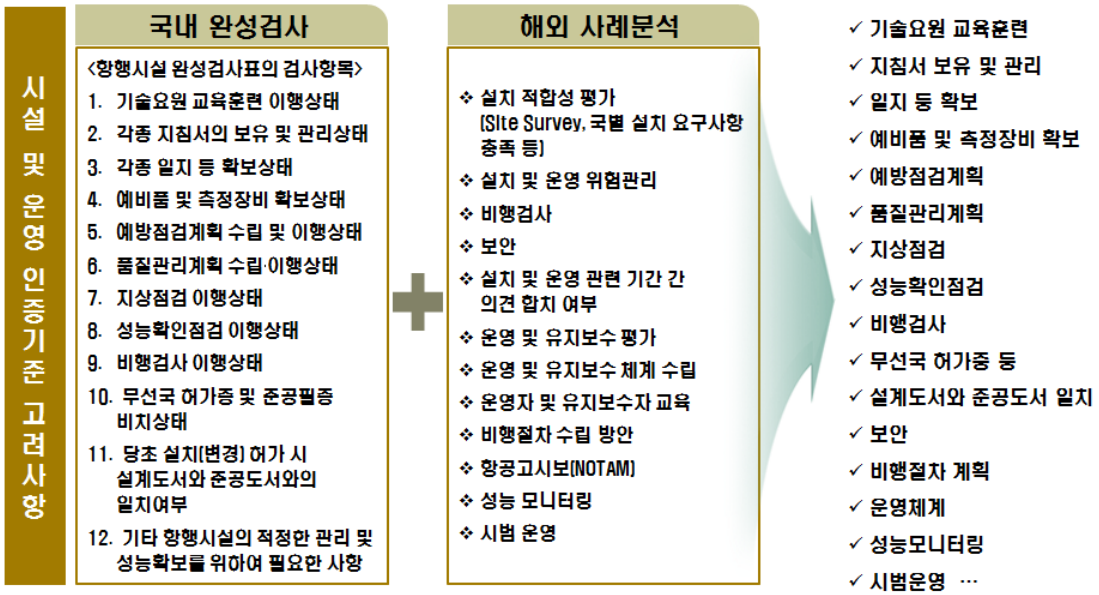
※ 완성검사가 아닌 운용개시검사 시에는 완성검사 항목의 10번(무선국 허가증 및 준공필증 비치상태) 및 11번(당초 설치(변경) 허가 시 설계도서와 준공도서와의 일치여부) 항목을 수행하지 않음

○ 미국 WAAS, 유럽 EGNOS 및 인도 GAGAN 인증 시 수행하였던 검사항목을 분석하여, 시설 및 운영 검증을 위해 필요한 시설 및 운영 인증 항목을 아래와 같이 도출하였음



〈그림 2.2-3〉 국외사례 조사분석을 통해 도출한 시설 및 운영 인증 항목

○ 국내 시설 및 운영 인증기준 개발 시, 국내 완성검사의 검사항목뿐만 아니라 국외 SBAS 인증 사례를 통해 분석된 시설 및 운영 인증 항목을 모두 고려하여야 함



〈그림 2.2-4〉 시설 및 운영 인증 기준 고려사항

- 기술요원 교육훈련 : 운영자 및 유지보수자에 대한 교육 계획, 교육 이수를 통한 운영자 및 유지보수자의 자격 확보 등에 대한 기준
- 지침서 보유 및 관리 : 시설별 기본 자료(예: 시설 제원, 기술성능기록부) 및 각종 유지보수 지침서 보유 및 관리상태
- 각종 일지 등 확보 : 유지보수일지, 성능점검일지, 시설 운용중지 및 항공고시보 발

행 기록일지, 장애기록부 등의 일지 보유 및 기록

- ▸ 예비품 및 측정장비 확보 ; 예비품 및 측정장비의 확보 및 적절한 공간에 비치되었는지에 대한 기준
- ▸ 품질관리계획 : 설치 전 과정 걸친 품질관리계획 수립 및 시행
- ▸ 비행검사: 비행검사 이행상태, 비행검사 결과의 적정성 등
- ▸ 보안: 물리적 보안(예: 출입통제, 열람제한), 네트워크 및 데이터 보안 등
- ▸ 비행절차 수립 계획: 비행절차 수립 계획 및 방안을 보유하고 있는지에 대한 기준
- ▸ 운영 및 유지보수 체계 : 시스템을 운영 및 유지보수하기 위한 체계를 구축하고 있는지, 체계에 따라 업무가 수행되고 있는지에 대한 기준
- ▸ 성능 모니터링 : 시설 운영개시 이후 지속적으로 수행되어야 하는 성능 모니터링 시스템이 구축되었고 정상 동작하는지, 성능 모니터링 체계(예: 성능 저하시의 보고체계)가 적절한지에 대한 기준
- ▸ 시범운영: 운영기관이 일정기간 동안 시범운영하여 시스템 성능을 확인하였는지에 대한 기준
- ▸ 설치 적합성 평가: 지역 조사(Site Survey), 국(Station)별 설치 요구사항 충족 등
- ▸ 설치 및 운영 위험관리: 설치된 지역 및 운영 환경의 위험요소 식별 및 관리 등
- ▸ 시설 설치 및 운영 관련 기관들 간의 의견 합치 여부
- ▸ 항공고시보: 항공고시보(NOTAM) 발행 준비가 되었는지에 대한 기준
- ▸ 사용자(예: ATC) 교육: 사용자 교육방안이 마련되었는지에 대한 기준

○ 국내 완성검사의 검사항목이 고시에 규정되어 있지만, 보안, 비행절차 수립 방안, 항공고시보 발행준비, 성능 모니터링, 시범운영 등의 시설 및 운영 인증기준 보완 항목은 완성검사의 12번 검사항목(.기타 항행시설의 적정한 관리 및 성능확보를 위하여 필요한 사항)에 포함하여 검사 가능하므로, SBAS 시설 및 운영 인증기준 보완에 따른 완성검사 관련 고시 수정은 불필요함

○ 시설 및 운영 인증기준에 따라 시스템 설치 기관과 운영 기관이 검사기관 또는 인증당국에 제출할 인증근거데이터의 예가 시설 및 운영 인증기준과 함께 제시되어야 하며, 인증근거데이터에는 아래와 같은 문서가 포함됨

- 지역 조사(Site Survey) 결과서
- 시설별 설치 요구사항 명세서
- 설치 결과서(설치 후 정상 설치 확인시험 결과 포함)
- 설치 위험관리 분석서
- 보안 분석서 등
- 비행검사 결과서

- 운영 매뉴얼
- 유지보수 매뉴얼(유지보수 교범)
- 운영자 교육 수행 이력
- 유지보수자 교육 수행 이력
- 운영 및 유지보수 수행 이력(예: 유지보수일지, 성능점검일지)
- 비행절차 계획서
- 시범운영 결과서 등

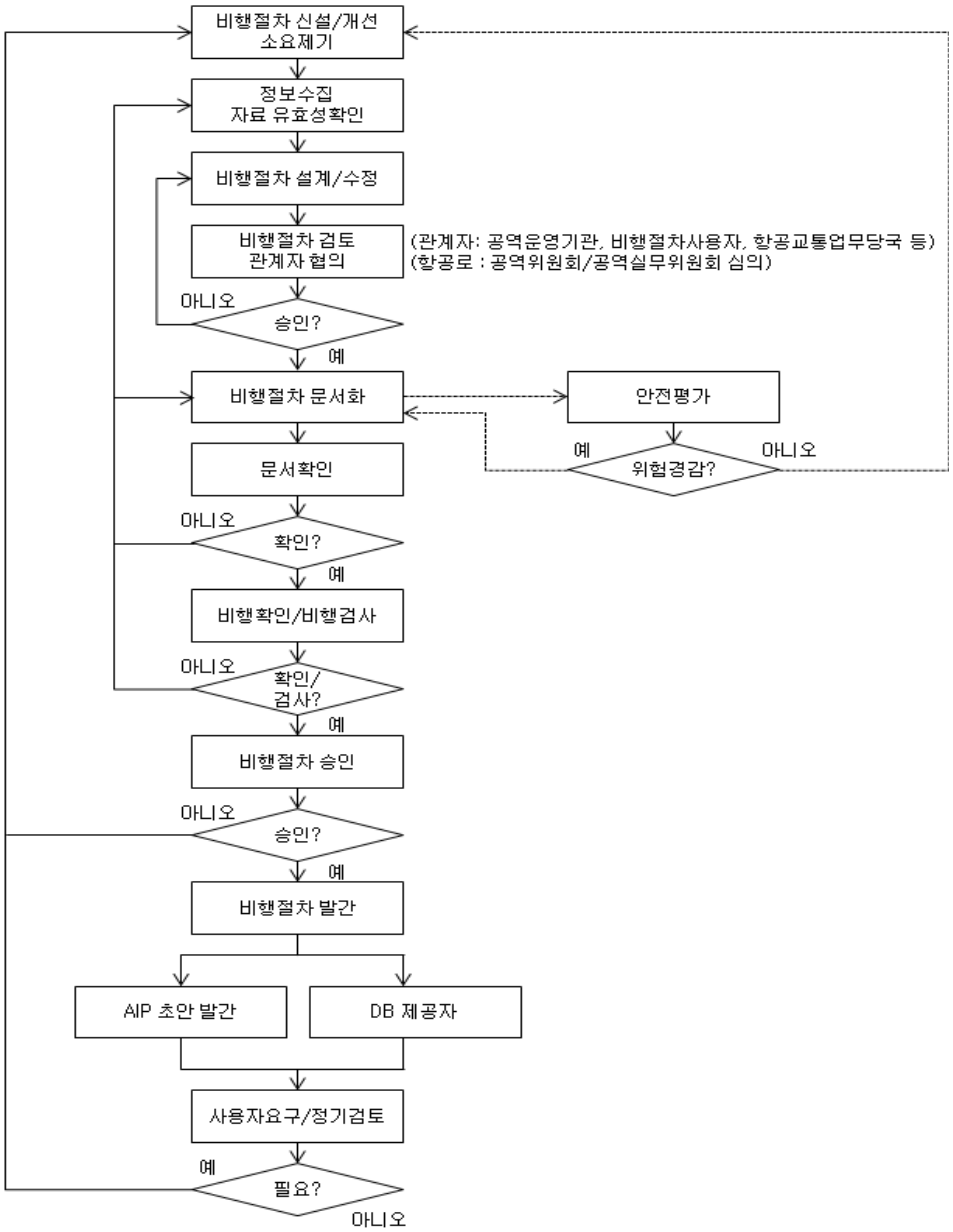
(2) 시설 및 운영 검사기술

○ 시설 및 운영 검사를 위해 아래와 같은 검사기술의 확보 필요

- 사이트 적합 여부 평가 기술
- 설치 요구사항 충족여부 검사 및 평가 기술
- 설치 환경별 위험요소 평가 기술
- 보안 평가 기술 등
- 운영 및 유지보수 체계 평가 기술
  - ▸ 운영 및 유지보수 매뉴얼에 필수 정의되어야 하는 항목
  - ▸ 운영자 및 유지보수자 교육 적절성 평가
  - ▸ 운영 및 유지보수 수행 이력 평가를 위한 체크리스트
  - ▸ 기록 유지상태 평가: SBAS는 최소 14일 이상의 기록을 보관하여야 함
  - ▸ 정기점검 수행 이력 평가: SBAS 운영기관은 예방점검 및 성능확인 점검 등 지상점검을 정기적으로 실시하고, 정기적인 비행검사를 수검받아야 함
- 운영 환경별 위험요소 평가 기술
- 비행절차 계획 평가 기술
  - ▸ 국토교통부 고시 제2013-246호 「비행절차업무기준」 제4조(정의)에 따르면, “비행절차”란 항공기가 장애물 등으로부터 안전을 확보하여 계기비행을 할 수 있도록 설정한 일련의 기동방식이며, 계기접근절차, 표준계기출발절차, 표준계기도착절차, 항공로, 체공절차를 포함함
    - ※ 제4조(정의)에 따르면, APV-I급 SBAS의 계기접근절차(Instrument Approach Procedure)는 수직유도정보가 제공되는 접근절차(Approach procedure with vertical guidance. APV)에 해당됨
  - ▸ 비행절차는 계기비행 대상 항공기의 경로에 대한 Track Guidance를 제공하고 지상 장애물에 대한 일정수준 이상의 최소 거리(MOC = Minimum Obstacle Clearance)를 보장하여 항공기가 안전하게 운항할 수 있게 함

- 서울 및 부산지방항공청은 관할 범위 내 공항의 표준계기 출발, 도착 및 접근절차의 계획, 설계, 고시 및 유지관리를 담당함
- 항공교통센터는 항공로의 계획, 설계, 고시 및 유지관리를 담당함
- 비행장(공항) 설치자는 해당 공항의 표준계기 출발, 도착 및 접근절차의 계획, 설계 및 유지관리를 담당함
- 비행절차업무담당자는 지정된 비행절차업무처리과정에 따라 업무를 수행하며, 「비행절차설계요령」(국토교통부 예규) 및 ICAO 최신 규정에 따라 비행절차를 설계하고, 검토, 안전평가 및 비행검사 등을 통한 검증 후 국토교통부장관의 승인을 받아야 함

  ※ 비행절차 안전평가는 「항공교통안전관리시스템 운영매뉴얼」(국토교통부 훈령) 또는 「비행절차설계 품질관리요령」(국토교통부 예규)에 따름



〈그림 2.2-5〉 비행절차 업무처리과정

- 성능 모니터링 평가 기술

▸ SBAS 운영기관은 SBAS 성능을 감시하기 위한 원격감시장치 또는 원격감시조정장치를 설치하고 운용하여야 함

▸ 구축된 성능 모니터링 시스템의 적합여부 및 일정기간의 성능 모니터링 시스템 운영 결과에 대한 검사를 통해 지속적 운영 가능여부를 확인하여야 함. 이 때, 성능모니터링 운영 결과에 대한 검사 기준, 최소 성능 모니터링 기간에 대한 기준 등이 고려되어야 함

- 항공고시보 발행 준비 평가 기술

▸ 국토교통부 고시 제2013-909호 「항공정보 및 항공지도 등에 관한 업무기준」 제2조(용어의 정의)에 따르면, “항공고시보(NOTAM)”란 항공관련시설, 업무, 절차 또는 장애요소, 항공기 운항관련자가 필수적으로 적시에 알아야 할 지식 등의 신설, 상태 또는 변경과 관련된 정보를 포함하는 통신수단을 통해 배포되는 공고문임

▸ 항공교통센터장이 항공고시보 발행과 관련하여 세부기준을 수립하여야 하며, 항공정보업무기관이 국제민간항공기구(ICAO) 통신절차에 관한 규정을 준수하여 항공고시보를 작성하고 발행 및 배포함

※ 항공고시보는 신속한 전송 및 해석상의 오류 방지를 위해 국제민간항공기구(ICAO)가 제정한 제15부속서 항공정보업무(Aeronautical Information Services) 지침에 따라 작성 및 배포함

▸ 항공고시보 발행 대상 : 비행장 또는 활주로의 설치, 폐쇄, 운용상 중요한 변경, 항공업무의 신설, 폐지, 운영상 중요한 변경, 무선항행과 공지통신업무의 운영성능의 중요한 변경 등

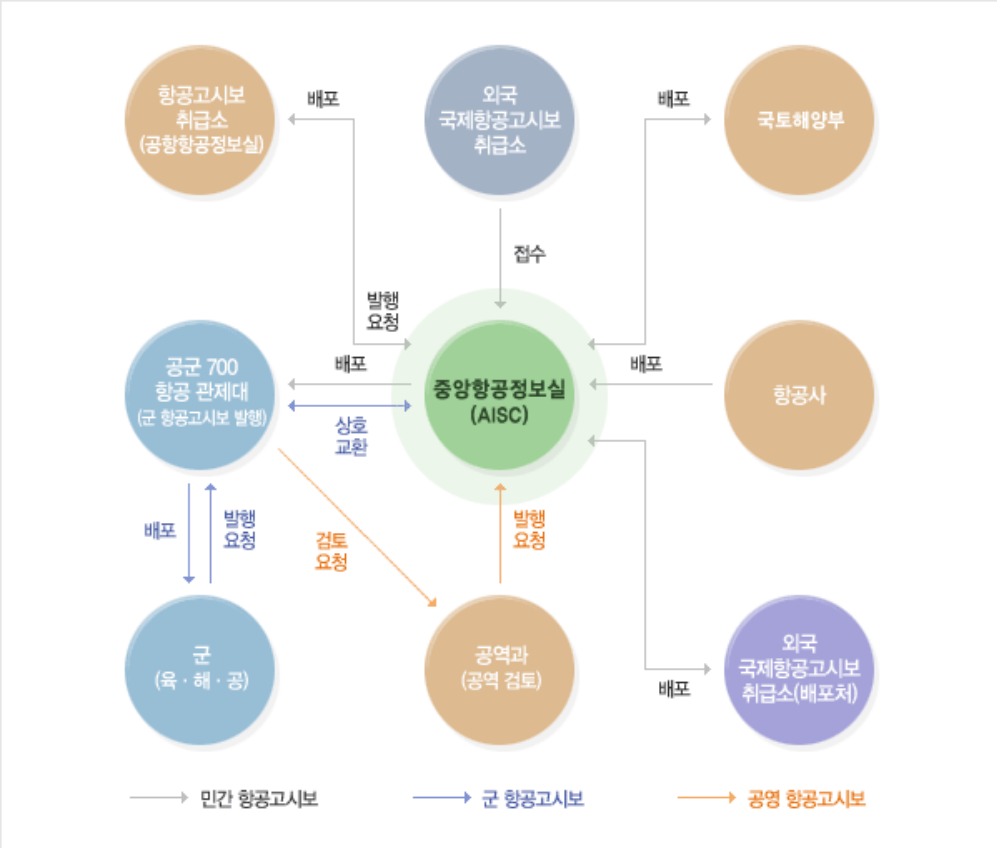
▸ 항공정보업무기관은 항공고시보를 가능한 한 항공고정통신망(AFTN) 등을 이용한 항공고정통신업무(AFS)를 이용하여 배포함

▸ 항공정보업무기관은 「항공법」 제73조 및 같은 법 시행령 제63조와 「행정권한의 위임 및 위탁에 관한 규정」 제54조에 따라 항공자료 및 항공정보를 제공하는 기관임

※ 항공정보업무기관 : 지방항공청, 항공교통센터, 김포·제주항공관리사무소, 공항출장소, ㈜대한항공(운항훈련원), 한국항공진흥협회

▸ NOTAM은 크게 NOTAM-D(Distant), NOTAM-L(Local), FDC-NOTAM (Flight Data Center NOTAM)으로 구분되어 발행되며, 이외 특정사항 시 별도 발행 됨

▸ NOTAM은 민간, 군, 공영 항공에 따라 서로 다른 절차를 거쳐 처리되며 다음과 같이 표현됨



〈그림 2.2-6〉 항공고시보 처리흐름도 (항공교통센터, 2013)

- 시범운영
  - ▸ SBAS를 실제 운영할 운영자에 의한 시범운영이 일정기간 수행되어야 하며, 이를 평가하기 위한 기준, 절차 및 방법이 마련되어야 함
- 사용자 교육 평가 기술
  - ▸ 항공교통관제·파일럿 교육 계획 점검 시, 현행 항공교통관제·파일럿 교육 계획, 프로그램, 절차 등을 조사하여 점검 기준 개발
  - ▸ SBAS 서비스 사용자(예: 항공교통관제, 파일럿 등)의 교육 계획이 수립되어야 함

○ 시설 및 운영검사 수행 방안이 마련되어야 함

- 시설 설치 일정에 따른 효율적인 시설검사 수행 계획 및 방안
- 시설검사 과정에서 검사 완료한 시설이 성능 개선 등의 이유로 설치 변경되는 경우의 시설검사 정책 및 방안
- 운영기관의 운영준비 일정에 따른 효율적인 운영검사 수행 계획 및 방안

3. APV-I급 SBAS 인증을 위한 국외 기술협력 추진체계 구성방안

○ APV-I급 SBAS 인증을 위한 인증 주체, 검사·인증절차, 인증 사후관리 및 법제도 개선 방안 등의 인증체계 개발 방안 제시

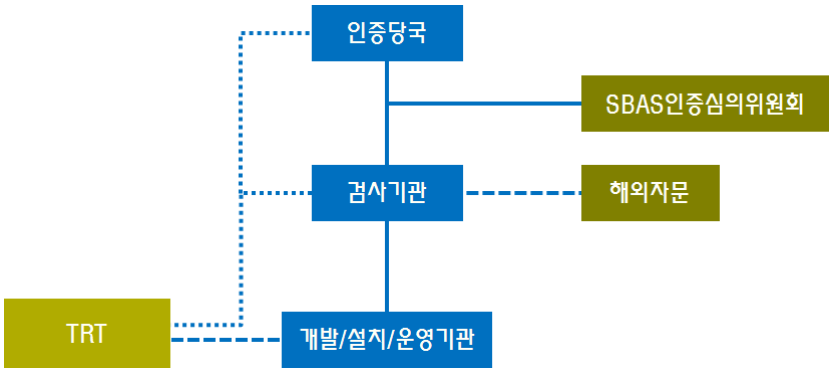
- 인증 주체
  - ▸ 인증당국, SBAS인증심의위원회, 검사기관, 개발기관, 설치기관, 운영기관 및 TRT 등의 인증 주체별 역할 및 구성방안
- 검사·인증절차
  - ▸ 시스템, 시설 및 운영 분야에 대한 검사·인증 절차 방안
- 인증 사후관리
  - ▸ SBAS 성능 유지 관리 및 검사방안
  - ▸ SBAS 시스템 변경 적용 및 관리방안
- 법제도 개선
  - ▸ 인증절차 관련 법제도 개선방안
  - ▸ 검사·인증기관 선정 관련 법제도 개선방안
  - ▸ 인증 사후관리 관련 법제도 개선방안

가. 인증주체

○ SBAS 인증 주체는 인증당국, SBAS인증심의위원회, 검사기관, 개발기관, 설치기관, 운영기관 및 TRT 등이 있음

- 인증당국은 SBAS인증심의위원회를 구성·운영하고 심의 결과를 검토하며 인증 부여
- SBAS인증심의위원회는 인증기준과 인증계획을 검토 및 심의하며, 인증근거자료 심의
- 검사기관은 개발측면에서 개발단계별 인증근거자료를 검토하고 인증기준에 맞게 시스템이 구현 되었는지, 정상 동작하는지 등을 검사하며, 설치 및 운영 측면에서 인증근거자료를 검토하고 설치가 적합한지, 운영 준비가 완료되었는지 등 검사
- 개발기관은 시스템 측면에서 인증을 계획하고, 시스템이 인증기준을 만족함을 증명하기 위해 시스템을 검증하고 인증근거자료를 작성하여 제출
- 설치기관은 시스템의 실 운영을 위해 시스템이 정상적으로 설치되었는지의 측면에서 인증을 계획하고, 설치된 시설물이 인증기준을 만족함을 증명하기 위해 설치 확인시험을 수행하고 인증근거자료를 작성하여 제출
- 운영기관은 시설물이 정상적으로 운영되기 위한 준비가 완료되었는지의 측면에서 인증을 계획하고, 정상 설치된 시설물이 인증기준을 만족함을 증명하기 위해 성능 확인시험 등을 수행하고 인증근거자료를 작성하여 제출

- TRT(Technical Review Team)는 SBAS 개발 및 구축 과정에서 주요 기술적 이슈에 대한 검토 수행
- 국외자문기관은 SBAS 인증, 검사 또는 개발/구축 경험을 바탕으로, 개발, 구축 및 운영 과정에서의 검사 및 인증 관련 자문 수행



〈그림 2.2-7〉 SBAS 인증 주체 간 관계

(1) 인증주체

○ 인증당국

- 시스템, 설치, 운영의 주요 이슈 확인 및 인증 Follow up을 위한 TRT 참여
- 인증위원회 구성 및 운영
- 인증기준 및 인증계획 승인
- SBAS 인증 부여

○ SBAS인증심의위원회

- 인증기준 및 인증계획 심의
- 시스템, 시설 및 운영 검사보고서 및 인증근거자료 검토
- 인증 심의

○ 검사기관

- 인증체계 구축
  - ▸ 시스템, 시설 및 운영 인증기준 개발
  - ▸ 시스템, 시설 및 운영 인증절차 개발
  - ▸ 인증기준별 검사 수행을 위한 검사기술 연구
  - ▸ 법제도 개선안 도출
- 검사 수행
  - ▸ 개발기관이 작성한 인증계획서 검토
  - ▸ 검사계획 수립

- ▸ 개발단계별 인증근거자료 검토
- ▸ 성능적합증명 수행
- ▸ 비행검증 결과 검사
- ▸ 시설 및 운영 관련 인증근거자료 검토
- ▸ 설치적합성, 품질관리, 안전관리, 지상점검, 성능점검 및 비행검사 이행상태 적절성 여부 검사

  ※ 국내법에 따른 비행검사는 국토교통부 산하 비행점검센터의 고유 업무로, 시설 및 운영 검사기관이 수행하는 업무가 아니며, 시설 및 운영 검사기관은 비행검사 이행결과에 대한 적절성만 검토함. 단, 비행검사 시의 시스템 성능 확인을 위해 비행점검센터와 협의하여 비행검사 시 참관할 수 있음
- ▸ 시스템 관리, 유지보수, 예방점검, 시범운영 및 운영준비 등의 적절성 여부 검사
- ▸ 주요 기술 이슈 확인 등을 위한 TRT 참여
- ▸ 검사보고서 작성

○ 개발기관

- 시스템인증을 위한 인증계획서 작성
- 시스템 개발 및 시스템 개발 검증을 위한 시험 수행

  ※ 시스템 시험 시 비행검증(Flight validation)을 포함하여야 하며, 비행검증 사전에 비행검증을 위한 비행절차를 개발하여야 함
- SBAS 개발 및 개발단계별 인증근거자료 작성

○ 설치기관

- 시설 및 운영 인증을 위한 인증계획서(설치 관련 인증계획) 작성
- 설치 후 설치확인시험 수행
- SBAS 설치 및 설치단계별 인증근거자료 작성

○ 운영기관

- 시설 및 운영 인증을 위한 인증계획서(운영 관련 인증계획) 작성
- 시스템의 운영준비 확인을 위한 OT&E 수행
- SBAS 운영준비 관련 인증근거자료 작성

○ TRT(Technical Review Team)

- 개발, 설치 및 운영 관련 기술적 주요 이슈에 대한 정기적인(예 : 분기별 1회) 검토
  - ▸ HMI(Hazardously Misleading Information), Integrity 등 주요 개발 이슈
  - ▸ 설치적합성, 시범운영 결과, 인적 요인 등 주요 설치 및 운영 이슈 등SBAS 인증 관련 국외 협력 방안

○ 국외자문

- SBAS 인증 총괄 계획 수립 지원
- SIS(Signal-in-Space) 검증 관련 기술적 이슈 해결
- 소프트웨어 및 시스템 안전성 검증 지원

※ K-SBAS 인증 사업의 일정지연 및 비용상승 등의 위험을 회피하고 K-SBAS 인증에 대한 국제적 수준의 신뢰성 및 객관성을 확보하기 위해서는 SBAS를 인증을 수행한 경험이 있는 국외자문(기관)과의 협력 필수

(2) 주체 구성 방안

○ 인증당국

- ICAO는 체약 국가가 SARPs를 준수하도록 권고하고 있으나, SBAS 인증 권한은 해당 국가에 위임하고 있음
- 미국 WAAS 사례의 경우에는 항공수송의 안전유지를 담당하는 정부기관인 미국연방항공국(FAA)이, 일본 MSAS 사례의 경우에는 교통성 산하 일본국토교통성항공국(JCAB)이, 인도 GAGAN 사례의 경우에는 민간항공에 대한 정부 규제기관인 민간항공국(DGCA)이 인증당국으로서의 역할을 수행하였음

※ 유럽 EGNOS 사례의 경우에는 유럽 민간항공 안전분야의 규제와 집행을 담당하는 유럽항공안전국(EASA)이 인증을 담당함

- 인증당국으로서의 역할은 국토의 체계적인 개발과 보존, 교통물류체계 구축 등의 사무를 관장하는 국토교통부가 수행하는 것이 타당함
- 인증 담당자는 최소 3인으로, 역할은 아래와 같음

▸ 총괄관리 1인, 시스템검사 관리 1인, 시설 및 운영검사 관리 1인

〈표 2.2-4〉 인증당국의 인증담당자별 주요 업무

역할 구분	주요업무
총괄관리	• 시스템 및 시설/운영 검사 총괄 • SBAS인증심의위원회 구성 및 운영 • 인증 부여 업무 등
시스템검사 관리	• 시스템 인증기준 승인 업무 • 시스템 인증계획 및 검사계획 승인 업무 • TRT 참여 • 기타 시스템검사 관련 업무
시설 및 운영검사 관리	• 시설 및 운영 인증기준 승인 업무 • 시설 및 운영 인증계획 및 검사계획 승인 업무 • TRT 참여 • 기타 시설 및 운영 검사 관련 업무

○ SBAS인증심의위원회

- SBAS인증심의위원회에서는 인증기준 심의, 인증계획 및 검사계획 심의, 인증결과 승인 등 인증과 관련된 최종 검토를 수행하므로, 인증당국과 본 사업에 직접적으로 참여하지 않는 산학연 전문가로 구성
- SBAS인증심의위원회 구성원은 아래와 같음
  - ▸ 인증당국
  - ▸ 항행안전시설 및 항공우주 분야 산학연 전문가
  - ▸ 성능적합증명 관련 전문가
  - ▸ 항행안전시설 설치 및 운영 관련 전문가
- SBAS인증심의위원회는 필요 시 아래 전문가의 참여를 요구할 수 있음
  - ▸ 비행시험 조종사
  - ▸ 관리검사관
  - ▸ 관제(ATC) 관계자
  - ▸ 운항검사관(Operations Inspectors) 등

○ 검사기관

- 시스템 검사는 SBAS의 요구사항에 맞게 시스템이 정상 개발되었는지를 충분히 확인하기 위해 성능적합증명 검사를 수행하여야 하므로 다양한 시스템 검사 및 인증 경험이 있는 성능적합증명 검사기관이 수행하는 것이 타당함
- 시설 및 운영 검사는 시스템이 문제없이 설치되었는지, 운영을 위한 제반사항이 준비되었는지를 검사하고, 국내법 체계에 따라 완성검사 항목을 검사할 수 있는 기관이 수행해야 하므로, 항행안전시설 관련 전문 기관이 수행하는 것이 타당함
  - ▸ 단, 시설 및 운영 인증을 위한 완성검사는 국토교통부에서 직접 수행하는 업무이므로, 시설 및 운영 검사기관은 국토교통부의 완성검사 이전에 완성검사 항목에 대한 사전 검사를 수행하며 실제 완성검사는 국토교통부가 수행함. 원활하고 효율적인 검사 업무를 위해 시설 및 운영검사 체계 구축 시 국토교통부와의 업무 협의가 필요함

○ TRT

- SBAS인증과 관련된 모든 인증 주체와 국내외전문기관, 산업계 전문가 등으로 구성
- TRT에 참여하는 구성원은 아래와 같음
  - ▸ SBAS 개발, 설치 및 운영기관
  - ▸ SBAS 개발, 설치 및 운영 관련 국내외 자문기관
  - ▸ 인증당국

- ▸ SBAS 검사기관
- ▸ SBAS 검사 관련 국내외 자문기관

○ 국외자문기관

- SBAS 인증 경험을 가진 국외기관
- 항행안전시설 검사 경험을 가졌거나 또는 전문검사자(예: DER)를 보유한 기관

나. 검사·인증절차

○ SBAS 인증을 수행하기 위해서는 시스템, 시설 및 운영의 3가지 측면으로 인증계획을 수립하고 시스템검사, 시설검사, 운영검사 등의 절차를 거쳐야 하며, 각 활동별 세부 절차를 수립해야 함

- 검사·인증절차 수립 시 개발기관, 설치기관, 운영기관, 검사기관, TRT 및 인증당국 등의 인증 주체별 활동정의 필요

(1) 인증계획 수립 절차

① 절차

○ 인증계획 수립은 다음 단계를 거쳐 수행

- 검사기관/개발기관 : 인증기준 개발
- 인증당국 : 인증기준 검토 및 승인
- 개발기관/설치기관/운영기관 : 인증계획 작성
- 인증당국 : 인증계획 검토 및 승인

② 인증주체별 주요활동

○ 개발기관/설치기관/운영기관

- 시스템검사/ 시설 및 운영검사 인증기준 개발
- 인증기준을 만족하는 인증계획 작성
- 검사기관 및 TRT에 인증계획 검토를 요청하고, 검토결과 반영
- 인증당국에 인증계획 승인요청

○ 검사기관

- 시스템검사/ 시설 및 운영검사 인증기준 개발
- 인증당국에 인증기준 승인요청

- 개발기관/설치기관/운영기관에 인증 기준 제공
- 개발기관/설치기관/운영기관이 작성한 인증계획 검토

○ 인증당국(SBAS인증심의위원회)

- 인증기준 검토 및 승인
- 인증계획 검토 및 승인

○ TRT

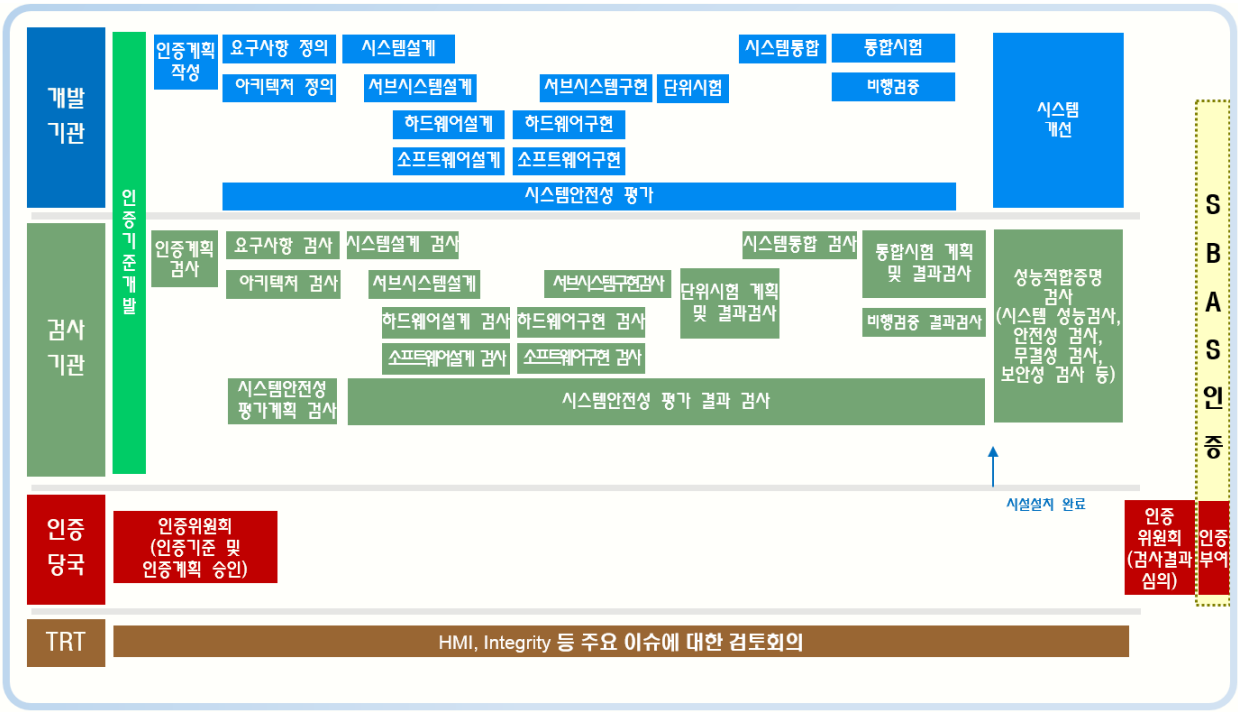
- 검사기관 및 국외 전문기관 참여를 통한 인증기준 토의
- 개발기관/설치기관/운영기관이 작성한 인증계획 검토

(2) 시스템검사 절차

① 절차

○ 시스템검사는 다음 단계를 거쳐 수행

- 개발기관 : SBAS 시스템 개발 및 개발단계별 인증근거자료 작성
- 개발기관 : 통합시험 수행
- 검사기관 : 개발단계별, 통합시험 수행 관련 인증근거자료 검토
- 설치기관 : SBAS 설치 및 지상점검, 성능확인, 비행검사 수행
- 개발기관 : 최종 인증근거자료 제출
- 검사기관 : 성능적합증명 검사 수행
- 검사기관 : 최종 인증근거자료 검사 및 검사보고서 작성
- 인증당국(인증심의위원회) : 검사보고서 심의 및 SBAS 인증



〈그림 2.2-8〉 시스템검사 절차

② 인증주체별 주요활동

○ 개발기관

- SBAS 개발 및 개발단계별 인증근거자료 작성
  - ▸ 개발계획 관련 산출물
  - ▸ 요구사항 및 시스템 아키텍처 관련 산출물
  - ▸ 예비설계, 상세설계 관련 산출물
  - ▸ 구현 및 통합시험 관련 산출물 등
- 통합시험 수행 시 발생한 결함에 대한 시스템 수정
- SBAS 설치 및 지상점검, 성능확인, 비행검사 지원
- 성능적합증명 검사 수행 시 발생한 결함에 대한 시스템 수정
- 최종 인증근거자료 작성 및 검사기관에 제출

○ 검사기관

- 개발단계별 인증근거자료 검토
  - ▸ 개발계획 관련 산출물
  - ▸ 요구사항 및 시스템 아키텍처 관련 산출물
  - ▸ 예비설계, 상세설계 관련 산출물
  - ▸ 구현 및 통합시험 관련 산출물 등

- 통합시험 후 SBAS 인증 이전에 시스템 변경 사항 존재 시 변경검사 수행
- 성능적합증명 검사 수행
- 성능적합증명 검사 후 SBAS 인증 이전에 시스템 변경 사항 존재 시 변경검사 수행
- 시스템검사 기준에 따라 최종 인증근거자료 검사
- 시스템검사보고서 작성

○ 설치기관

- SBAS 설치 및 지상점검, 성능확인, 비행검사 수행

○ 인증당국(SBAS인증심의위원회)

- 시스템검사보고서 검토 및 인증근거자료 심의
- SBAS 인증

※ SBAS 인증 시 국토교통부는 SBAS 성능적합증명서를 교부하고 SBAS 운영 개시 예정일 등을 고시

○ TRT

- HMI, Integrity 등 주요 개발이슈에 대한 검토

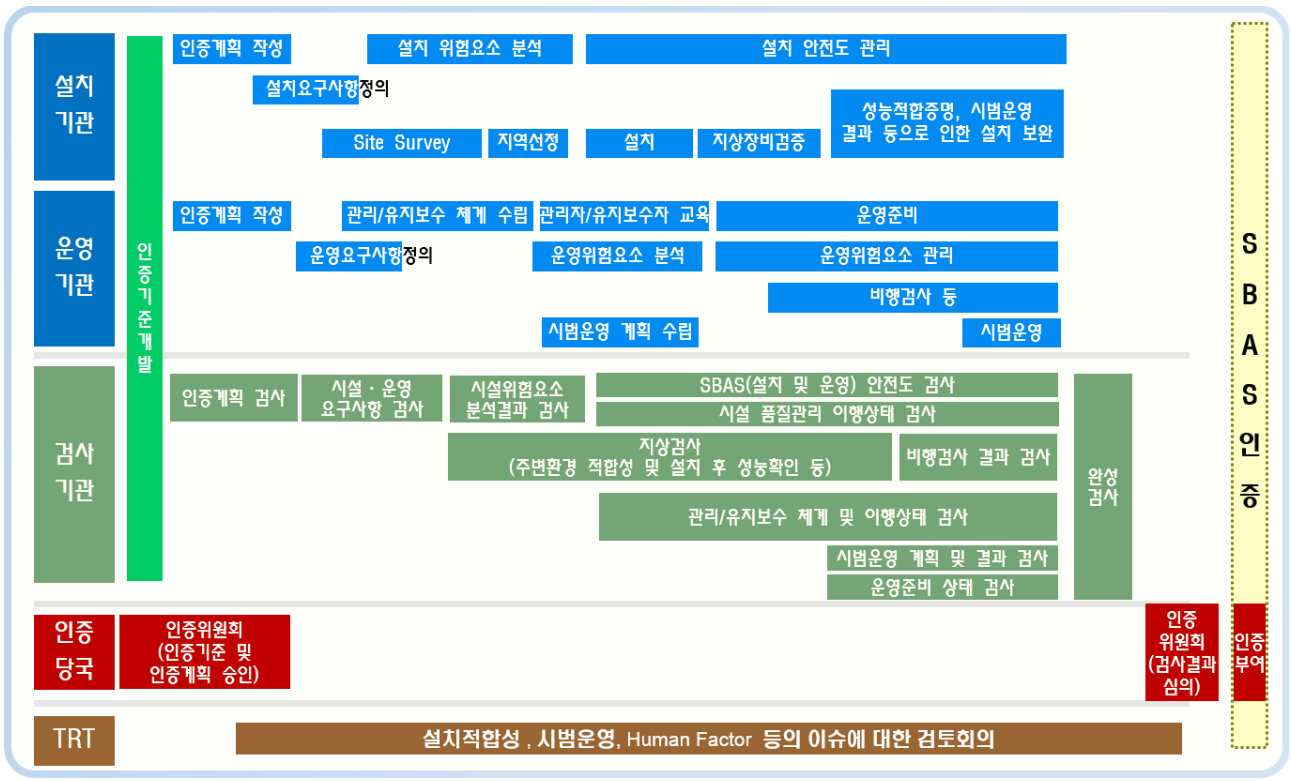
(3) 시설 및 운영검사 절차

① 절차

○ 시설 및 운영검사는 다음 단계를 거쳐 수행

- 설치기관 : SBAS 설치 및 설치단계별 인증근거자료 작성
- 검사기관 : 설치단계별 인증근거자료 검토
- 설치기관 : 설치확인시험 수행
- 검사기관 : 설치적합성검사 및 설치위험요소 관리결과 검사 수행
- 운영기관 : SBAS 운영 준비 및 관련 인증근거자료 작성
- 검사기관 : 운영 준비 관련 인증근거자료 검토
- 운영기관 : 성능모니터링 시스템 개발·검증·운영
- 검사기관 : 성능모니터링시스템 검증·운영 결과 검사
- 운영기관 : 시범운영 수행
- 검사기관 : 시범운영 결과검사
- 설치/운영기관 : 최종 인증근거자료 제출
- 검사기관 : 완성검사(혹은 운용개시검사) 수행

- 검사기관 : 최종 인증근거자료 검사 및 검사보고서 작성
- 인증당국(인증심의위원회) : 검사보고서 심의 및 SBAS 인증



〈그림 2.2-9〉 시설 및 운영검사 절차

② 인증주체별 주요활동

○ 설치기관

- SBAS 설치 및 설치 관련 인증근거자료 작성
  - ▸ 시설요구사항 관련 산출물
  - ▸ Site Survey 결과 관련 산출물
  - ▸ 시설위험요소 분석 및 관리 관련 산출물
  - ▸ 시설품질관리 관련 산출물
  - ▸ 시설확인시험 결과 관련 산출물 등
- 설치 시작부터 최종 검사 시점까지 지속적인 시설위험요소 관리
- 설치확인시험 수행
- 성능적합증명 검사, 시범운영 결과 등으로 인한 설치 보완
- 최종 인증근거자료 작성 및 검사기관에 제출

○ 운영기관

- SBAS 운영 준비 및 관련 인증근거자료 작성

- ▸ SBAS 운영 요구사항 관련 산출물
- ▸ SBAS 운영 및 유지보수 체계 관련 산출물
- ▸ SBAS 운영자 및 유지보수자 교육방안 및 실적 관련 산출물
- ▸ 성능모니터링 시스템 관련 산출물
- ▸ 시범운영 결과 관련 산출물
- ▸ 운영위험요소 분석 및 관리 관련 산출물
- ▸ 예방점검 등 관련 산출물
- ▸ 비행절차 수립 방안, NOTAM, ATC/파일럿 교육방안 관련 산출물 등

- 최종 검사 시점까지 지속적인 운영위험요소 관리
- 성능모니터링 시스템 검증
- 성능모니터링 시스템 운영
- (성능적합증명 검사 완료 시) 시범운영
- 최종 인증근거자료 작성 및 검사기관에 제출

○ 검사기관

- 설치 관련 인증근거자료 검토
  - ▸ 시설요구사항 관련 산출물
  - ▸ Site Survey 결과 관련 산출물
  - ▸ 시설위험요소 분석 및 관리 관련 산출물
  - ▸ 시설품질관리 관련 산출물
  - ▸ 설치확인시험 결과 관련 산출물 등
- 인증근거자료 및 설치확인시험 결과 검사를 통한 지상 검사
- 시설위험요소 관리 결과 검사
- 성능적합증명 검사, 시범운영 결과 등으로 인한 설치 보완 내역에 대한 변경검사
- SBAS 운영 관련 인증근거자료 검토
  - ▸ SBAS 운영 요구사항 관련 산출물
  - ▸ SBAS 운영 및 유지보수 체계 관련 산출물
  - ▸ SBAS 운영자 및 유지보수자 교육방안 및 실적 관련 산출물
  - ▸ 성능모니터링 시스템 관련 산출물
  - ▸ 시범운영 결과 관련 산출물
  - ▸ 운영 위험요소 분석 및 관리 관련 산출물
  - ▸ 예방점검 등 관련 산출물
  - ▸ 비행절차 수립 방안, NOTAM, ATC/파일럿 교육방안 관련 산출물 등

- 운영 위험요소 관리 결과 검사
- 성능모니터링 시스템 검증 결과 검사
- 성능모니터링 시스템 운영 결과 검사
- 시범운영 결과 검사
- 시설 및 운영 인증 기준에 따라 최종 인증근거자료 검사
- 시설 및 운영검사(완성검사)보고서 작성

○ 인증당국(SBAS인증심의위원회)

- 시설 및 운영검사(완성검사)보고서 검토 및 인증근거자료 심의
- SBAS 인증

※ SBAS 인증 시 국토교통부는 SBAS 성능적합증명서를 교부하고 SBAS 운영 개시 예정일 등을 고시

○ TRT

- 설치적합성, 설치환경의 위험요소 등 주요 설치이슈에 대한 검토
- 시범운영 결과, Human Factor 등 주요 운영 이슈에 대한 검토

다. 인증 사후관리

(1) SBAS 성능 유지 관리 및 검사

○ SBAS 성능 유지 관리 및 검사를 위한 관련 국내법

- 항행안전시설 관리 및 운영규정
- 항행안전시설 비행검사 규정
- 항행안전시설관리검사규정
- 관리검사관 업무 표준화를 위한 항행안전시설 관리검사 요령
- 항행안전시설 관리검사관 교육훈련 규정 등

○ SBAS 운영자의 SBAS 성능 관리

- 운영자는 SBAS 성능을 지속적으로 모니터링하고 성능점검일지를 작성해야 함
  - ▸ 성능 모니터링 시, 성능이 저하된 SBAS 컴포넌트를 식별하여 조치하여야 함

    ※ 항행안전시설 관리 및 운영규정
    제24조(성능점검일지의 작성·기록) ① 항행시설관리자는 제19조제4항제3호 및 제4호에 규정된 표준치 및 허용오차와 정기점검 주기를 근거로 성능점검일지를 작성하여야 하며, 제19조제4항제3호 및 제4호에 정하지 않은 사항에 대하여는 국제민간항공기구(ICAO) Doc 8071, 장비 제작사의 기술도서 또는 비행검사 수검시의 측정값 등을 근거로 표준치 및 허용오차와 정기점검 주기를 정하여 성능점검일지를 작성하여야 한다.
- 운영자는 SBAS 성능 저하를 유발할 수 있는 요소(예: 전파간섭)를 관리하여 성능 저하를 예방하여야 함
- 운영자는 주기적으로 성능 검토회의를 운영하여, 성능점검일지에 작성된 SBAS 성능데이터를 포함한 시스템 안전성 관리를 수행하여야 함
  - ▸ 국토교통부고시 제2013-333호 항행안전시설 관리 및 운영규정에 따르면 성능점검일지는 매분기마다 검토하여야 함
  - ▸ 안전성 평가 시, 시스템 위험요소를 식별하고, 위험요소에 따른 리스크 수준 진단 및 이에 따른 조치 방안을 수립하여야 함

    ※ 항행안전시설 관리 및 운영규정
    제25조(성능점검일지의 검토) ① 항행시설관리자는 성능점검일지를 검토하기 위한 책임자를 지정하되, 현장에서 해당 항행시설의 유지보수업무를 담당하는 유지보수자를 책임자로 지정하여서는 아니 된다. ② 성능점검일지 검토책임자로 지정된 자는 매 분기에 1회 이상 성능점검일지의 기록내용에 대한 정확성 여부, 정기점검 완료 및 누락여부, 항행시설의 잦은 장애발생 부분 및 성능저하 여부를 검토한 후 검토일자를 기록하고 서명하여야 한다. ③ 성능점검일지 검토책임자는

항행시설의 잦은 장애발생 및 성능저하가 의심되는 경우에는 성능점검 주기를 단축시키는 등 장애예방 및 성능유지를 위한 조치를 취하여야 한다.

※ 미국 WAAS 및 인도 GAGAN의 경우 시스템 안전성에 영향을 미치는 요소를 지속적으로 Hazard Tracking Database(HTDB)에 관리하고, 매분기마다 Hazard Review Board(HRB)라는 이름의 기술위원회(TRT)를 개최하여 Hazard Record를 검토하고 있음

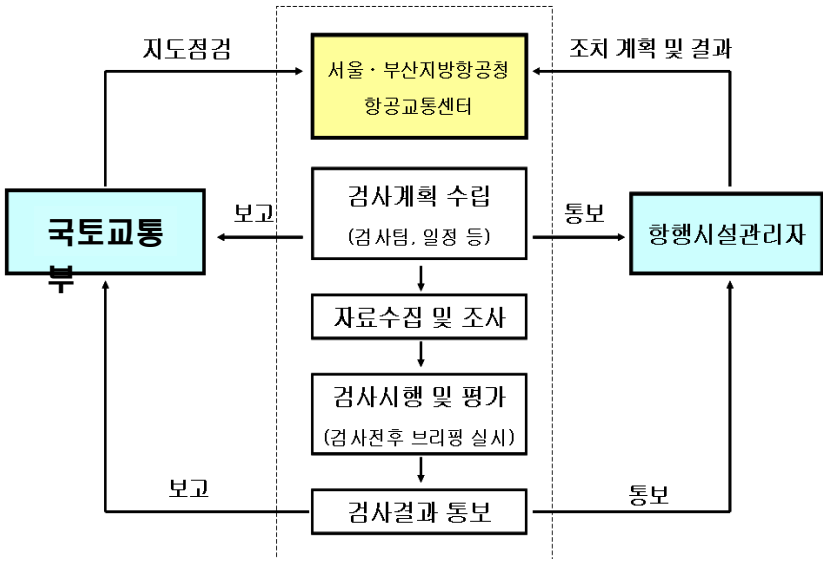
- 운영자는 주기적으로 성능확인점검, 비행검사 수검 및 관리검사 수검 등을 통해 SBAS 성능을 관리하여야 함

○ SBAS 비행검사

- 현행법 상 운영 중인 비행검사 대상 항행시설은 주기적으로 비행검사를 수검 받아야 함
- 하지만, 현행법 상의 비행검사 대상 항행시설에 SBAS가 포함되어 있지 않아 SBAS 운영 개시 이전에 보완이 필요함
- 또한, 국토교통부 고시 제2013-896호의 항행안전시설 비행검사 규정의 '[별표2] 항행시설 비행검사 종류 및 허용범위'에 SBAS에 대한 비행검사 기준이 명시되지 않아 SBAS 운영 개시 이전에 보완이 필요하며, 이는 운영개시 이전에 비행검사가 수행되어야 하므로, 이 때 개발된 비행검사 기준을 활용할 수 있음

○ SBAS 관리검사

- 국토교통부 고시 제234호 항행안전시설관리검사규정에 따라 관리검사 수행 자격을 갖춘 관리검사관은 항행시설관리자가 관리하고 있는 항행시설에 대해 연 1회 이상 관리검사를 수행
- 국토교통부 예규 제25호 관리검사관 업무 표준화를 위한 항행안전시설 관리검사 요령에 관리검사 세부 검사표를 포함한 관리검사 지침이 명시되어 있으며, SBAS 시설의 관리검사 수행 이전에 SBAS 관리검사를 위한 세부 검사항목의 보완이 필요함



〈그림 2.2-10〉 관리검사 수행 절차

- 국토교통부 훈령 제78조 항행안전시설 관리검사관 교육훈련 규정에 따라 관리검사를 수행하는 관리검사관은 초기교육훈련, 직무교육훈련, 정기교육훈련 등으로 구성되는 관리검사관 교육훈련 과정을 이수하여야 함
  - ▸ 초기교육훈련은 항행안전시설의 개요에 해당하는 교육으로 국토교통부 항행시설 담당과에서 주관하여 실시함
  - ▸ 직무교육훈련은 항행안전시설별 특화된 직무 교육으로 비행검사관이 소속된 청 또는 센터에서 자체적으로 수행함
  - ▸ 정기교육훈련은 관리검사관 자격 부여 이후 2년마다 소관 업무내용의 변경 또는 추가와 신기술의 적용 등에 따른 지식과 기량을 갖추기 위한 교육으로 국토교통부 항행시설 담당과에서 주관하여 실시함
- 하지만, SBAS에 대한 직무교육훈련 및 정기교육훈련이 부재하므로, SBAS 운영 개시 이전에 관리검사관 교육훈련을 위한 방안이 마련되어야 함
  - ▸ 최초 직무교육훈련은 장비제작사가 교육을 수행하는 형태가 적절하며, 이를 위해 교육훈련매뉴얼 및 교관을 준비해야 함

(2) SBAS 시스템 변경 적용 및 관리

○ SBAS 시스템 변경 적용 및 관리를 위한 관련 국내법

- 항공법
- 항공법 시행규칙
- 항행안전시설 관리 및 운영규정
- 항행안전시설관리검사규정 등

○ 현행 법에 따라 시스템 변경 시 운영자는 자체적인 성능확인점검을 수행하여야 하며, 시설 변경 및 유지보수 방법 변경 시 국토교통부에 보고한 후 적용하여야 함

※ 항공법 제78조(비행장 및 항행안전시설의 변경) ① 비행장설치자 또는 항행안전시설설치자는 해당 시설 중 국토교통부령으로 정하는 사항을 변경하려는 경우에는 국토교통부령으로 정하는 바에 따라 국토교통부장관에게 변경 사항을 통보하여야 한다. 〈개정 2013.3.23〉

※ 항행안전시설 관리 및 운영규정

제21조(항행시설개량 등으로 인한 유지보수교범의 수정·보완) 항행시설관리자는 다음 각 호와 같이 항행시설의 개량 및 유지보수방법 등의 개선에 따라 유지보수교범의 내용을 수정 또는 보완하고자 하는 경우에도 별지 제5호 서식을 작성하여 국토교통부장관에게 보고한 후에 적용하여야 한다.

1. 항행시설의 개량 또는 장비 일부의 개조가 이루어져 유지보수교범의 개정 또는 보완이 필요한 경우
2. 유지보수 방법의 개선 등으로 항행시설 또는 장비의 성능에 영향을 미치는 항목에 대한 유지보수교범의 내용을 변경하고자 하는 경우

○ SBAS는 시스템 내부적인 요인 뿐만 아니라, 외부 환경(예: 태양 폭풍) 변화, 보안 위협 증가 등의 외부적인 요인으로 인해서도 운영 중 시스템 변경 가능성이 있으며, SBAS의 시스템 변경은 SBAS 성능에 직결되지만, 현 규정으로는 운영자의 자체적인 성능확인점검 및 관리검사에만 의존하고 있음

※ 항행안전시설 관리 및 운영규정,

제24조(성능점검일지의 작성·기록) ① 항행시설관리자는 제19조제4항제3호 및 제4호에 규정된 표준치 및 허용오차와 정기점검 주기를 근거로 성능점검일지를 작성하여야 하며, 제19조제4항제3호 및 제4호에 정하지 않은 사항에 대하여는 국제민간항공기구(ICAO) Doc 8071, 장비 제작사의 기술도서 또는 비행검사 수검시의 측정값 등을 근거로 표준치 및 허용오차와 정기점검 주기를 정하여 성능점검일지를 작성하여야 한다.

제30조(소프트웨어 유지관리) ① (생략)

② 항행시설관리자는 해당 항행시설의 소프트웨어 변경(수정 및 패치 포함) 작업 시 항행시설 관리감독 부서에 작업계획을 사전에 보고하고 변경작업을 수행하여야 한다.

※ 항행안전시설 관리검사 규정

제11조(관리검사 방법) ①, ② (생략)

③ 검사관은 별표1의 항행시설 관리검사표에 명시된 검사항목 등에 대하여 다음과 같이 구분하여 관리검사를 시행하여야 한다.

1. 시설별 관리운영 검사

가. ~ 타. (생략)

파. 전산시스템 개발/변경 관련 적정문서의 구비여부 및 기록유지 상태(ARTS)

하. ~ 너. (생략)

2. 시설별 성능검사

가. 각 항행시설별 유지보수교범의 성능확인 표준치 및 허용오차 주요 지시치 (Key Parameter)
나. 모니터 지시치와 원격제어장치 지시치의 부합여부
다. 안테나 관리상태 및 해당 항행시설 주변의 전파 장애물 유무
라. 미터 지시치, 레이더 현시기, 잡음, 발열, 냄새 등의 청각적·시각적 관찰
마. 하드웨어 또는 소프트웨어 진단시험(시험이 가능한 경우에 한함)

○ 인증 후 SBAS 변경 적용 절차 보완

- 운영자는 시스템의 변경에 대한 사전 계획, 변경 기준, 변경 후 대처방안 등을 수립하여야 함
  - ▸ 향후 K-SBAS의 성능개선, HW 노후화, 위성교체 등의 목적에 의한 K-SBAS 시스템 릴리즈에 대한 계획
  - ▸ 정기적인 안전성 분석 활동을 통한 산출물의 보완 방안
  - ▸ 주파수 간섭(RFI : Radio Frequency Interference)에 대한 검지, 진단 방법과 관리자 및 파일럿 등을 대상으로 한 대처(완화) 방안
- 시스템 변경 시 개발자 또는 운영자는 변경사항의 적용 가능여부를 판단하기 위한 자체적인 시험을 수행하여야 하며, 인증당국은 시스템 검사를 포함한 사후인증을 수행하여야 함
- 사후인증 수행을 위한 체계가 수립되어야 하며, 사후인증 체계 수립 시 아래 사항이 고려되어야 함
  - ▸ 사후인증 절차
  - ▸ 사후인증이 필요한 시스템 변경 정도의 기준
  - ▸ 사후인증 시 검사 범위 또는 검사 항목

    예) SW/HW 추가 및 업데이트에 따른 설계 보증 프로세스 수행 시, HMI, FMEA 등의 안전성 분석 방법과 변경검사 범위 또는 항목
  - ▸ 사후인증을 위한 전문가 자문방안 및 위원회 운영 방안 등
- 또한, 현행 성능적합증명은 제작된 시설을 대상으로 하므로, 대상을 제작 및 변경된 시설로 확대 필요

  ※ 항공법 제80조의2(항행안전시설의 성능적합증명) 항행안전무선시설 또는 항공정보통신시설을 제작하는 자는 국토교통부령으로 정하는 바에 따라 그 제작된 시설이 국토교통부장관이 정하여 고시하는 항행안전시설에 관한 기술기준에 적합하게 제작되었다는 증명을 받을 수 있다.

라. 법제도 개선

(1) 인증절차 관련 법제도 개선

① 현황 및 문제점

㉮ 시스템인증

- 항행안전시설의 성능 및 신뢰성 확보를 위해 성능적합증명 제도를 운영하고 있지만, 실제 운영실적은 저조
  - ▸ 항행안전시설의 안정적인 운영을 위해 전반적인 성능적합증명 제도 검토 필요
  - ▸ 항행안전시설 제작 시 필요한 완성검사, 비행검사 등은 의무화되어 있지만, 성능적합증명은 의무화되지 않아 실효성이 떨어짐

    ※ 현재 성능적합증명 획득 항행안전시설은 DME 1건
  - ▸ 항공기 등에서는 검사기관의 안정적인 관리 및 신뢰성 확보를 위해 검사기관을 고시하고 있지만, 성능적합증명의 경우 신청 후 심의를 통해 검사기관 지정서만 교부
- 현행 성능적합증명을 신청할 수 있는 자는 “항행안전무선시설 또는 항공정보통신시설을 제작하는 자”로 제한됨
  - ▸ 따라서, SBAS를 비롯한 항행안전무선시설 또는 항공정보통신시설을 수입하는 자와 종전에 제작된 항행안전시설을 개량하는 자는 성능적합증명을 신청할 수 있는 자에 해당하지 아니함

㉯ 시설 및 운영 인증

- 한편, SBAS 인증과 관련한 관련 행정규칙으로서 「항행안전무선시설의 설치 및 기술기준」(국토교통부고시)와 「항행안전시설 설치허가 등의 절차 및 방법에 관한 지침」(항공교통센터훈령), 「항행안전무선시설의 설치절차 및 방법에 관한 규정」(국토해양부고시) 등이 있음
  - ▸ 이중에서 「항행안전무선시설의 설치절차 및 방법에 관한 규정」(국토해양부고시)는 2012년 5월 31일로 실효되었으며(규정 제16조 참조), 동 규정에서 정하고 있는 바는 동일·유사하게 「항행안전무선시설의 설치 및 기술기준」(국토교통부고시)에서 규정하고 있음
  - ▸ 「항행안전시설 설치허가 등의 절차 및 방법에 관한 지침」(항공교통센터훈령)은 항공교통센터장에 위임된 항행안전시설의 설치허가 등에 대한 절차 및 방법에 한정되어 적용될 뿐만 아니라, 이 지침도 2012년 5월 31일로 실효되었음(지침 제16조 참조)

▸ 즉, 항공교통센터가 수임청(受任廳)으로서 위임업무를 수행하기 위한 규정이기 때문에 항공교통센터훈령으로 제정되었고, 이로 인하여 검사기관이 SBAS 인증 관련 업무를 수탁 또는 대행하기 위한 규정으로는 부적합함

▸ 따라서, 「항공법」 및 같은 법시행령에 고시의 근거를 마련하고, 국토교통부고시로 검사기관에 관한 규정을 반영하여 새로 제정 또는 개정할 필요가 있음

▸ 또한, 「항행안전무선시설의 설치 및 기술기준」(국토교통부고시)은 주로 “항행안전무선시설을 설치하고자 하는 자”가 준수하여야할 규범사항을 정하고 있음에 따라서, 인증 수행주체의 역할이나 절차 등에 관한 규정이 미흡함

▸ 따라서, 검사기관을 SBAS 인증 관련 업무수행주체로 고려하는 개정이 요구됨

- 운영전 성능확인 : 항행시설을 설치중이거나 설치가 완료되는 시점에 해당 항행시설이 정상적으로 운영될 수 있는지 확인하기 위하여 지상점검을 실시하여야 하고, 지상점검에 합격한 시설이 성능확인점검 대상 항행시설인 경우 운용 전 성능확인점검 실시(「항행안전무선시설의 설치 및 기술기준」 제6조)

▸ 그러나, 성능확인점검 대상 항행시설을 규정하고 있는 「항행안전시설 관리 및 운영규정」 제41조는 SBAS를 포함하지 아니함

㉰ 인증 사후관리

- 「항공법」 제80조제4항과 제155조에 따라 비행검사의 종류·대상시설·절차 및 방법 등에 관하여 필요한 사항을 정하고 있는 「항행안전시설 비행검사 규정」은 제9조에서 비행검사 대상 항행시설과 주기를 규정하고 있음

▸ 그러나, SBAS를 포함하는 위성항법시설은 이에 포함되지 아니함

▸ 즉, SBAS는 비행검사의 대상에 포함되지 아니하면, SBAS에 대한 비행검사를 위한 요건과 절차, 방법 등도 전혀 마련되어 있지 아니함

- 현재 한행안전시설에 대한 관리검사 권한은 국토교통부장관에게 있으며(「항공법」 제80조 제2항, 같은 법 시행령 제19조), 이는 「항공법 시행령」 제63조 제3항에 따라 항공교통센터장에게 위임되어 있음

▸ 그러나, SBAS에 대한 관리검사를 민간에 위탁하거나 대행하게 할 수 있는 근거는 마련되어 있지 아니하기 때문에, SBAS에 대한 관리검사는 항공교통센터장이 직접 수행하여야 함

- 「항행안전시설 관리검사 규정」은 「항공법 시행령」 제19조제3항에 따라 항행안전무선시설 및 항공정보통신시설의 관리검사에 관한 절차·방법·항목 등에 관하여 필요한 사항을 정하고 있으나, SBAS에 대한 구체적인 규정은 없음

▸ 다만, 「항행안전시설 관리검사 규정」 제3조 제2항에 따른 「관리검사관 업무 표준화를 위한 항행안전시설 관리검사 요령」(국토교통부 예규)는 “항행안전시설관리검사규정 제1장제3조에 의거 항행시설을 관리하고 있는 자(항행시설관리자)가 관리하고 있

는 항행안전무선시설 및 항공정보통신시설과 운영개시를 위하여 비행검사에 합격한 시설"에 적용한다고 명시함으로써, 검사대상 시설에 SBAS를 포함하는 위성항법시설이 포함될 여지를 두고 있음

- 「항공법」 제80조는 국토교통부장관이나 항행안전시설을 관리하는 자에게 시설관리기준에 따라 그 시설을 관리할 책임을 규정하고, 이에 따라 항행안전무선시설 등의 관리기준을 정하고 있는 「항공법 시행령」 제245조는 항행안전무선시설 또는 항공정보통신시설을 "항행안전시설의 설치 및 기술기준"에 적합하도록 유지할 것을 요구하고 있는 것에 비추어볼 때, 관리검사의 기술기준은 "항행안전시설의 설치 및 기술기준"을 적용하여야 할 것으로 추정
  - ▸ 그러나, 「항행안전시설 관리검사 규정」은 관리검사에 관한 절차·방법·항목 등에 관하여 규정하고 있을 뿐, 관리검사에 필요한 기술기준에 대하여는 다루고 있지 아니하고, 이는 SBAS의 경우에도 동일함
- 「항공법 시행규칙」 제260조의2 제1호에 따라 항행안전무선시설을 관리 및 운영하기 위하여 필요한 사항을 규정하고 있는 「항행안전시설 관리 및 운영규정」 제41조는 성능확인점검이 요구되는 대상 항행시설을 규정하고 있음
  - ▸ 이에는 레이더시설(ASR, ARSR SSR, ARTS, ASDE, PAR, BRITE, 녹화장치 등) 및 자동종속감시시설(ADS), 계기착륙시설(ILS), 전방향표지시설(VOR), 거리측정시설(DME), 전술항행표지시설(TACAN), 무지향표지시설(NDB), 단거리 및 단파 이동통신시설(VHF, UHF, HF), VCCS, 녹음장치, 항공정보방송시설 및 무선데이터통신시설(ATIS, D-ATIS, PDC), 항공고정통신망(AFTN 서버), 항공정보교환망(AMHS), 전원시설(무정전 전원장치 포함)이 포함
  - ▸ 그러나 SBAS 등 위성항법시설은 성능확인점검이 요구되는 대상 항행시설에 포함되지 아니함
- 공항안전검사관으로 하여금 항행안전시설보호업무에 관한 사항을 효율적으로 지도감독할 수 있도록 하기 위하여 작성된 「항행안전시설보호업무매뉴얼」(국토교통부 예규)는 계기착륙시설(MLS/ILS), 무지향 표지시설(NDB, Nondirectional Beacon) 및 전방향표지시설(VOR) 등 일부 항행안전무선시설을 포함하고 있으나, SBAS는 그 대상에 포함되지 아니함

② 개선방안

㉮ 시스템인증

○ 성능적합증명 제도의 적용범위 확대

- 항행안전시설의 성능적합증명을 신청할 수 있는 자의 범위를 “항행안전무선시설 또는 항공정보통신시설을 제작하는 자”에서 “항행안전무선시설 또는 항공정보통신시설을 제작·변경하거나 수입하는 자”로 확대함
- 이에 따라 성능적합증명의 대상 항행안전시설도 “제작된 시설”에서 “제작·변경 또는 수입하는 시설”로 확대함
  - ▸ 항행안전시설을 제작하는 경우는 물론, 종전에 제작된 항행안전시설을 변경하는 경우와 국외에서 항행안전시설을 수입하는 경우에도 성능적합증명을 받을 수 있도록 함
- 또한, 현재 항공법은 성능적합증명의 대상시설을 “제작된 시설”로 명시하고 있기 때문에 항행안전시설을 제작한 후에 성능적합증명을 신청하여야 하는 것으로 해석됨
  - ▸ 그러나, 성능적합증명의 대상을 수입 항행안전시설로 확대하는 경우에 “수입된 (항행안전)시설”로 하면, 선 수입 후 성능적합증명을 신청하여야 하는 결과를 초래함
  - ▸ 또한, “제작된 (항행안전)시설”의 경우에도 제작이 완료된 후에 성능적합증명을 신청하여야 함에 따라서, 완성단계 이전의 설계 · 제작단계에서는 성능적합성을 평가받을 수 없게 됨
- 이러한 점을 고려하여 성능적합증명의 인적대상을 “항행안전무선시설 또는 항공정보통신시설을 제작하는 자”에서 “항행안전무선시설 또는 항공정보통신시설을 제작·변경하거나 수입하는 자”로 확대하고,
  - ▸ 성능적합증명의 물적대상을 “제작된 시설”에서 “제작·변경 또는 수입하는 시설”로 확대함

○ 성능적합증명 획득의 의무화

- 항행안전시설에 대한 시스템 측면의 성능 및 신뢰성 확보를 위해 성능적합증명 검사 의무화
- 성능이 미흡한 장비의 설치로 이한 공항 · 항공로 운영차질 가능성을 사전에 차단하고, 항공 안전을 강화하기 위하여, 신규 제작 및 수입하고자 하는 항행안전시설 중 법에서 명시하는 안전필수(Safety-Critical) 시스템에 대해 부분적으로 성능적합증명 의무화
- 항행안전시설의 구체적 대상범위는 VHF/UHF Radio, DF, PSR, SSR, MLAT, ILS, MLS, DME, VOR, NDB, GBAS 및 ADS 등 항공기에 직접 항법정보를 제공하고 항공기와 직접 항공통신 등에 사용되는 장비로 제한하고 있는 독일의 입법례 등을 참조

할 수 있을 것이지만,

▸ 법률의 효율적 적용과 기술발전에 대한 유연한 대응을 위하여 성능적합증명 의무화의 대상이 되는 항행안전시설의 구체적 대상범위는 국토교통부장관이 정하여 고시하도록 함

- 성능적합증명 획득의 의무화 대상을 안전항행과 밀접하게 관련된 주요 항행안전시설에 한정하는 경우, 그 대상의 선별은 행정규칙(국토교통부장관 고시)으로 하면서,

▸ 그 구체적 대상 선정권한을 포괄적으로 국토교통부장관에게 부여할 것인가 또는 대상선정의 기준을 법령에서 제시할 것인가에 따라서 각각 개정입법안의 형태는 달라지게 될 것이므로, 두 가지를 고려하여 개선안을 제시함

○ 성능적합증명 제도의 소급적용

- 제도변화(성능적합증명 검사의 의무화)의 효과를 새로 제작되거나 수입되는 항행안전시설에 한정하는 경우에는 안전필수(Safety-Critical) 시스템임에도 불구하고, 일부는 성능적합증명 검사를 거쳐 제작 또는 수입되어 설치·운영되지만, 이미 제작 또는 수입되어 설치·운영 중에 있는 항행안전시설은 이의 적용대상에서 제외됨

- 첫째, 성능적합증명 검사의 의무화가 항행안전시설에 대한 시스템 측면의 성능 및 신뢰성 확보에 있다는 점과 둘째, 성능적합증명의 물적 대상이 “제작된 (항행안전)시설” 뿐만 아니라 기 제작된 항행안전시설을 변경하는 경우로 확대된다는 점을 고려하여, 성능적합증명을 받지 않은 시설은 지정된 유예기간 내에 성능적합증명을 신청하도록 함

▸ 법률의 개정에 따른 효과는 추급적 효력(追及的 效力)이 원칙이기 때문에 성능적합증명 검사의 의무화에 대하여 소급적 효력(遡及的 效力)을 인정하기 위해서는 법률 개정안의 부칙에 소급적용에 관한 명시적 규정이 요구됨

○ 항행안전시설의 성능적합증명 제도 관련 위임입법의 근거 마련

- 항행안전시설의 성능적합증명의 기준, 절차, 방법, 유효기간 및 기타 성능적합증명 제도 운영에 관한 세부사항을 정할 수 있도록 위임입법의 근거를 마련 필요

㉯ 시설 및 운영 인증

○ SBAS에 대한 비행검사 규정 보완

- SBAS를 포함하는 위성항법시설은 비행검사 대상 항행시설과 주기를 규정하고 있는 「항행안전시설 비행검사 규정」에 포함되지 아니하므로, 이를 개선할 필요가 있음

㉰ 인증 사후관리

○ SBAS에 대한 관리검사 규정 보완

- 공항안전검사관의 항행안전시설보호업무에 관한 사항에 대한 효율적 지도감독을 위한

「항행안전시설보호업무매뉴얼」은 그 대상이 되는 항행안전무선시설이 3종[계기착륙시설(MLS/ILS), 무지향 표지시설(NDB, Nondirectional Beacon) 및 전방향 표지시설(VOR)]으로 제한됨

▸ SBAS를 비롯한 기타 항행안전무선시설에 대한 확대적용을 검토할 필요가 있음

(2) 검사·인증기관 선정 관련 법제도 개선

① 현황 및 문제점

- 항행안전시설 안전성 확보를 위해 성능적합증명 검사기관 자격요건 재검토 필요

▸ 현행 법 상의 검사기관 자격요건에는 항행안전시설의 안전성 확보 여부를 전문적이고 체계적으로 검사하기 위한 기술 인력, 검사기관의 시설 등에 대한 기준 미흡

▸ 현행 행정규칙 상, 검사기관 운영규정 서류를 검사기관 지정 후 제출 및 심사하도록 되어 있어 검사기관 지정 시 검사기관의 운용능력을 평가하기 어려움

▸ '항행안전시설 성능적합증명 검사기관 지정절차 등의 규정(국토교통부고시 제2013-145호)' 제9조(검사기관 운영규정) 참조

② 개선방안

㉮ 성능적합증명 검사기관 자격요건 개선

- 시스템의 성능 등 시스템 검증을 전문적으로 수행하기 위한 전문인력, 시설 및 장비 요건 세분화
- 성능적합증명 검사업무 수행 절차 등이 기술되어 있는 운영규정 서류를 성능적합증명 검사기관 선정 이후가 아닌 검사기관 신청 시점에 제출하도록 하여 검사기관 선정 시 타당성을 검증할 수 있도록 고시 개정
- 검사기관 자격요건 강화에 따라 기 지정된 검사기관의 자격여부 재확인 및 재지정에 대한 부칙 추가
- 검사기관 자격요건 변경 시, 기 지정된 검사기관은 개정규정에 따라 지정된 것으로 인정함

㉯ 검사기관 지정 고시

- 성능적합증명 검사기관 자격 심사 후 지정된 검사기관 고시를 위하여 근거 시행규칙 개정 및 지정 고시 신설

(3) 인증 사후관리 관련 법제도 개선

① 현황 및 문제점

㉮ SBAS 성능적합증명에 대한 사후감독

- 국토교통부장관은 「항공법」과 관련하여 특히 필요한 경우에는 소속 공무원으로 하여금 “항행안전시설의 설치자 및 관리자 등”의 사무소, 공장이나 그 밖의 사업장, 공항시설, 비행장, 항행안전시설 또는 그 시설의 공사장, 항공기의 정치장 또는 항공기에 출입하여 항공기, 항행안전시설, 장부, 서류, 그 밖의 물건을 검사하거나 관계인에게 질문하게 할 수 있음(제153조 제1항)
  - ▸ 이 경우 국토교통부장관은 검사 등의 업무를 효율적으로 수행하기 위하여 특히 필요하다고 인정하면 항공안전에 관한 전문가를 위촉하여 검사 등의 업무에 관한 자문에 응하게 할 수 있음
  - ▸ 이때, “항행안전시설의 설치자 및 관리자 등”이라 함은 ① 항공기·발동기·프로펠러, 장비품 또는 부품의 제작 · 개조 · 수리 또는 정비를 하는 자와 ② 공항시설 · 비행장 또는 항행안전시설의 설치자 및 관리자 ③ 항공종사자 ④ 국내항공운송사업자 또는 국제항공운송사업자(외국인 국제항공운송사업자를 포함), 소형항공운송사업자, 항공기사용사업자, 항공기취급업자, 항공기정비업자, 항공운송 총대리점업자, 상업서류 송달업자, 도심공항터미널업자 ⑤ 기타 항공기 또는 항공시설을 계속하여 사용하는 자를 말함
- 이 검사결과가 “거짓이나 그 밖의 부정한 방법으로 감항증명을 받은 경우” 또는 “항공기가 승인 당시의 기술기준에 적합하지 아니한 경우”에 해당하면, 국토교통부장관은 해당 항공기에 대한 감항증명을 취소하거나 6개월 이내의 기간을 정하여 그 효력을 정지시킬 수 있음(제15조 제6항)
  - ▸ 또한, 국토교통부장관은 소유자등(항공기를 소유하거나 임차하여 항공기를 사용할 수 있는 권리가 있는 자)이 해당 항공기를 감항성이 있는 상태로 유지하는지를 수시로 검사하여야 하며, 항공기의 감항성 유지를 위하여 소유자등에게 항공기등·장비품 또는 부품에 대한 정비등에 관한 감항성개선지시 또는 그 밖에 검사, 정비등을 명할 수 있음(제15조 제8항)
- 이에 반하여 SBAS를 포함한 항행안전시설의 성능적합증명과 관련해서는 국토교통부의 관리감독권한이 극히 일부로 제한되어 있음
  - ▸ 즉, 국토교통부장관의 사무소출입권과 검사 · 질의권 등의 행사가 가능하지만,
  - ▸ 기망행위에 의하여 성능적합증명을 받은 경우 또는 사후적으로 기술기준에 대한 적합성을 결여하게 된 경우에 대한 사후 관리감독방안이 결여되어 있으며,
  - ▸ 항행안전시설의 성능적합성 유지와 관련한 개선지시 또는 기타 검사, 정비 등에 대한 행정권한에 관한 규정도 없음

- 또한, 항행안전시설과 동 시설에 대한 성능적합증명제도의 신뢰성을 제고하기 위해서는 성능적합증명을 받은 자에 대한 지속적이고 엄격한 관리가 필요함에도 불구하고, 성능적합증명을 받은 이후에 대한 사후관리제도가 미비함

  ▸ 즉, 항공법 및 같은 법 시행규칙은 일부 절차적인 규정과 검사기관 지정 등에 관한 규정 또는 근거를 마련하고 있을 뿐, 사후점검 및 사후조치에 관한 명시적 규정 또는 근거를 결여하고 있음

〈표 2.2-5〉 성능적합증명 관련 법령 현황

관계법령	주요 내용	비고
항공법	제80조의2(항행안전시설의 성능적합증명)	임의적 성능적합증명제도의 근거
항공법 시행령	관련 규정 없음	
항공법 시행규칙	- 제245조의2(성능적합증명의 신청)	- 신청서 및 부속서류의 제출
	제245조의3(성능적합증명을 위한 검사)	- 기술기준 - 전문검사기관지정 및 대행 - 위임입법(고시)의 근거
	제245조의4(성능적합증명서의 발급 등)	성능적합증명서의 발급(서식 포함)
항행안전시설 성능적합증명 검사기관 지정절차 등의 규정	검사기관에 대한 지정절차·검사기관의 업무범위·기술인력 및 시설장비·검사기관의 지도·감독 등에 관한 사항	
항행안전시설 성능적합증명 검사 기술기준	성능적합증명 검사에 적용하는 기술기준	「항행안전무선시설 설치 및 기술기준」 및 「항공정보통신시설 설치 및 기술기준」의 기술기준을 따르도록 함

㈏ SBAS 시설 및 운영 측면의 사후감독

- 국토교통부장관이나 항행안전시설을 관리하는 자는 시설관리기준에 따라 그 시설을 관리하여야 함(항공법 제80조)

  ▸ 항행안전무선시설 또는 항공정보통신시설을 항공법 제225조에 따른 설치 및 기술기준에 적합하도록 유지할 것

  ▸ 정해진 운용시간에는 해당 시설의 성능을 정확하게 유지할 것

  ▸ 항행안전무선시설 또는 항공정보통신시설의 기능 유지를 위하여 개수·청소 등 수행

- ▸ 건축물·식물 또는 그 밖의 물건에 의하여 항행안전무선시설 또는 항공정보통신시설의 기능이 저해될 우려가 있는 경우에는 지체 없이 해당 물건을 제거하는 등 필요한 조치를 할 것
- ▸ 부득이한 사유로 항행안전무선시설 또는 항공정보통신시설의 운용의 정지, 정격 통달거리와 코스의 변경, 식별부호 송신의 불량 또는 그 밖에 항행안전무선시설 또는 항공정보통신시설의 기능이 저해된 경우와 해당 항행안전무선시설 또는 항공정보통신시설의 운용을 재개하거나 기능이 복구된 경우에는 지체 없이 지방항공청장 또는 항공교통센터장에게 통지할 것
- ▸ 천재지변이나 그 밖의 사고로 인하여 항행안전무선시설 또는 항공정보통신시설의 운용에 지장이 생긴 경우에는 지체 없이 그 복구를 위하여 노력하고 그 운용을 될 수 있는 대로 계속하는 등 항공기의 안전운항을 위하여 필요한 조치를 할 것
- ▸ 항행안전무선시설 또는 항공정보통신시설에 대하여 개수나 그 밖의 공사를 하는 경우에는 항공기의 항행을 저해하지 아니하도록 필요한 조치를 할 것
- ▸ 항행안전무선시설 또는 항공정보통신시설의 관리자는 ① 감시장치 등으로 감시한 일시 및 결과(기록 횟수는 1일 1회 이상일 것) ② 해당 시설에 관하여 운용이 정지되거나 그 밖의 사고가 발생한 경우에는 그 일시 및 원인과 그에 대한 조치 ③ 지방항공청장 또는 항공교통센터장에 대한 통지사항과 그 일시가 기록된 항행안전무선시설 또는 항공정보통신시설에 관한 업무일지를 갖춰 두고 1년 이상 보존할 것

- 한편, 항행안전시설 설치의 허가를 받은 자는 해당 시설 중 ① 정격 통달거리 또는 ② 코스 ③ 운용시간 ④ 공중선방식 ⑤ 송수신장치의 구조와 회로(주파수, 공중선전력, 식별부호의 변경이나 그 밖에 항행안전무선시설 또는 항공정보통신시설의 전기적 특성에 영향을 주는 경우만 해당한다) ⑥ 송수신장치와 전원설비를 변경하려는 경우에는 국토교통부장관에게 변경 사항을 통보하여야 함(항공법 제78조)
- 현행 항공법은 완성검사를 거친 항행안전시설은 설치시의 형상을 유지할 것을 전제로, 일부 변경사항을 통지대상으로 정하고 있음에 그침
  - ▸ 항공법 제78조에 따른 통보사항 외의 SBAS의 HW 또는 SW의 변경이 허용되는지 여부와 SBAS가 변경되는 경우 설치·운영단계의 인증의 효력이 미치는가 여부가 명시적이지 않음

② 개선방안

㉮ 항행안전시설의 성능적합성 유지를 위한 명령

- SBAS를 포함한 항행안전시설의 성능적합증명에 관한 기술기준 및 절차 그리고 검사기관의 지정 등과 함께, 성능적합증명에 대한 사후감독권한에 관한 제도의 보완이 요구됨
- 국토교통부장관으로 하여금 “항행안전시설의 설치자 및 관리자”이 항행안전시설을 성

능적합성이 있는 상태로 유지하는 여부를 검사할 수 있도록 하고, 항행안전시설의 성능적합성 유지를 위하여 “항행안전시설의 설치자 및 관리자”에게 정비등에 관한 개선지시 또는 그 밖에 검사·수리·개조를 명할 수 있도록 함

㉰ 성능적합증명의 취소

- 항행안전시설에 대한 성능적합증명을 받은 자에 대하여, ① 기망에 의한 인증(기속적 인증 취소)과 ② 성능적합증명 기준 미달(재량적 인증 취소)에 해당하는 경우 이를 취소할 수 있는 기준과 법적 근거의 마련이 요구됨
  - ▸ 이 경우 ‘취소’는 일종의 불이익 처분이므로 절차 및 기준을 자세히 규정하여야 함
- 국토교통부장관의 사무소출입권과 검사·질의권 등 항공법 제153조에 따른 점검·검사 결과 기망에 의한 인증 및 성능적합증명 기준 미달 등 인증을 취소하여야 하는 사가 확인되는 경우 국토교통부장관이 이를 기속적 또는 재량적으로 취소하거나 효력을 정지할 수 있도록 함
  - ▸ 이를 위하여 항공법 제80조의2에 제2항을 신설하여 항행안전시설의 성능적합증명 취소 및 효력정지의 요건과 절차를 규정함

㉱ SBAS 설치 및 운영 측면의 사후감독

- 「항행안전시설 관리 및 운영규정」은 항행안전시설의 개량 또는 개조가 가능함을 전제로 하는 규정을 다수 두고 있지만, 항행안전시설의 개량 또는 개조에 따른 사후적인 인증절차를 마련할 필요가 있음
  - ▸ 항행안전시설을 개량하거나 개조함에 있어서 완성검사(혹은 운용개시검사) 등 설치 단계의 인증절차에 준하는 사후적 인증절차가 요구되는 변경사항과 통보로서 충분한 변경사항을 구분하고, 전자의 경우에는 항행안전시설의 변경에 대한 인증제도를 마련하는 방안을 고려할 수 있음
  - ▸ 다만, 설치·운영 이전의 항행안전시설은 사전에 인증을 통하여 검증하는 절차가 요구됨에 반하여, 운영 중에 있는 항행안전시설은 당해 항행안전시설의 기능이 저해됨이 없이 해당 시설의 성능이 정확하게 유지됨으로써 항공기의 안전운항에 영향을 미치지 않도록 관리하는 것이 요구된다는 점에서 관리검사제도의 보완을 통하여 항행안전시설의 변경에 따른 위험을 관리하는 방안을 고려할 수도 있음
    - ※ 향후, 시스템/ 시설 및 운영 인증체계가 구체화됨에 따라 대응되는 법제도 또한 지속적으로 보완·개선될 필요가 있음

4. APV-I급 SBAS 인증을 위한 국외 기술협력 개발 비용 분석

○ 소요비용 분석은 기술 단위 수행되며 전체 공정을 빠짐없이 도출하기 위하여 세부기술 분류를 선행

○ 세부기술은 사업단, 인증지원, 시스템인증 기준, 시스템 검사기술 및 절차, 시스템 검사, 시설 및 운영 인증 기준, 시설 및 운영 검사기술 및 절차, 시설 및 운영 검사 등의 영역으로 도출

가. 기술협력 소요비용 산출 항목

○ SBAS 인증의 세부기술 도출을 위하여 인증의 전 과정을 일반적 또는 특수적인 프로젝트의 절차 및 상위/하위요소 등으로 분석 수행

- 미국 WAAS, 유럽 EGNOS, 일본 MSAS, 인도 GAGAN의 국외 SBAS 인증 사례와 국내법제도 현황을 분석하여 프로젝트단위의 상위/하위요소 등으로 분석 수행

○ 이러한 일련의 분석과정에 따라 SBAS 인증의 목표 및 절차단위의 세부기술 도출

- SBAS 체계에 따라 시스템인증 기준, 시스템 검사기술 및 절차, 시스템 검사 등과 관련된 기술은 시스템인증기술로 분류
- 그리고 시설 및 운영 인증 기준, 시설 및 운영 검사기술 및 절차, 시설 및 운영 검사 등과 관련된 기술은 시설 및 운영 인증기술로 분류

○ 사업단, 인증지원은 시스템인증, 시설 및 운영 인증과 모두 관련되므로 공통기술로 분류

〈표 2.2-6〉 SBAS 인증 세부기술

Level 1	Level 2	Level 3
공통기술	사업단	과제 관리, 책임 운영, 연구사업 경영관리 업무 총괄, 예산 및 일정 결정, 진도점검, 성과관리, 기술관리, 위험관리
	인증지원	인증절차 - 인증마스터플랜 수립, 인증절차 수립 심의위원회 - 심의위원회 운영방안 수립, 관련 정부기관 간 업무협의, 심의위원회 운영 지원 사후관리 - SBAS 성능유지 관리 및 검사 방안 수립, SBAS 시스템 변경 적용 및 관리 방안 수립 법제도 - 시스템인증, 시설 및 운영 인증 관련 법제도 개선안, 인증 사후관리 관련 법제도 개선안
시스템인증 기술	시스템 인증기준	시스템 성능 기준 분석, 시스템 인증기준 수립
	시스템 검사기술 및 절차	시스템 설계보증(요구사항/설계/구현 및 통합/시험 내역 등) 검사기술, 시스템 성능(안전성, 무결성, 보안성 등) 검사기술, 시스템 검사절차, 성능적합증명 검사절차 분석 및 보완사항 도출
	시스템 검사	시스템 검사계획, 시스템 및 서브시스템 설계보증 검사, 성능적합증명 검사, 검사보고서 작성
	국외협력	시스템인증 국외 협력
	국내외자문 (시스템인증)	시스템인증 관련 국내외 자문
시설 및 운영 인증기술	시설 및 운영 인증기준	설치적합성, 품질 및 안전관리, 지상검사, 비행검사 시스템관리, 유지보수, 시범운영 및 운영준비 등 인증기준 수립
	시설 및 운영 검사기술 및 절차	인증기준별 검사기술, 검사항목 식별 및 검사절차
	시설 및 운영 검사	시설 및 운영 검사계획, 인증기준별 검사, 검사보고서 작성
	국내외자문 (시설 및 운영 인증)	시설 및 운영 인증 관련 국내외 자문

나. 기술협력 소요비용 산출 결과

○ SBAS 인증 과제 전체 소요 비용은 289억원이며 인증지원 약 9.3%, 시스템인증 69.6%, 시설 및 운영 인증 21.1%로 구분되며 상세 비용은 아래와 같음

〈표 2.2-7〉 SBAS 인증 연차별 세부 비용분석

Level 1	Level 2	1차년	2차년	3차년	4차년	5차년	6차년	7차년	8차년	소계	비율(%)
공통기술	사업단	2.12	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	23.12	9.3
	인증지원	1.53	0.80	-	-	1.25	-	-	0.30	3.88	
시스템인증기술	시스템 인증기준	3.05	-	-	-	-	-	-	-	3.05	69.6
	시스템 검사기술 및 절차	-	14.10	10.00	7.00	-	-	-	-	31.1	
	시스템 검사	1.00	10.00	13.90	16.90	19.65	13.40	14.40	8.40	97.65	
	국외협력 (시스템)	-	10.00	10.00	10.00	15.00	10.00	5.00	5.00	65	
	국내외자문 (시스템)	0.30	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.30	4.2	
시설 및 운영 인증기술	시설 및 운영 인증기준	1.50	1.00	-	-	-	-	-	-	2.5	21.1
	시설 및 운영 검사기술 및 절차	0.00	7.50	4.00	4.00	0.50	-	-	-	16	
	시설 및 운영 검사	0.50	0.50	5.00	5.00	7.00	6.70	6.70	6.70	38.1	
	국내외자문 (시설 및 운영)	-	1.00	1.00	1.00	0.50	0.30	0.30	0.30	4.4	
		10	48.5	47.5	47.5	47.5	34	30	24	289	100

제3장 최종 연구성과

제1절 본 사업 추진 방안

1. 본 사업 총괄 범위

○ SBAS 서비스를 제공하기 위해서는 SBAS 시스템 개발, SBAS 시스템 운용, SBAS 시스템 인증 부분이 모두 개발되어야 함

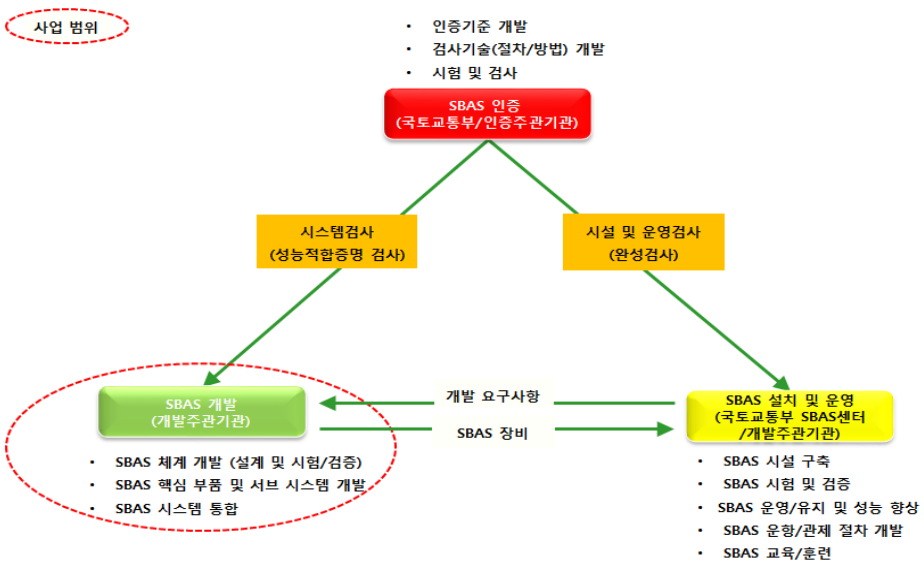
○ 본 사업의 예비타당성 조사에 근거하여 본 사업의 범위는 "SBAS 시스템 개발" 부분을 사업 범위로 설정하며 세부 사업 범위는 아래와 같음

- APV-I급 SBAS 개발 (제 1 핵심과제)
- CAT-I급 이중주파수 SBAS 기술 개발 (제 2 핵심과제)

○ 그러나, 본 연구 결과로 도출되는 본 사업 추진 방법에는 “SBAS 시스템 개발” 부분과 "SBAS 시스템 인증“ 부분을 포함하여 설명함

- “SBAS 시스템 개발”은 예비타당성 조사에서 제시된 사업비로 수행
- “SBAS 시스템 인증”은 별도 예산으로 사업 수행

○ 또한, “SBAS 시스템 운용”은 본 연구에서 다루지 않으며, 본 사업의 범위에 포함되지 않음



〈그림 3.1-1〉 본 사업 총괄 범위

2. 본 사업 연구개발 전략

○ 본 사업 추진 결과를 바탕으로 본 사업 이후 진행할 SBAS 국산화 개발 전략 고려

- APV-I급 시스템 개발 및 인증 과정을 통하여 축적한 체계 및 인증 기술을 바탕으로 CAT-I급 핵심 기술 개발을 통하여 축적한 알고리즘을 적용하여 CAT-I급의 국산화 시스템 개발
- 단, CAT-I급 시스템에 포함되어야 하는 단일주파수 핵심 알고리즘 개발의 경우 본 사업 범위에 포함되지 않으므로 별도의 연구 개발 과정이 필요할 수 있음

※ 본 사업 이후의 SBAS 개발은 향후 본 사업 진행 상황, 이중주파수 GNSS 구축 진행 상황 및 국제 표준 제정 진행 상황에 따라 구체적인 계획 수립 및 수행 필요

○ “SBAS 시스템 개발”을 위한 세부 사업 범위는 다음과 같이 Version 1과 Version 2로 나누어 “APV-I급 SBAS 시스템 개발”(제1핵심과제, SBAS V.1)과 “CAT-I급 SBAS 기술 개발”(제2핵심과제, SBAS V.2 시험운영)로 각각 진행함

○ 본 사업의 제1핵심과제는 국외협력 위주로 진행하며, 제2핵심과제는 국내개발 위주로 진행하여 본 사업 이후 본격적인 “SBAS V.2 시스템 개발” 사업을 준비

○ 본 사업 수행 시 제2핵심과제는 제1핵심과제에서 획득한 기술을 최대한 적용하도록 하며 구축 시스템 간에도 아래 그림과 같이 밀접한 연관성을 갖도록 함

- 제2핵심과제의 시험운영시스템은 제1핵심과제 SBAS 운영시스템에서 수집된 기준국 데이터를 직접 활용하여 알고리즘 개발을 수행함으로써 운영시스템 결과와의 비교 분석을 통한 자체 알고리즘 성능 향상 도모
- 제2핵심과제의 감시 및 제어 시연장비는 제1핵심과제를 통하여 방송된 SBAS 신호를 수집하여 처리함으로써 운영시스템 결과와의 비교 분석을 통한 성능 향상 도모
- 제2핵심과제 시험운영시스템에서 생성된 SBAS 신호는 제1핵심과제 운영시스템의 운영에 영향을 주지 않는 범위 내에서 위성통신국 및 정지궤도 위성 L5 신호를 사용하여 연동 시험 수행

3. 본 사업 연구개발 방안

가. 본 사업 연구개발 내용

- 제1핵심과제의 결과는 항공용 인증을 획득한 SBAS 장비로 성능 요구조건이 매우 엄격하므로 주어진 예산 및 일정을 고려하여 기개발 업체의 경험을 최대한 활용한 공동개발을 추진하고 이를 통한 관련 기술 습득을 도모

- 제2핵심과제에서는 제1핵심과제를 통하여 획득이 어려운 핵심 기술 위주의 개발을 수행하며 이 과정에서 제1핵심과제에서 습득한 체계 관련 기술을 최대한 활용
- 본 사업 종료 시 제1 및 제2핵심과제에서 습득한 기술들을 종합하게 되면 CAT-I급 성능의 SBAS V.2 체계 개발을 위한 기반 기술을 다수 보유하게 되어 SBAS V.2의 경우 국산화 가능성을 크게 향상시킬 수 있음

○ 공통 기술

- 총괄 체계 및 하위시스템 개발 시 공통적으로 적용되는 기술은 요구사항 분석 및 할당, 품질 관리, 안전성 관리, 설계 및 제작, 시스템 통합 및 검증, 인증을 위한 산출물 생성 등의 체계 공학 및 인증 관련 기술
- 제1핵심과제에서 획득한 공통 기술은 제2핵심과제 전체에 적용

○ 체계 기술

- 제1핵심과제의 체계 개발을 통하여 획득할 기술은 네트워크 설계, 항법성능 분석, 운영체계 개발, 비행검사 등
- 제1핵심과제에서 획득한 네트워크 설계 및 항법성능 분석 기술은 제2핵심과제의 제1세부과제에 적용

○ 통합운영국 기술

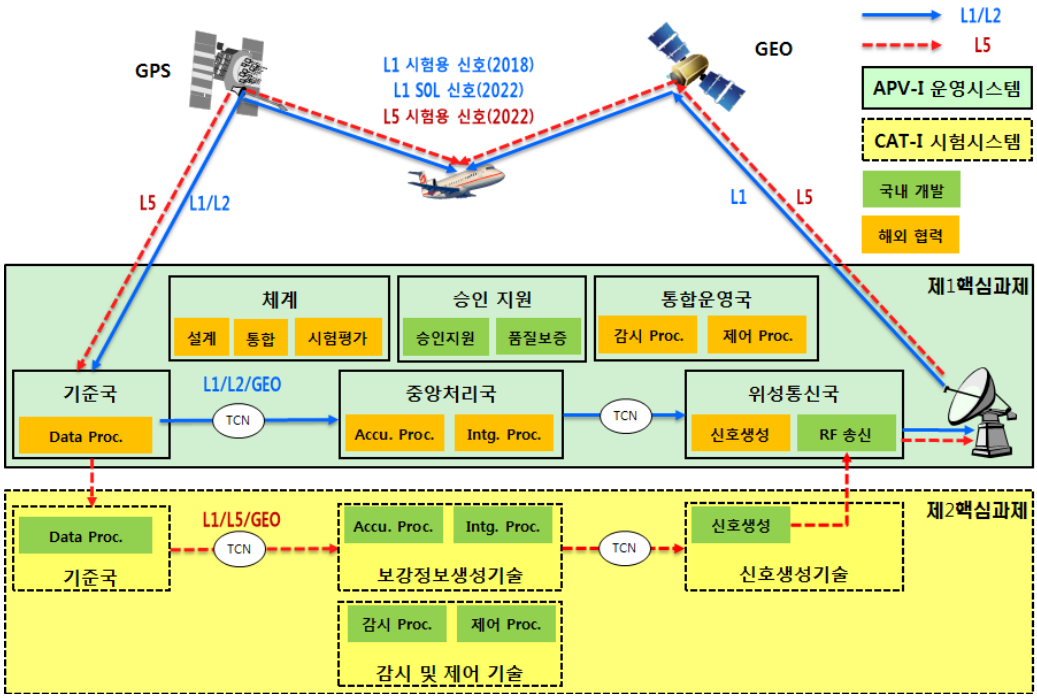
- 제1핵심과제의 통합운영국 개발을 통하여 획득할 기술은 성능 분석 기술, 시스템 감시/제어/운영 기술 등
- 제1핵심과제에서 획득한 기술은 제2핵심과제의 제1세부과제에 적용

○ 중앙처리국 기술

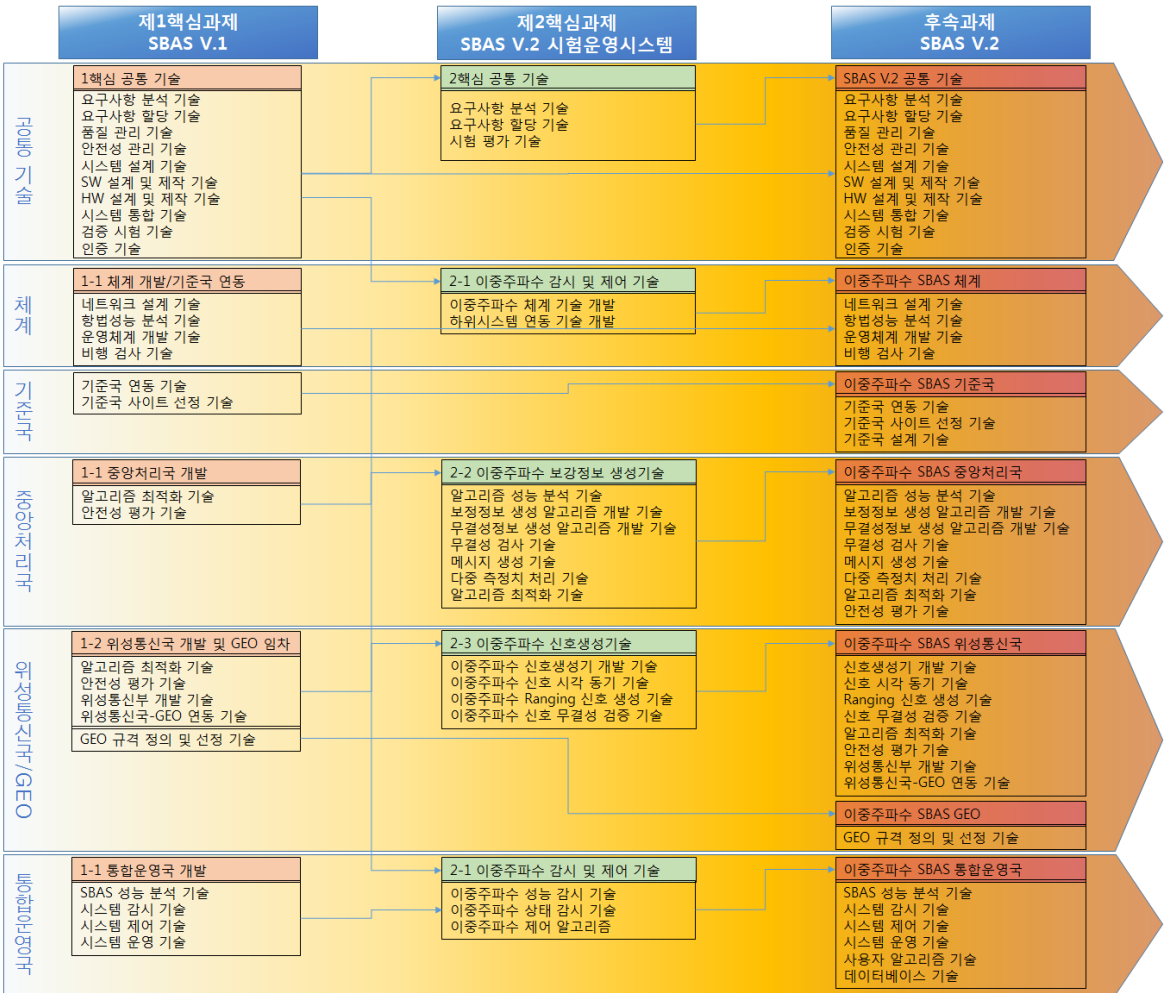
- 제1핵심과제의 중앙처리국 개발을 통하여 획득할 기술은 알고리즘 최적화 및 안전성 평가 기술로 예상됨
- 제1핵심과제에서 획득한 기술은 제2핵심과제의 제2세부과제에 적용되어 향후 V.2의 인증을 고려한 핵심 알고리즘 개발에 활용

○ 위성통신국 및 정지궤도위성 기술

- 제1핵심과제의 위성통신국 개발을 통하여 획득할 기술은 알고리즘 최적화, 안전성 평가, 위성통신부 개발, 위성통신국-GEO 연동 기술, GEO 규격 정의 및 선정 기술 등
- 제1핵심과제에서 획득한 기술은 제2핵심과제의 제3세부과제에 적용되며 향후 V.2의 인증을 고려한 핵심 알고리즘 개발에 활용



〈그림 3.1-2〉 본 사업 핵심 과제 간 관계



〈그림 3.1-3〉 본 사업 세부 과제 간 관계와 후속 사업의 연관성

나. 본 사업 연구개발 계획

(1) 제 1 핵심과제

○ 목표 : APV-I 급 SoL 서비스를 위한 SBAS 개발

- 1단계 (시스템 설계 및 개발) : 2014년 10월 ~ 2017년 6월 (2년 9개월)
- 2단계 (시스템 통합 및 초기 운영 준비) : 2017년 7월 ~ 2019년 6월 (2년)
- 3단계 (시스템 인증 및 최종 운영 준비) : 2019년 7월 ~ 2022년 6월 (3년)

(2) 제 2 핵심과제

○ 목표 : CAT-I급 시험운영을 위한 SBAS 기술 개발

- 2단계 (이중주파수 SBAS 기술 개발) : 2017년 7월 ~ 2019년 6월 (2년)
- 3단계 (이중주파수 SBAS 시연장비 개발 및 시험운영) : 2019년 7월 ~ 2022년 6월 (3년)

다. 본 사업 이후 연구개발 계획

○ 목표 : CAT-I급 SBAS 운영 시스템 국산화 개발 및 인증

- 시스템 설계 및 개발, 인증 및 운영 준비 : 2022년 7월 ~
- CAT-I급 상용서비스 제공 : 2032년 이후

※제시된 일정은 예시이며 본 사업 진행 상황, 이중주파수 GNSS 구축 진행 상황 및 국제 표준 제정 진행 상황에 따라 구체적인 계획 수립 및 수행 필요



〈그림 3.1-4〉 APV-I급 SBAS 개발과 CAT-I급 핵심기술 개발 관계

4. 본 사업 추진 일정

○ 본 사업은 3단계로 진행

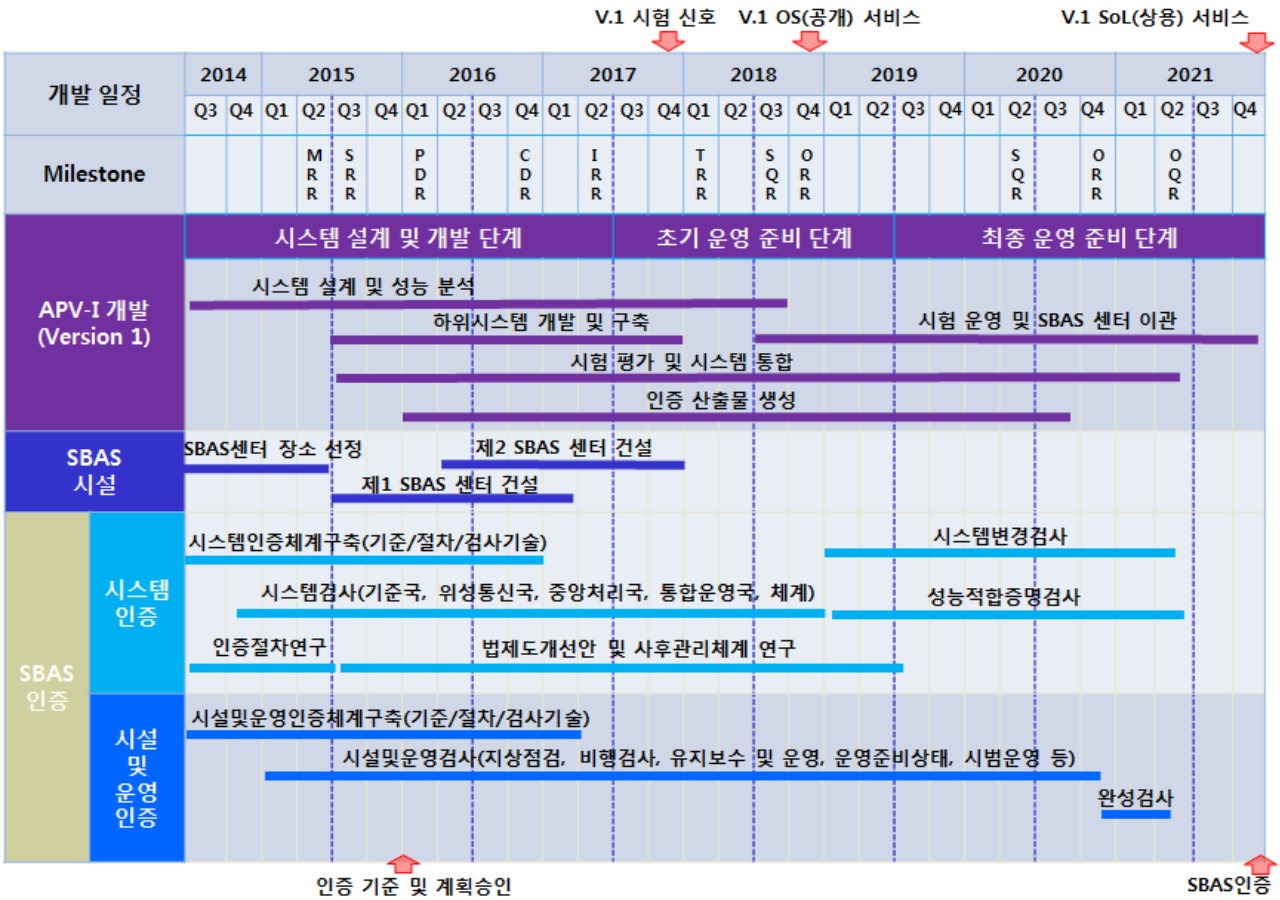
- 시스템 설계 및 개발 단계 : 2014년 하반기 ~ 2017년 상반기
- 초기 운영 준비 단계 : 2017년 하반기 ~ 2019년 상반기
- 최종 운영 준비 단계 : 2019년 하반기 ~ 2022년 상반기

○ 본 사업의 추진 일정에서 중요 시점을 기술하면 다음과 같음

- 2017년 말 : APV-I급 SBAS 시험 신호 방송
- 2019년 중 : APV-I급 SBAS 공개 서비스 신호 방송
- 2022년 중 : APV-I급 SBAS SoL 서비스 신호 방송

○ 본 사업의 추진 일정을 아래와 같이 진행하기 위하여 다음의 별도 사업 필요

- SBAS 시설 구축 사업 : SBAS 센터 건설에 관한 별도 사업 필요
- SBAS 인증 사업 : APV-I급 SBAS 시스템 인증에 대한 별도 사업 필요
- SBAS 운영 사업 : APV-I급 SBAS 시스템 운영에 대한 별도 사업 필요



〈그림 3.1-5〉 본 사업 추진 일정

5. 본 사업 국외협력 방안

○ 본 사업 중 제 1 핵심과제 수행을 위한 국외협력 방안은 아래와 같이 정리됨

○ SBAS 기술 개발 및 시스템 구축을 위한 방안 수립을 위하여 앞서 분석된 필요 기술 및 필요 기술들에 대한 국내 기술 보유 수준, 주어진 일정 및 예산에 대한 고려 필요

○ SBAS 개발을 위한 주요 활동에 대한 국외 협력 방안, 국내외 예산을 다음 표에 정리하였으며 체계 및 하위시스템(통합운영국, 중앙처리국, 위성통신국, 기준국)에 따라 분류하여 제시

가. 체계 국외 기술협력 개발 방안

〈표 3.1-1〉 시스템 체계 개발 국외 협력 방안 및 예산

주요 활동		협력 방안	예산		
			국내	국외	합계
총괄 관리		공동개발	8.02	32.08	40.1
품질 관리		기술협력	3.42	13.64	17.06
안전성 관리		공동개발	8.48	8.48	16.96
시스템 총괄	기술 협력	공동개발	3.00	11.98	14.98
	서비스/시스템 규격 정의	공동개발	2.27	9.09	11.36
시스템 설계	구조, IF, 규격 설계	기술협력	8.56	34.24	42.8
	네트워크 체계	국내주도	16.51	7.08	23.59
항법성능분석		기술협력	3.67	14.68	18.35
운영체계		공동개발	4.00	16.00	20
통합 검증		공동개발	9.94	6.62	16.56
시험계획		공동개발	6.95	4.64	11.59
시스템통합		공동개발	7.03	4.69	11.72
시스템검증		공동개발	9.23	6.16	15.39
시스템배포		공동개발	7.60	5.07	12.67
검증도구		공동개발	1.40	0.93	2.33
비행 검사		국내독자	10.00	0.00	10
기술자문			0	85	85
부대비용			50	0	50
총계			160.08	260.38	420.46

나. 통합운영국 국외 기술협력 개발 방안

〈표 3.1-2〉 통합운영국 개발 국외 협력 방안 및 예산

구분	부품/기능		협력 방안	예산		
				국내	국외	합계
체계 (공통 적용)	총괄 관리		공동개발	부분별 예산에 포함		
	품질 관리					
	안전성 관리					
	요구사항 분석					
	시스템 설계					
핵심부	HW	HW 설계 및 제작	공동개발 부품구매	6.96	27.83	34.79
		시스템 감시 장비				
		시스템 제어 장비				
		유지보수 장비				
		디스플레이 장비				
		랙				
		전원 장치				
		통풍 장치				
		유지보수 터미널				
	SW	SW 설계 및 코딩	공동개발			
		자료 처리				
		디스플레이				
		SW/HW 감시				
		제어 명령 전달				
네트워크 장비	HW	HW 설계 및 제작	부품구매	0	8.27	8.27
		네트워크 장비				
		외부 인터페이스				
	SW	SW 설계 및 코딩	기술도입			
		네트워크 감시				
저장 서버	HW	HW 설계 및 제작	부품구매	0	16.03	16.03
		데이터 수집/저장/분석 시스템				
	SW	SW 설계 및 코딩	기술도입			
		데이터 수집 및 저장				
		데이터 분석, 처리, 재생산				
통합 검증 시험			공동개발	17.85	11.90	29.75
네트워크 시설			국내독자	30.00	0	30.00
총계				54.81	64.03	118.84

다. 중앙처리국 국외 기술협력 개발 방안

〈표 3.1-3〉 중앙처리국 개발 방안 및 예산

구분	부품/기능		개발 방안	예산 (억원)		
				국내	국외	합계
체계 (공통 적용)	총괄 관리		공동개발	부분별 예산에 포함		
	품질 관리					
	안전성 관리					
	요구사항 분석					
	시스템 설계					
통합부	HW	HW 설계 및 제작	기술도입 부품구매	0	12.69	12.69
		GPS 안테나				
		낙뢰차단기 및 신호증폭기				
		GPS 수신기				
		네트워크 장비				
		랙				
		전원 장치				
		통풍 장치				
		유지보수 터미널				
처리부	HW	HW 설계 및 제작	공동개발 부품구매	21.33	85.34	106.67
		보정 프로세서				
	SW	SW 설계 및 코딩	공동개발			
		데이터 수집 및 전처리				
		위성궤도/시각 보정정보 결정				
		전리층 보정정보 결정				
		SBAS 네트워크 시간 결정				
검증부	HW	HW 설계 및 제작	기술도입 부품구매	0	15.70	15.70
		무결성 프로세서				
		데이터 비교 프로세서				
	SW	SW 설계 및 코딩	기술도입			
		위성궤도/시각 무결성 정보 결정				
		전리층 무결성 정보 결정				
		무결성 검사				
		SBAS 메시지 생성				
통합 검증 시험			공동개발	20.85	13.90	34.75
총계				42.18	127.63	169.81

라. 위성통신국 국외 기술협력 개발 방안

〈표 3.1-4〉 위성통신국 개발 방안 및 예산

구분	부품/기능		개발 방안	예산 (억원)		
				국내	국외	합계
체계 (공통 적용)	품질 관리		공동개발	부분별 예산에 포함		
	안전성 관리					
	요구사항 분석					
	시스템 설계					
신호 생성부	H W	HW 설계 및 제작	공동개발 부품구매	12.00	15.00	27.00
		펄스분배 증폭기 장비				
		신호생성 장비				
		통풍 장비				
		주파수 분배 장비				
		GPS/SBAS 항법신호 수신장비				
		전원 장비				
	S W	SBAS 신호생성	공동개발			
		GPS/SBAS 시각동기				
		코드 및 반송파 동기				
		GEO 신호 조정(Steering)				
신호검증부	H W	HW 설계 및 제작	공동개발 부품구매	17.00	33.00	50.00
		시스템 감시 장비				
		신호처리 장비				
		SBAS 신호 무결성 검사 구동장비				
		통풍 장비				
		시스템 제어 장비				
		디스플레이 장비				
		전원 장비				
	S W	SBAS 무결성 체크	공동개발			
		GEO 위성 TLT 감시				
		SBAS 하향신호 무결성 체크				
		SBAS 메시지 무결성 감시				
		무결성 정보 전송				
		광역차분 정보 송출				
RF 유닛트	H W	L1 대역 저잡음 증폭기 어셈블리	국내독자	90.00	0	90.00
		L5 대역 저잡음 증폭기 어셈블리				
		RF 부품류 (RF 신호 결합장비,웨이브가이드 & 각종 스위치류)				
		고출력 증폭장비				
		시험루프 변환 장비				
		주파수 변환 증폭장비				
		상향 주파수 변환장비				
		하향 주파수 변환장비				
		대형 반사판 안테나				
	S W	구성장비 감시 및 제어	국내독자	13.00	0	13.00
		시험 루프 변환				
통합 검증 시험			공동개발	2.00	3.00	5.00
총계				**134**	**51**	**185**

마. 기준국 국외 기술협력 개발 방안

〈표 3.1-5〉 기준국 개발 방안 및 예산

구분	부품/기능		개발 방안	예산 (억원)		
				국내	국외	합계
기준국 사이트 선정	환경조사/분석		공동개발	7.9	5.3	13.2
	사이트 선정					
설계/제작/설치 /검증	HW	GPS/SBAS 기준국 수신장비	공동개발 부품구매	39.0	10.0	49.0
		원자시계				
		기준국 로컬 프로세서				
		네트워크 장비				
		랙 캐비닛				
		전원장치				
		통풍 장치 및 항온항습시설				
		유지보수 터미널				
	SW	기준국 로컬 프로세서	공동개발			
운영/유지보수	HW	운영 프로세서	공동개발 부품구매	4.6	1.2	5.8
		유지보수 장치				
	SW	운영 프로세서	공동개발			
IF(연동) /통합시험	기준국, 중앙처리국 연동 설계		국내독자	15.0	0	15.0
	기준국 후보지 선정에 따른 APV-I 가용성 분석					
	기준국, 중앙처리국 연동 성능분석					
총계				66.5	16.5	83.0

※ 해양수산부 별도 예산 포함

제2절 본 사업 비용 산출 및 인력활용 계획

1. 비용 산출 근거

○ 비용분석은 각 국외 기술협력 대상 업체가 제시한 자료 및 국내 설계/목표 사양, 국내 환경 등을 복합적으로 고려하여 산출

가. 사업단 비용 산출 근거

○ SBAS 사업단은 SBAS 시스템 개발 및 구축을 위한 최상위 제어, 관리, 부가임무를 수행하며 다수의 국내 유사사례를 통한 경험, 개발구축의 효율성, 보안성 등을 고려하여 국내주도 100%로 산정

〈표 3.2-1〉 사업단 공동개발 세부 비용 분석

단위 : 억원

	1차년	2차년	3차년	4차년	5차년	6차년	7차년	8차년	소계	비고
총비용	6.89	8.54	8.55	8.55	8.55	8.55	8.80	4.45	62.88	
국외비용	-	-	-	-	-	-	-	-	0	
협력비율 (%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

나. 제 1 핵심과제 비용 산출 근거

(1) 체계

○ 체계는 관련 설계, 절차, 검증, 운영 등의 다양한 활동에 대하여 전반적인 수행 경험이 부족하므로 이를 확보하여 내재화하기 위한 형태로 추진

○ 소요비용 산출을 위한 세부 기술협력 비중 산출 근거

- 체계는 SBAS 개발구축의 프로젝트관리, 시스템체계, 통합검증, 기반시설총괄 등이 복합적으로 연계되어 있음
- 국내의 기술적, 경제적, 환경적인 요인을 고려하여 기술협력 비중을 산정하며 이러한 기술협력을 통하여 설계, 기술 등을 확보하기 위한 형태로 추진
- SBAS 개발구축의 경험적 기술 강도가 높은 프로젝트관리, 시스템 체계의 기술협력 비중은 높으며, 통합검증, 기반시설 등은 기술협력 비중이 낮음

○ 기술협력 비중을 고려한 소요비용 산출

- 체계 소요비용 대비 국외 소요비용의 비율은 약 61.93%로 분석

〈표 3.2-2〉 체계 기술협력 세부 비용 분석

단위 : 억원

	1차년	2차년	3차년	4차년	5차년	6차년	7차년	8차년	소계	비고
총비용	30.60	63.39	134.18	88.76	43.04	33.04	9.96	17.50	420.47	
국외비용	23.90	46.23	68.58	48.36	29.72	21.92	6.11	15.54	260.36	
국외비율 (%)	78.11	72.93	51.11	54.49	69.05	66.36	61.34	88.84	61.93	

(2) 통합운영국

○ 통합운영국은 핵심부, 통합검증시험, 네트워크장비, 저장서버, 네트워크 시설이 포함

○ 소요비용 산출을 위한 세부 기술협력 비중 산출근거

- 통합운영국은 설계, 개발 등의 전반적인 수행 경험이 부족하므로 이를 확보하기 위한 형태로 추진되어야 함

▸ 통합운영국 핵심부는 SBAS 시스템의 규정, 절차, 운영성능 검증 등에 대한 기술확보를 위하여 공동개발 비중을 해외 80%, 국내 20%로 산정

▸ 통합운영국 통합검증시험은 핵심부, 처리부, 검증부의 기술을 내제화 하기 위하여 해외 40%, 국내 60%로 산정

○ 기술협력 비중을 고려한 소요비용 산출

- 통합운영국 소요비용 대비 국외 소요비용의 비율은 약 53.9%로 분석

〈표 3.2-3〉 통합운영국 기술협력 세부 비용 분석

단위 : 억원

	1차년	2차년	3차년	4차년	5차년	6차년	7차년	8차년	소계	비고
총비용	4.82	10.89	46.38	8.33	10.76	15.52	16.15	6.00	118.85	
국외비용	3.86	9.78	38.50	2.13	1.90	3.81	4.06	0.00	64.04	
국외비율 (%)	80.0	89.8	83.0	25.6	17.7	24.5	25.1	0.0	53.9	

(3) 중앙처리국

○ 중앙처리국은 통합부, 통합검증시험, 처리부, 검증부로 구분

○ 소요비용 산출을 위한 세부 기술협력 비중 산출근거

- 중앙처리국은 설계, 개발 등의 전반적인 수행 경험이 부족하므로 이를 확보하기 위한 형태로 추진되어야 함

▸ 중앙처리국 통합부는 SBAS 시스템의 규정, 절차, 운영성능 검증등에 대한 기술확보를 위하여 공동개발 비중을 국외 독자(100%)로 산정

▸ 중앙처리국 통합검증시험은 통합부, 처리부, 검증부의 기술을 내제화 하기 위하여 국외 40%, 국내 60%로 산정

▸ 중앙처리국 처리부는 관련 기술 확보를 위하여 공동개발 비중을 국외 80%, 국내 20%로 산정

▸ 중앙처리국 검증부는 관련 기술 확보를 위하여 기술협력 비중을 국외 도입(100%)로 산정

○ 기술협력 비중을 고려한 소요비용 산출

- 중앙처리국은 각 개발항목별 공동개발비중에 따라 계상되며 국내 총 소요비용 42.19억원, 해외 총 소요비용 149.64억원으로 계상

- 중앙처리국 총 소요비용 대비 국외 소요비용의 비율은 약 75.2%로 분석

〈표 3.2-4〉 중앙처리국 기술협력 세부 비용 분석

단위 : 억원

	1차년	2차년	3차년	4차년	5차년	6차년	7차년	8차년	소계	비고
총비용	6.70	29.98	98.38	6.33	5.30	11.43	11.69	-	169.81	
국외비용	1.34	4.35	15.64	3.80	3.18	6.86	7.02	-	42.19	
국외비율 (%)	80.0	85.5	84.1	40.0	40.0	40.0	40.0	-	75.2	

(4) 위성통신국

○ 위성통신국은 위성I/F(시스템체계), 위성통신국(시스템개발), 위성임차(위성임차), 위성통신국시설(기반시설)이 포함되며 세부 소요비용 산출을 위하여 신호발생부, 신호처리부, 접속부, RF변환부, 위성임차로 기능적으로 재 분류

○ 소요비용 산출을 위한 세부 기술협력 비중 산출 근거

▸ 위성통신국 신호생성부는 국내의 개발, 구축, 운영 사례가 없으며 SBAS 시스템의 성능 및 안정성을 보장하기 위하여 도입하며, 관련 기술을 국외 80%, 국내 20%로 산정

▸ 위성통신국 신호검증부(위성과의 접속 기능 포함)는 관련 기술 습득을 위하여 기술협력 비중을 국외 80%, 국내 20%로 산정

▸ 위성통신국 통합검증 시험은 관련 기술 습득을 위하여 기술협력 비중을 국외 80%, 국내 20%로 산정

▸ RF 변환부(안테나 포함)는 관련 기술 및 운영을 위하여 국내 100%인 독자로 개발 추진

▸ 위성임차는 국외위성을 활용하므로 국외 100% 도입으로 추진

○ 소요비용 산출

- 위성통신국은 신호생성부 27억원, 신호검증부(위성접속기능 포함) 55억원, RF변환부 103억원, 위성임차 120억원으로 총 305억원 소요

○ 기술협력 비중을 고려한 소요비용 산출

- 위성통신국은 각 개발항목단위 공동개발 비중에 따라 계상되며 국내 총 소요비용 134억원, 해외 총 소요비용 171억원(임차 포함)으로 계상

- 위성통신국 총 소요비용 대비 해외 소요비용의 비율은 약 56.1%이며 이에 대한 세부 비용은 아래의 표에 제시

〈표 3.2-5〉 위성통신국 기술협력 세부 비용 분석

단위 : 억원

	1차년	2차년	3차년	4차년	5차년	6차년	7차년	8차년	소계	비고
총비용	3.00	30.00	60.00	35.00	37.00	40.00	50.00	50.00	305.00	
국외비용	0.00	10.00	10.00	20.00	20.00	25.00	36.00	50.00	171	
국외비율 (%)	0	33.3	16.7	57.1	54.1	62.5	72.0	100	56.1	

(5) 기준국

○ 기준국은 '기준국 시스템 개발기술'과 '기준국과 중앙처리국 간의 IF/통합시험기술'로 크게 구분되며, 기준국 시스템 개발기술은 사이트 조사/선정, 설계/제작/설치/검증기술, 운영/유지보수 기술로 구분

○ 소요비용 산출을 위한 세부 기술협력 비중 산출근거

- 기준국은 국내에서 전국망 위성항법보정시스템(DGPS)을 구축, 운영한 경험이 있으므로 연구개발 비용과 개발 기간을 최소화 하면서, SBAS 기준국 관련 기술을 최대한 확보할 수 있는 형태로 추진

▸ 기준국 사이트 조사·선정 기술은 관련 기술 확보를 위하여 기술협력 비중을 국외 40%, 국내 60%로 산정

▸ 기준국 설계·제작·설치·검증 기술은 관련 기술 확보를 위하여 기술협력 비중을 국외 20%, 국내 80%로 산정

▸ 기준국 운영·유지보수 기술은 관련 기술 확보를 위하여 기술협력 비중을 국외 20%, 국내 80%로 산정

○ 기술협력 비중을 고려한 소요비용 산출

- 기준국의 총 개발비용은 83억원(본 사업(국토부) 15억원, 별도 사업(해양부) 68억원)으로 구성되며 상세 비용은 아래의 표에 제시

〈표 3.2-6〉 기준국 기술협력 세부 비용 분석(총 비용)

단위 : 억원

	1차년	2차년	3차년	4차년	5차년	6차년	7차년	8차년	소계	비고
기준국	-	23.20	23.80	21.00	-	-	-	-	68	
IF/ 통합시험	3.00	4.00	4.00	4.00	-	-	-	-	15	
연차별 총비용	3.00	27.20	27.80	25.00	0	0	0	0	83	

- 본 사업의 상세 비용은 아래의 표에 제시

〈표 3.2-7〉 기준국 기술협력 세부 비용 분석(본 사업 비용)

단위 : 억원

	1차년	2차년	3차년	4차년	5차년	6차년	7차년	8차년	소계	비고
IF/ 통합시험	3.00	4.00	4.00	4.00	-	-	-	-	15.00	
연차별 총비용	3.00	4.00	4.00	4.00	0	0	0	0	15.00	

○ 기술협력 비중을 고려한 소요비용 산출

- 기준국은 각 개발항목단위 기술협력 비중에 따라 계상되며 국내 총 소요비용 66.5억원, 국외 총 소요비용 16.5억으로 계상
- 기준국 총 소요비용 대비 국외 소요비용의 비율은 약 19.9%이며 이에 대한 세부 비용은 아래의 표에 제시

〈표 3.2-8〉 기준국 공동개발 세부 비용 분석

단위 : 억원

	1차년	2차년	3차년	4차년	5차년	6차년	7차년	8차년	소계	비고
총비용	3.00	27.20	27.80	25.00	-	-	-	-	83	
국외비용		5.30	6.00	5.20	-	-	-	-	16.5	
국외비율 (%)	0	19.5	21.6	20.8	-	-	-	-	19.9	

다. 제 2 핵심과제 비용 산출 근거

(1) 이중주파수 SBAS 감시 및 제어기술 개발

○ 이중주파수 SBAS 감시 및 제어기술 개발은 감시 기술 개발, 제어 기술 개발, 시험운영 실시로 구성되며 이에 대한 소요 비용은 아래의 표에 제시

〈표 3.2-9〉 이중주파수 SBAS 감시 및 제어기술 개발 비용 분석

단위 : 억원

	1차년	2차년	3차년	4차년	5차년	6차년	7차년	8차년	소계	비고
감시 및 제어기술 개발	0.0	0.0	0.0	1.0	2.0	3.0	2.0	2.0	10	

(2) 이중주파수 SBAS 보강정보 생성기술 개발

○ 이중주파수 SBAS 보강정보 생성기술 개발은 기술 자립화를 위하여 국내 독자개발로 추진함

○ 이중주파수 SBAS 보강정보 생성기술 개발은 보정정보 생성, 무결성정보 생성 등으로 구성되며 이에 대한 소요 비용은 아래의 표에 제시

〈표 3.2-10〉 이중주파수 SBAS 보강정보 생성기술개발 비용 분석

단위 : 억원

	1차년	2차년	3차년	4차년	5차년	6차년	7차년	8차년	소계	비고
보강정보 생성기술 개발	0.0	0.0	0.0	4.0	7.0	9.0	6.0	4.0	30	

(3) 이중주파수 SBAS 신호생성기술 개발

○ 이중주파수 SBAS 신호생성기술 개발은 신호생성 알고리즘 개발, 신호생성기 개발, 시험신호 방송기술 개발로 구성되며 이에 대한 소요 비용은 아래의 표에 제시

〈표 3.2-11〉 이중주파수 SBAS 신호생성기술 개발 비용 분석

단위 : 억원

	1차년	2차년	3차년	4차년	5차년	6차년	7차년	8차년	소계	비고
신호생성기술 개발	0.0	0.0	0.0	3.0	4.0	6.0	4.0	3.0	20	

라. SBAS 인증기술 개발 과제 비용 산출 근거

○ SBAS 인증기술은 사업단, 인증지원, 시스템인증 기준, 시스템 검사기술 및 절차, 시스템 검사, 시설 및 운영 인증 기준, 시설 및 운영 검사기술 및 절차, 시설 및 운영 검사 등 항목 도출

○ 소요비용 산출을 위한 항목 산출 근거

- SBAS 인증의 세부기술 도출을 위하여 인증의 전 과정을 일반적 또는 특수적인 프로젝트의 절차 및 상위/하위요소 등으로 분석 수행
- 일련의 분석과정에 따라 SBAS 인증의 목표 및 절차단위의 세부기술 도출
  - ▸ SBAS 체계에 따라 시스템인증 기준, 시스템 검사기술 및 절차, 시스템 검사 등과 관련된 기술은 시스템인증기술로 분류
  - ▸ 시설 및 운영 인증 기준, 시설 및 운영 검사기술 및 절차, 시설 및 운영 검사 등과 관련된 기술은 시설 및 운영 인증기술로 분류
- 사업단, 인증지원은 시스템인증, 시설 및 운영 인증과 모두 관련되므로 공통기술로 분류

○ 기술협력 비중을 고려한 소요비용 산출

- SBAS 인증 과제 전체 소요 비용은 289억원이며 인증지원 약 9.3%, 시스템인증 69.6%, 시설 및 운영 인증 21.1%로 구분되며 상세 비용은 아래와 같음

〈표 3.2-12〉 SBAS 인증기술 기술협력 세부 비용 분석

단위 : 억원

구분		1차년	2차년	3차년	4차년	5차년	6차년	7차년	8차년	소계	비율 (%)
공통기술	사업단	2.12	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	23.12	9.3
	인증지원	1.53	0.80	-	-	1.25	-	-	0.30	3.88	
시스템 인증기술	시스템 인증기준	3.05	-	-	-	-	-	-	-	3.05	69.6
	시스템 검사기술 및 절차	-	14.10	10.00	7.00	-	-	-	-	31.1	
	시스템 검사	1.00	10.00	13.90	16.90	19.65	13.40	14.40	8.40	97.65	
	국외협력 (시스템)	-	10.00	10.00	10.00	15.00	10.00	5.00	5.00	65	
	국내외자문 (시스템)	0.30	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.30	4.2	
시설 및 운영 인증기술	시설 및 운영 인증기준	1.50	1.00	-	-	-	-	-	-	2.5	21.1
	시설 및 운영 검사기술 및 절차	0.00	7.50	4.00	4.00	0.50	-	-	-	16	
	시설 및 운영 검사	0.50	0.50	5.00	5.00	7.00	6.70	6.70	6.70	38.1	
	국내외자문 (시설 및 운영)	-	1.00	1.00	1.00	0.50	0.30	0.30	0.30	4.4	
		10	48.5	47.5	47.5	47.5	34	30	24	289	100

2. 비용 산출 내역

가. 총괄 비용

[단위: 백만원]

내역		국내/국외 비용	연도								합계
			'14년	'15년	'16년	'17년	'18년	'19년	'20년	'21년	
□ 다목적 SBAS 개발·구축사업 (국토교통부)		국내	2,614	6,696	14,793	9,864	6,891	7,574	5,776	2,441	56,649
		국외	3,386	8,984	21,358	7,032	5,974	5,780	5,485	6,554	64,553
		합계	6,000	15,680	36,151	16,896	12,865	13,355	11,260	8,995	121,202
□ 다목적 SBAS 개발·구축사업 (해양수산부)		국내	-	1,790	1,780	1,580	-	-	-	-	5,150
		국외	-	530	600	520	-	-	-	-	1,650
		합계	0	2,320	2,380	2,100	0	0	0	0	6,800
○ SBAS 사업단		국내	689	854	855	855	855	855	880	445	6,290
		국외	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1핵심	APV-I급 SBAS 개발	국내	1,925	7,632	15,717	9,788	4,736	4,919	3,696	1,095	49,508
		국외	3,386	9,514	21,958	7,552	5,974	5,780	5,485	6,554	66,203
1세부	■ 체계 개발	국내	670	1,716	6,560	4,039	1,332	1,112	385	195	16,009
		국외	2,390	4,623	6,858	4,836	2,972	2,192	611	1,553	26,035
	■ 기준국과 중앙처리국 간의 IF(연동) 및 통합시험	국내	300	400	400	400	-	-	-	-	1,500
		국외	-	-	-	-	-	-	-	-	0
	■ 기준국 (해양수산부 예산)	국내	-	1,790	1,780	1,580	-	-	-	-	5,150
		국외	-	530	600	520	-	-	-	-	1,650
	■ 통합운영국	국내	96	111	788	620	886	1,171	1,209	600	5,481
		국외	386	978	3,850	213	190	381	406	0	6,404
	■ 중앙처리국	국내	134	435	1,564	380	318	686	702	0	4,219
		국외	536	2,562	8,274	253	212	457	468	0	12,762
2세부	■ 위성통신국 및 위성임차	국내	225	1,650	3,025	1,250	1,100	1,250	1,000	0	9,500
		국외	75	1,350	2,975	2,250	2,600	2,750	4,000	5,000	21,000
3세부	■ 시스템 인증지원 및 품질보증	국내	500	1,000	1,000	1,000	1,100	700	400	300	6,000
		국외	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2핵심	CAT-I급 SBAS 핵심기술 개발	국내	0	0	0	800	1300	1800	1200	900	6,000
		국외	0	0	0	0	0	0	0	0	0

나. 사업단 비용

[단위: 백만원]

내역	국내/국외 비용	연도								합계
		'14년	'15년	'16년	'17년	'18년	'19년	'20년	'21년	
SBAS 사업단	국내	689	854	855	855	855	855	880	445	6,288

다. 제 1 핵심과제 비용

[단위: 백만원]

내역		국내/국외 비용	연도								합계
			'14년	'15년	'16년	'17년	'18년	'19년	'20년	'21년	
APV-I급 SBAS 개발		국내	1,925	7,632	15,717	9,788	4,736	4,919	3,696	1,095	49,508
		국외	3,386	9,514	21,958	7,552	5,974	5,780	5,485	6,554	66,203
1세부	■ 체계 개발	국내	670	1,716	6,560	4,039	1,332	1,112	385	195	16,009
		국외	2,390	4,623	6,858	4,836	2,972	2,192	611	1,554	26,036
	■ 기준국과 중앙처리국 간의 IF(연동) 및 통합시험	국내	300	400	400	400	-	-	-	-	1,500
		국외	-	-	-	-	-	-	-	-	0
	■ 기준국 시스템 (해양수산부 예산)	국내		1,790	1,780	1,580	-	-	-	-	5,150
		국외	-	530	600	520	-	-	-	-	1,650
	■ 통합운영국	국내	96	111	788	620	886	1,171	1,209	600	5,481
		국외	386	978	3,850	213	190	381	406	0	6,404
	■ 중앙처리국	국내	134	435	1,564	380	318	686	702	0	4,219
		국외	536	2,562	8,274	253	212	457	468	0	12,762
2세부	■ 위성통신국 및 위성임차	국내	225	1,650	3,025	1,250	1,100	1,250	1,000	0	9,500
		국외	75	1,350	2,975	2,250	2,600	2,750	4,000	5,000	21,000
3세부	■ 시스템 인증지원 및 품질보증	국내	500	1,000	1,000	1,000	1,100	700	400	300	6,000
		국외	0	0	0	0	0	0	0	0	0

라. 제 2 핵심과제 비용

[단위: 백만원]

내역		국내/국외 비용	연도								합계
			'14년	'15년	'16년	'17년	'18년	'19년	'20년	'21년	
2핵심	CAT-I급 SBAS 핵심기술 개발	국내	0	0	0	800	1300	1800	1200	900	6,000
		국외	0	0	0	0	0	0	0	0	

3. 인력 활용계획

가. 인력 산출 근거

- 각 과제의 세부 분야별 소요 인력을 국내 기관 및 국내 업체에 따라 산출
- 국내 기관은 요구사항 분석, 요구사항 할당 및 설계, 규격 정의, 알고리즘 최적화, 시험 평가 계획, 결과 검증, 성능 분석, 인증 계획, 인증 산출물 정리 등의 업무를 수행
- 국내 업체는 소프트웨어 개발, 장비 설치, 부품 구매, 시스템 통합, 시험 평가 수행, 시험 평가 보고서 작성, 인증 산출물 문서 작성 등의 업무를 수행

(1) 사업단

[단위: M/Y]

내역	구분	연도								합계
		'14년	'15년	'16년	'17년	'18년	'19년	'20년	'21년	
SBAS 사업단	국내	6.89	8.54	8.55	8.55	8.55	8.55	8.80	4.45	62.88

(2) 제1핵심과제

[단위: M/Y]

내역	구분	연도								합계
		'14년	'15년	'16년	'17년	'18년	'19년	'20년	'21년	
체계 개발	국내기관	4.53	6.94	9.54	7.51	3.01	4.73	1.86	1.00	39.12
	국내업체	1.27	6.02	14.63	7.23	6.15	3.52	1.04	0.48	40.34
■ 총괄 관리	국내기관	0.60	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.44	1.00	4.04
	국내업체	0.24	0.04	0.33	0.29	0.32	0.31	0.15	0.48	2.16
■ 품질 관리	국내기관	0.08	0.20	0.80	0.70	0.10	0.19	0.00	0.00	2.07
	국내업체	0.05	0.14	0.29	0.16	0.08	-0.02	0.00	0.00	0.7
■ 안전성 관리	국내기관	0.00	0.80	0.80	0.80	0.20	0.20	0.20	0.00	3
	국내업체	0.00	0.32	1.22	1.26	0.16	0.07	0.07	0.00	3.1
■ 시스템 총괄	국내기관	0.45	0.60	0.40	0.30	0.15	0.34	0.00	0.00	2.24
	국내업체	0.05	0.41	0.67	0.32	0.10	0.15	0.00	0.00	1.7
■ 시스템 설계	국내기관	2.70	1.94	0.84	0.82	0.05	0.00	0.00	0.00	6.35
	국내업체	0.87	3.52	5.99	0.46	0.06	0.00	0.00	0.00	10.9
■ 항법성능분석	국내기관	0.00	0.40	0.50	0.45	0.05	0.00	0.00	0.00	1.4
	국내업체	0.00	0.19	0.75	0.19	0.15	0.00	0.00	0.00	1.28
■ 운영체계	국내기관	0.70	0.30	0.40	0.24	0.06	0.04	0.02	0.00	1.76
	국내업체	0.06	0.15	0.26	0.29	0.01	0.35	0.15	0.00	1.27
■ 통합 검증 총괄	국내기관	0.00	0.80	0.80	0.40	0.00	0.36	0.00	0.00	2.36
	국내업체	0.00	0.94	2.24	1.06	0.00	0.06	0.00	0.00	4.3
■ 시험계획	국내기관	0.00	1.50	2.00	0.50	0.00	0.70	0.00	0.00	4.7
	국내업체	0.00	0.30	0.69	0.01	0.00	0.12	0.00	0.00	1.12
■ 시스템 통합	국내기관	0.00	0.00	0.40	0.40	0.40	0.40	0.00	0.00	1.6
	국내업체	0.00	0.00	0.84	0.91	0.72	0.66	0.00	0.00	3.13
■ 시스템 검증	국내기관	0.00	0.00	0.80	1.20	0.80	1.20	1.00	0.00	5
	국내업체	0.00	0.00	0.04	0.11	0.93	0.53	0.65	0.00	2.26

1세부	■ 시스템 배포	국내기관	0.00	0.00	0.00	0.40	0.10	0.20	0.20	0.00	0.9
		국내업체	0.00	0.00	0.00	0.83	2.63	0.55	0.02	0.00	4.03
	■ 검증 도구	국내기관	0.00	0.00	0.70	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	1
		국내업체	0.00	0.00	0.12	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.18
	■ 비행 검사	국내기관	0.00	0.00	0.70	0.60	0.70	0.70	0.00	0.00	2.7
		국내업체	0.00	0.00	1.18	1.27	1.00	0.74	0.00	0.00	4.19
	기준국	국내기관	2	6.71	6.71	6.28	0	0	0	0	21.7
		국내업체	0	2.57	2.57	2.14	0	0	0	0	7.28
	■ 기준국 시스템(해양수산부)	국내기관	0	4.71	4.71	4.28	0	0	0	0	13.7
		국내업체	0	2.57	2.57	2.14	0	0	0	0	7.28
	■ 기준국과 중앙처리국 간의 IF(연동) 및 통합시험(국토교통부)	국내기관	2.00	2.00	2.00	2.00	0	0	0	0	8
		국내업체	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	중앙처리국	국내기관	0.57	4.00	3.00	2.00	2.00	2.00	2.00	0.00	15.57
		국내업체	0.48	0.09	7.16	0.97	0.60	2.79	2.83	0.00	14.92
	■ 중앙처리국 통합부	국내기관	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0
		국내업체	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0
	■ 중앙처리국 통합검증시험	국내기관	0.00	0.00	0.00	2.00	2.00	2.00	2.00	0.00	8
		국내업체	0.00	0.00	0.00	0.97	0.60	2.79	2.83	0.00	7.19
	■ 중앙처리국 처리부	국내기관	0.57	4.00	3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.57
		국내업체	0.48	0.09	7.16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.73
	■ 중앙처리부 검증부	국내기관	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0
		국내업체	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0
	통합운영국	국내기관	0.57	0.80	2.90	2.00	2.00	2.00	2.00	0.00	12.27
		국내업체	0.24	0.17	2.75	2.39	4.07	5.72	5.84	3.53	24.71
	■ 통합운영국 핵심부	국내기관	0.57	0.80	2.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.27
		국내업체	0.24	0.17	1.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.43
	■ 통합운영국 통합검증시험	국내기관	0.00	0.00	0.00	2.00	2.00	2.00	2.00	0.00	8
		국내업체	0.00	0.00	0.00	0.61	0.41	2.10	2.28	0.00	5.4
	■ 네트워크 시설	국내기관	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0
		국내업체	0.00	0.00	1.72	1.78	3.67	3.61	3.56	3.53	17.87

2세부	위성통신시스템 개발	국내기관	3.00	4.00	6.00	7.00	6.00	4.00	6.00	0	36
		국내업체	2.00	6.00	8.00	8.00	6.00	6.00	6.00	0	42
	■ 신호생성부	국내기관	1.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.00	0	12
		국내업체	0	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.00	0	11
	■ RF 변환부	국내기관	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.00	1.00	0	12
		국내업체	2.00	4.00	4.00	4.00	3.00	3.00	1.00	0	21
	■ 위성접속부	국내기관	0	0	0	1.00	1.00	0	1.00	0	3
		국내업체	0	0	0	0	1.00	1.00	1.00	0	3
	■ 검증부	국내기관	0	0	1.00	1.00	0	0	1.00	0	3
		국내업체	0	0	1.00	1.00	0	0	1.00	0	3
	■ 통합 검증 시험	국내기관	0	0	1.00	1.00	1.00	1.00	2.00	0	6
		국내업체	0	0	1.00	1.00	0	0	2.00	0	4
3세부	시스템 인증지원 및 품질보증	국내기관	9.00	9.00	9.00	9.00	10.00	6.00	4.00	3.00	59
		국내업체	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	■ 시스템 품질보증 계획 수립	국내기관	3.00	0.50	0	0	0	0	0	0	3.5
		국내업체	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	■ 시스템 인증 계획 수립	국내기관	2.00	0.50	0	0	0	0	0	0	2.5
		국내업체	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	■ 시스템 품질보증 수행 및 검토회 지원	국내기관	3.00	5.00	6.00	6.00	6.00	2.00	2.00	2.00	32
		국내업체	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	■ 인증 근거자료 작성·검증 및 SOI 수행	국내기관	1.00	3.00	3.00	3.00	4.00	4.00	2.00	1.0	21
		국내업체	0	0	0	0	0	0	0	0	0

(3) 제2핵심과제

[단위: M/Y]

내역		구분	연도								합계
			'14년	'15년	'16년	'17년	'18년	'19년	'20년	'21년	
1세부	이중주파수 SBAS 감시 및 제어기술 개발	국내기관	0	0	0	0.64	2.24	2.24	2.62	2.44	10.18
		국내업체	0	0	0	0.00	0.00	0.52	0.62	0.58	1.72
	■ 감시 기술 개발	국내기관	0	0	0	0.32	1.12	1.12	1.31	1.22	5.09
		국내업체	0	0	0	0.00	0.00	0.26	0.31	0.29	0.86
	■ 제어 기술 개발	국내기관	0	0	0	0.32	1.12	1.12	1.31	1.22	5.09
		국내업체	0	0	0	0.00	0.00	0.26	0.31	0.29	0.86
2세부	이중주파수 SBAS 보강정보 생성기술 개발	국내기관	0	0	0	4.00	4.52	4.96	4.40	3.20	21.08
		국내업체	0	0	0	0.69	0.77	0.85	0.75	0.57	3.63
	■ 위성 보정정보	국내기관	0	0	0	1.00	1.13	1.24	1.10	0.80	5.27
		국내업체	0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	■ 위성 무결성 정보	국내기관	0	0	0	1.00	1.13	1.24	1.10	0.80	5.27
		국내업체	0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	■ 중앙처리국 SW	국내기관	0	0	0	1.00	1.13	1.24	1.10	0.80	5.27
		국내업체	0	0	0	0.69	0.77	0.85	0.75	0.57	3.63
	■ 무결성 검사	국내기관	0	0	0	1.00	1.13	1.24	1.10	0.80	5.27
		국내업체	0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3세부	이중주파수 SBAS 신호생성기술 개발	국내기관	0	0	0	0.92	2.54	2.58	0.61	0.16	6.81
		국내업체	0	0	0	0.55	0.65	0.66	0.50	0.30	2.66

나. 인력 활용계획

○ 국내 기관의 인력은 요구사항 분석, 요구사항 할당 및 설계, 규격 정의, 알고리즘 최적화, 시험 평가 계획, 결과 검증, 성능 분석, 인증 계획, 인증 산출물 정리 등의 체계 관리, 설계, 알고리즘, 인증 지원 관련 업무 위주로 투입하여 향후 위성항법시스템 관련 시스템 개발을 위한 핵심 기반기술을 확보하도록 계획

○ 국내 업체는 소프트웨어 개발, 장비 설치, 부품 구매, 시스템 통합, 시험 평가 수행, 시험 평가 보고서 작성, 인증 산출물 문서 작성 등의 SI 및 개발 업무 위주로 투입하여 향후 위성항법시스템 관련 시스템 개발을 위한 핵심 개발 및 시스템 통합 기술을 확보하도록 계획

[단위: M/Y]

내역		구분	연도								합계
			'14년	'15년	'16년	'17년	'18년	'19년	'20년	'21년	
1핵심	APV-I급 SBAS 개발	국내기관	19.67	31.45	37.15	33.79	23.01	18.73	15.86	4	183.66
		국내업체	3.99	14.85	35.11	20.73	16.82	18.03	15.71	4.01	129.25
	▪ 지상시스템 개발	국내기관	7.67	18.45	22.15	17.79	7.01	8.73	5.86	1	88.66
		국내업체	1.99	8.85	27.11	12.73	10.82	12.03	9.71	4.01	87.25
	▪ 위성통신시스템 개발	국내기관	3.00	4.00	6.00	7.00	6.00	4.00	6.00	0.00	36
		국내업체	2.00	6.00	8.00	8.00	6.00	6.00	6.00	0.00	42
	▪ 시스템 인증지원 및 품질보증	국내기관	9.00	9.00	9.00	9.00	10.00	6.0	4.0	3.0	59
		국내업체	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2핵심	CAT-I급 SBAS 기술 개발	국내기관	0	0	0	5.56	9.30	9.78	7.63	5.80	38.07
		국내업체	0	0	0	1.24	1.42	2.03	1.87	1.45	8.01
	▪ 이중주파수 SBAS 감시 및 제어기술 개발	국내기관	0	0	0	0.64	2.24	2.24	2.62	2.44	10.18
		국내업체	0	0	0	0.00	0.00	0.52	0.62	0.58	1.72
	▪ 이중주파수 SBAS 보강정보 생성기술 개발	국내기관	0	0	0	4.00	4.52	4.96	4.40	3.20	21.08
		국내업체	0	0	0	0.69	0.77	0.85	0.75	0.57	3.63
	▪ 이중주파수 SBAS 신호생성기술 개발	국내기관	0	0	0	0.92	2.54	2.58	0.61	0.16	6.81
		국내업체	0	0	0	0.55	0.65	0.66	0.50	0.30	2.66

제3절 본 사업 사업단 및 핵심과제 구성 방안

1. 사업단 구성 체계

○ 본 사업 추진을 위한 사업단 구성 체계는 사업단과 2개의 핵심과제로 구성

- 사업단은 사무국과 총괄체계관리팀을 상설조직으로 포함하고 있으며, TRT (Technical Review Team)을 비상설조직으로 포함
- 2개의 핵심과제는 “APV-I급 SBAS 개발”, “CAT-I급 이중주파수 SBAS 기술 개발” 과제로 이루어짐

※ 본 사업의 범위는 “APV-I급 SBAS 개발”과 “CAT-I급 이중주파수 SBAS 기술 개발”이며 “SBAS 인증기술 개발”은 별도 예산으로 추가사업 추진 요구

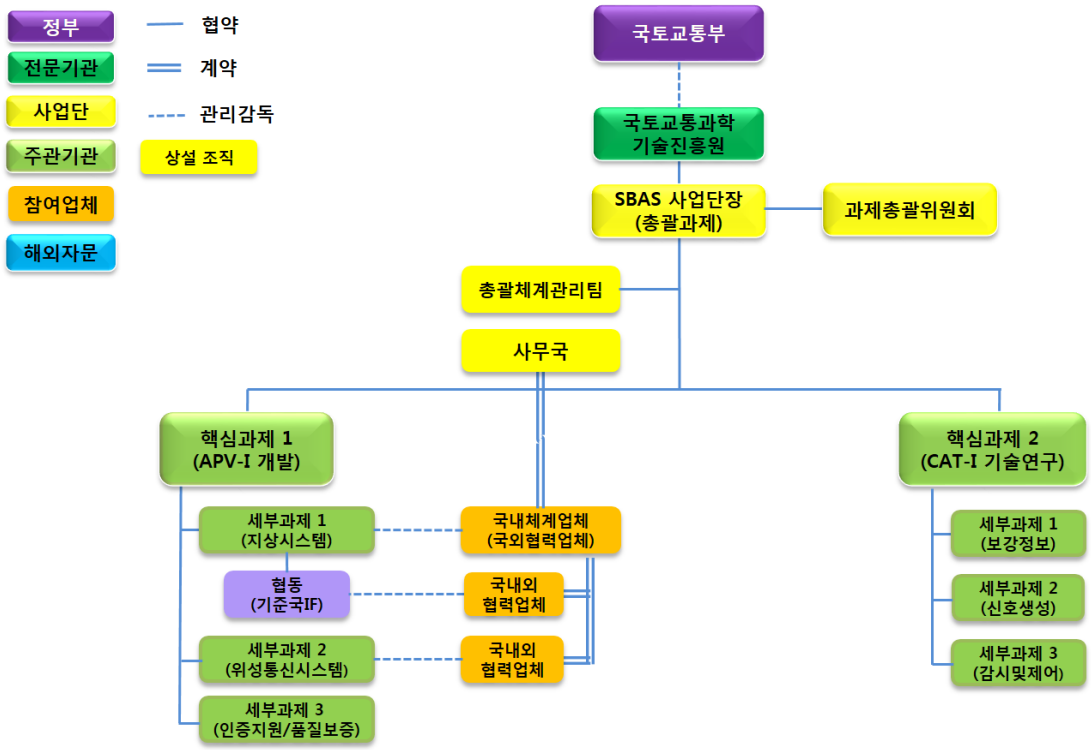
○ 사업단의 사무국은 사업단 운영 규정에 근거하여 사업단이 필요로 하는 국내외 협력업체 및 기관의 계약업무 등을 포함한 모든 행정업무를 수행

○ 총괄체계관리팀은 핵심과제 1 “APV-I급 SBAS 개발” 업무, 핵심과제 2 “CAT-I급 이중주파수 SBAS 기술 개발” 업무를 통합하여 총괄체계 개발 및 관리업무(일정관리, 성과관리, 예산관리 및 위험관리) 수행

○ 과제의 특성상 국내 체계 업체 및 국외 협력 대상기관 및 업체의 업무가 핵심과제 1 과 핵심과제 2 의 업무 모두 포함하고 있어 사무국에서 국내 체계 업체 및 국외 협력 기관 및 업체의 계약 업무 총괄 수행

○ 사업단은 연구개발·시험평가·성과확산 등 연구사업의 전주기적 경영관리 업무를 총괄하는 역할 수행

○ 사업단장에게 핵심 및 세부과제 구성, 연구팀 편성, 연구비 배정 등에 관한 권한을 부여하고 엄정한 평가로 이에 대한 책임부여



〈그림 3.3-1〉 사업단 구성 체계

2. 사업단 운영 형태

○ 사업단은 별도 독립된 조직형태로 구성

○ 사업단 목표의 성공달성을 위하여 사업단 인력은 사업단 업무에 전념

○ 사업단, 핵심과제, (공동 및 위탁) 세부과제 사이의 통합설계, 기술통합, 기술검증을 위한 공동설계•검증센터 (사무소)를 위한 공간 확보 및 운영

○ 사업단은산·학·연·관의 유기적 연계와 역할분담을 고려한 운영체계 확립

○ 시스템개발에서 인증, 운영까지 일련의 과정이 유기적으로 연결되어야 하며, 참여 기관 및 연구진의 일사불란한 연구 추진 방안 필요

○ 세부사항은 “국토교통기술연구개발사업 사업단운영관리지침”에 따름

3. 핵심과제 구성 내용

○ 핵심과제 1: APV-I급 SoL 서비스를 위한 SBAS 개발

- 비전

▸ 2022년 한반도 지역에 위성항법 기반 항행안전서비스를 제공하여 국민생활 안정성 및 국민편익 향상 도모

▸ SBAS G7 국가 진입하여 국가 위상을 제고하여 국민 자긍심 고취

- 목표

▸ 최종 단계 (2022년)에서 전공역을 대상으로 ICAO SARPs 기준 APV- 급 요구성능을 만족시키는 SBAS 체계기술 및 장비개발 기술 확보

▸ APV-I급 SBAS 지상장비 설계, 개발, 시험평가 통합운영

- 중점요소기술

▸ APV-I급 SBAS 체계 기술

▸ APV-I급 SBAS 하위 시스템 (기준국, 중앙처리국, 위성통신국, 통합운영국) 설계 및 제작 기술

▸ APV-I급 SBAS 통합시험평가 기술

○ 핵심과제 2: CAT-I급 시험운영을 위한 SBAS 기술 개발

- 비전

▸ CAT-I급 이중주파수 SBAS 기술 확보

- 목표

▸ CAT-I급 이중주파수 SBAS 핵심 알고리즘 개발 및 시험운영시스템을 통한 성능 평가

- 중점요소기술

▸ CAT-I급 이중주파수 SBAS 보강정보 생성 기술

▸ CAT-I급 이중주파수 SBAS 보강정보 제공 시험운영시스템 개발

제4절 사업단 제안요구서(안) 도출

※ 본 절은 사업단 제안 요구서의 일부 내용 발췌, 상세 내용은 별첨 내용 참조

1. 사업추진 최종목표

○ 국제민간항공기구 (ICAO)의 요구성능을 만족시키는 SBAS 개발

- 목표 1: APV-I급 SoL 서비스를 위한 SBAS 개발
- 목표 2: CAT-I급 시험운영을 위한 기술 개발

▸ 국제민간항공기구 기준을 만족하는 APV-I 서비스제공 SBAS를 개발하여 미래의 항공교통 증가에 대비하고 항공안전 강화 및 산업발전을 지원

※ ICAO : International Civil Aviation Organization

※ SBAS : Satellite Based Augmentation System

※ APV : Approach Procedure with Vertical Guidance

※ SoL : Safety of Life

※ CAT : Category

2. 사업의 최종성과물

○ APV-I급 SBAS 및 관련 기술문서

- 중앙처리국 2식, 위성통신국 4식, 통합운영국 2식, 정지궤도위성 2식(임차), 각종 운영 및 유지보수 매뉴얼 1식, 각종 기술문서 1식

○ CAT-I급 SBAS 기술 및 관련 기술문서

- 시험운영 시스템 1식, 핵심알고리즘 기술서 1식, 각종 기술문서 1식

※ 사업단은 APV-I급 SBAS에 대하여 국토교통부에 성능적합증명을 신청

3. 추진 전략

○ 기술개발 전략

- 국내 산학연 개발체계 구축으로 국내 개발 역량 극대화
- 국내 업체와의 공동개발 또는 용역개발을 통해 국내 관련 산업 활성화 적극 추진
- 국내 미확보된 기술에 대해서는 국외 자문 및 국외 공동개발을 통하여 확보
- 국내 기관들은 기반 기술을 보유하고 있으나 시스템 구현 경험이 부족하므로 국내 기관 주도로 개발하되 국외 기술협력 개발 추진
- APV-I 급 SBAS 개발과정에서 SBAS 인증 유경험 기관의 기술자문 추진
- 정지궤도위성은 사업의 위험 요소를 줄이기 위해 국외 정지궤도위성 임차 추진
- 연구개발비의 적정성 및 연구기간을 고려하여 시스템 세부구성품은 본 시스템에 대한 적합도 평가·검증 이후 가장 적합한 제품을 활용
- APV-I급 SBAS 개발 시 확보한 기술을 바탕으로 CAT-I급 시스템 체계기술, 중앙처리국, 위성통신국 핵심기술 중심으로 연구개발
- CAT-I급 요구성능을 만족하기 위하여 L5 보정신호 추가 기술개발 추진

○ 사업관리 전략

- 「국토교통연구개발사업 사업단과제관리지침」에 따라 사업관리 추진
- 진도관리, 예산관리, 성과관리, 위험관리, 사후관리를 통하여 사업의 성공률을 극대화
- 각종 위험 요소를 분석하여 이를 해결 할 수 있도록 추진
- 세부 요구사항 분석, 설계, 구축, 시험 등에 필요한 모든 세부사항을 정하여 국토교통부와 협의하여 추진

※ 사업단 과제추진 시 사업단 목표에 맞게 기술환경 변화를 고려하고, 기획공모 또는 제안공모를 통해 추가적인 요소기술 개발과제를 포함하되 전문기관과 합의 후 진행

4. 단계별 목표

○ 1단계(14.10~17.6) : 연구개발 기간 3년(설계, 제작)

- APV-I급 SBAS 개념설계 및 예비설계, 시스템 기본성능 구체화 및 검증, SBAS 상세 설계 및 시스템 개발

○ 2단계(17.7~19.6) : 연구개발 기간 2년(통합, 시험)

- APV-I급 SBAS 시스템 통합 및 시험평가
- CAT-I급 이중주파수 SBAS 기술 개발

○ 3단계(19.7~22.6) : 연구개발 기간 3년(운영)

- APV-I급 SBAS 시험운영, 공개서비스, 성능적합증명 획득 및 SoL 서비스 제공 준비
- CAT-I급 이중주파수 SBAS 시연장비 개발 및 시험운영

5. 사업단장

○ 주요 임무

- 연구개발 과제를 전체적으로 관리하고 책임 운영
- 연구개발·시험평가·성과확산 등 연구사업의 전주기적 경영관리 업무를 총괄하는 역할 수행
- 사업단장은 사업단의 운영비 집행, 핵심과제 및 (공동 및 위탁) 세부과제의 예산과 일정을 결정
- 사업단장은 핵심과제 및 (공동 및 위탁) 세부과제의 진도점검을 수행하며, 성과관리, 기술관리, 위험관리 등을 수행

○ 자격 요건

- 각 핵심과제와 세부과제간의 이해관계 조절 및 개발 결과물을 실용화할 수 있는 리더십과 수행 업적 보유
- 핵심과제 및 세부과제의 연구성과를 점검, 연구개발 기간 중에 주요 발표회를 개최하기 위한 행정력과 위성항법 및 항공 분야의 전문지식을 겸비

- SBAS 시험운영, 인증절차 수립, 서비스를 위하여 관련 기관이나 지자체 등과 원활한

대외 업무 조율 능력 보유

- 위성항법 및 항공 분야에 대한 학문적 지식 기반과 더불어 해당 분야에 다년간 종사하면서 관련 성과를 보유
- 관련분야에서의 수년간의 조직관리 경력을 보유

6. 사업기간 및 소요예산

○ 총사업기간 : 2014년 10월 ~ 2022년 9월 (8년)

○ 총사업예산 : 1,212억원 (정부 1,212억원)

○ 당해연도 사업기간 : 2014년 10월 ~ 2015년 5월 (7년)

○ 당해연도 (2014년) : 60억원 (정부 60억원)

※ 사업단은 사업개시 시점에 출범하여 사업종료 시점까지 운영

※ 정부 사정에 따라 지원예산 및 연구내용 변경 가능

제5절 제 1 핵심과제 제안요구서(안) 도출

※ 본 절은 핵심과제 제안 요구서의 일부 내용 발췌, 상세 내용은 별첨 내용 참조

1. 연구개발 목표

○ APV-I급 SoL 서비스를 위한 SBAS 개발

※ 개발된 APV-I급 SBAS에 대하여 성능적합증명 및 완성검사 또는 준공검사를 국토교통부로부터 획득 하고 운영개시 검사는 국토교통부가 자체적으로 시행 함

2. 연구개발 내용

○ 제 1 핵심과제에서 개발할 SBAS 시스템의 기능 및 성능 목표는 다음 표와 같으며 목표 달성을 위한 세부 과제 및 연구 내용은 다음과 같음

〈표 3.5-1〉 제 1 핵심과제 기능 및 성능 목표

항목	기능 및 성능 목표		비고
기능	SoL SBAS 메시지 방송		항공용 인증 획득
적용 국제기술표준	요구사항	ICAO SARPs Annex 10, RTCA/DO-229D	최종 적용 표준은 국토교통부와의 합의를 통하여 결정
	개발 절차	SAE/ARP4754 SAE/ARP4761	
	SW 개발 기준	RTCA/DO-178 또는 278 EUROCAE/ED-12 또는 109	
정확성	수평위치오차(95%) : 16 m 수직위치오차(95%) : 20 m		
무결성	무결성 확률 : $1\text{-}2\times10^{-7}$/접근 경보 시간(Time to Alert) : 10 초 경보 한계(Alert Limit) : 40 m (수평), 50 m (수직)		
연속성	$1\text{-}8\times10^{-6}$/15초		
가용성	0.99		

※ 세부 성능 목표는 임무 요구조건 정의에 따라 변경 및 추가될 수 있음

가. 세부과제 1 : 지상시스템 개발

① 체계

○ 할당된 일정 및 예산을 준수하여 APV-I 급 SBAS 성능 요구조건을 만족하는 시스템을 개발하기 위한 모든 활동을 총괄

○ 체계 관리

- 시스템 요구사항 정의 및 설계
- 운영 및 유지보수 절차서 작성
- 인증 및 품질 보증 산출물 생성 및 인증 활동

○ 시스템 통합 및 검증 시험

- 하위체계 통합
- 성능적합증명을 위한 검증 시험
- 비행검사 절차 개발 및 비행검사

○ SBAS 서비스 제공

- 시험 신호 방송
- 공개서비스 제공
- SoL 서비스 제공 준비

② 기준국

※ 본 과제에서는 기준국과 지상시스템과의 인터페이스(IF) 관련 연구 수행

○ 기준국은 GPS 및 SBAS 위성의 신호를 수신하여 원시정보, 위성정보, 상관기 정보를 취득하고, 전처리(pre-processing)한 후에 보정 정보 및 무결성 정보를 생성하기 위한 정보를 중앙처리국에 전달

○ 기준국 후보지 선정에 따른 APV-I 가용성 분석

○ 기준국-중앙처리국 연동 설계

○ 기준국-중앙처리국 간 연동 단위기능 검증 및 성능분석

③ 중앙처리국

○ 중앙처리국은 기준국에서 수집된 데이터들을 종합하여 SBAS 보정 정보 및 무결성 정보를 포함하는 SBAS 메시지를 생성하고 위성통신국으로 전달하는 역할을 수행. SBAS 메시지는 APV-I 급 SBAS 항법 성능(정확성, 무결성, 연속성, 가용성) 요구사항을 만족시켜야 하며 이를 위한 인증 산출물을 생성하여야 함.

○ 중앙처리국 체계 관리

- 중앙처리국 요구사항 및 규격 분석
- 인증 및 품질 보증 산출물 생성

○ 중앙처리국 개발 및 시험

- 보정정보 및 무결성정보 생성을 위한 중앙처리국 처리부 개발
- 보정정보 및 무결성정보 검증을 위한 중앙처리국 검증부 개발
- 중앙처리국 통합 제작 및 검증 시험

④ 통합운영국

○ 통합운영국은 SBAS 시스템의 운영을 총괄하며 모든 단위시스템의 소프트웨어 및 하드웨어의 동작 상태를 감시하고, 시스템의 최종 결과물인 보정 신호의 성능을 감시하여 시스템의 유지 보수 작업 지휘

○ 통합운영국 체계 관리

- 통합운영국 요구사항 및 규격 분석
- 인증 및 품질 보증 산출물 생성

○ 통합운영국 개발 및 시험

- 운영자 인터페이스, 네트워크 감시장비 및 저장서버 개발
- 통합운영국 검증 시험

○ 통신 네트워크 구축 및 관리

- 통신 네트워크 임대
- 통신 네트워크 연동, 성능 감시 및 관리

나. 세부과제 2 : 위성통신시스템 개발

○ 위성통신시스템은 위성통신국과 정지궤도위성으로 구성. 위성통신국은 복수의 중앙처리국으로부터 SBAS 메시지를 수신하여 수신 정보 비교를 통한 메시지 선정을 수행하고, 메시지를 포함한 SBAS 항법신호를 생성하여 정지궤도위성으로 송신. 정지궤도위성은 수신된 SBAS 신호를 L1, L5 신호로 변환하여 지상으로 방송

○ 위성통신국 체계 관리

- 위성통신국 요구사항 및 규격 분석
- 위성통신국 인증 및 품질보증 산출물 생성
- 위성통신국 장비 감시 및 제어 기술 개발

○ 위성통신국 알고리즘 개발

- SBAS 메시지 선정 및 GEO Ranging 알고리즘 개발
- SBAS 메시지 검사 및 무결성 감시 알고리즘 개발

○ 위성통신국 개발 및 시험

- 신호생성장치 개발 및 검증 시험
- 위성통신국 RFU(RF Unit) 개발 및 검증 시험
- 위성통신국 테스트 지그 개발 및 검증 시험

○ 정지궤도 SBAS용 위성 임차

- SBAS PRN 코드 신청 및 확보(L1/L5)
- APV-I 급 SoL 서비스 제공을 위한 SBAS 위성(2기) 임차
- CAT-I 급 시험을 위한 SBAS 위성(1기) 임차

다. 세부과제 3 : 시스템 인증지원 및 품질보증

○ SBAS 성능적합증명 및 완성검사 또는 준공검사를 위해 SBAS 개발 시 생산되는 산출물(개발문서, 소스코드, 데이터 및 기록 등) 품질보증 및 DO-178B(또는 DO-278A) 인증 근거자료 작성·검증

○ 시스템 품질보증 계획 수립

- 시스템 품질보증 방법론 연구
- 체계 및 하위체계 품질보증 계획 수립

○ 시스템 품질보증 수행

- 개발계획, 개발환경 및 요구사항/설계/구현/검증 등과 관련된 산출물 검토 및 품질보증 기록 작성
- 시스템 안전성 평가 자료 검토
- 요구사항 검토회의, 설계 검토회의, 시험준비 검토회의 등 SBAS 개발 관련 검토회의 지원
- 비행검사 및 완성검사 관련 시스템 품질보증 산출물 검토

○ 성능적합증명 및 완성검사 또는 준공검사 지원 계획 수립

- 체계 및 하위체계 인증 계획 수립

○ 성능적합증명 및 완성검사 또는 준공검사 지원 수행

- 성능적합증명 및 완성검사 또는 준공검사 지원 근거자료 작성·검토 및 SOI※ 수행
- DO-178B(또는 DO-278A) 관련 인증근거자료 작성·검토

※ SOI : Stage Of Involvement

○ 국토교통부의 운영개시검사 추진을 위한 관련기술, 자료 및 교육훈련 등 지원

3. 추진전략

○ 핵심연구책임자는 단계별 목표를 수립하고, 그에 적합한 추진전략 및 일정계획 수립

○ 국내에는 위성항법서비스 시스템 관련 제작 경험이 없으나 위성 운영 시스템 개발 경험이 있는 국내기관을 중심으로 국외 자문 및 공동 개발추진

○ 시스템 검증을 위한 안전성 평가 기술의 경우 국외 관련 기관과의 공동 개발을 통하여 기술 획득 추진

4. 추진체계

○ 산·학·연 역할분담 및 공조체제에 의한 연구개발 추진체계의 효율화

○ 선진국과의 연구협력 체제 구축을 통하여 국제적인 연구 교류의 활성화 추진

- 국외기관을 활용한 국외기술조사, 기술연수 및 기술도입, 공동 연구 등을 추진

5. 최종성과물

분류	최종 성과물		비고
장비	APV-I급 SBAS		1식
		중앙처리국	2식
		위성통신국	4식
		통합운영국	2식
		정지궤도 위성	2식 (임차)
매뉴얼	운영 매뉴얼		1식
	유지보수 매뉴얼		1식
기술	SBAS 체계 기술		기술 문서
	하위시스템 설계 기술		기술 문서
	하위시스템 제작 기술		기술 문서
	시스템 통합 기술		기술 문서
	시스템 시험/평가 기술		기술 문서
	기준국-중앙처리국 연동 기술		기술 문서 ※ 기준국 장비 개발은 해양수산부 별도 예산으로 수행

※ 국토교통부소관 연구개발사업운영규정 제 41조 4항 2호(공공의 이익을 목적으로 활용)에 따라 SBAS 운영에 필요한 연구개발결과물은 국가 소유로 함

6. 연구기간 및 예산

○ 총 연구기간 : 2014.10 ~ 2022.9 (8년)

- 당해연도 연구기간 : 2014.10 ~ 2015.5 (7개월)

○ 사업예산 :

- 당해연도 사업비 : 정부 5,103 백만원 이내 (전문기관 사업 관리비 제외)
- 총사업비 : 정부 108,703 백만원 이내 (전문기관 사업 관리비 제외)

(단위 : 억원)

	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	6차년도	7차년도	8차년도	계
세부 과제1	43.35	108.25	282.95	107.4	59.1	60.0	37.8	23.5	722.35
세부 과제2	2.88	30.0	60.0	35.0	37.0	40.0	50.0	50.0	304.88
세부 과제3	4.81	10.0	10.0	10.0	11.0	7.0	4.0	3.0	59.81
총계	51.03	148.25	352.95	152.4	107.1	107	91.8	76.5	1,087.03

제6절 제 2 핵심과제 제안요구서(안) 도출

※ 본 절은 핵심과제 제안 요구서의 일부 내용 발췌, 상세 내용은 별첨 내용 참조

1. 연구개발 목표

○ CAT-I급 시험운영을 위한 SBAS 기술 개발

2. 연구개발 내용

○ 제 2 핵심과제에서 개발할 SBAS 시스템의 기능 및 성능 목표는 다음 표와 같으며 목표 달성을 위한 세부 과제 및 연구 내용은 다음과 같음

〈표 3.6-1〉 제 2 핵심과제 기능 및 성능 목표

항목	기능 및 성능 목표	비고
기능	이중주파수 SBAS 메시지 시험방송	시험운영
정확성	수평위치오차(95%) : 16 m 수직위치오차(95%) : 6 m	
무결성	무결성 확률 : $1\text{-}2\times10^{-7}$/접근 경보 시간(Time to Alert) : 6 초 경보 한계(Alert Limit) : 40 m (수평), 35 m (수직)	
연속성	$1\text{-}8\times10^{-6}$/15초	
가용성	0.99	

※ 세부 성능 목표는 임무 요구조건 정의에 따라 변경 및 추가될 수 있음

가. 세부과제 1 : 이중주파수 SBAS 감시 및 제어기술 개발

○ 이중주파수 SBAS 감시 기술 개발

- 이중주파수 SBAS 성능 및 상태 감시 알고리즘 개발
- 이중주파수 SBAS 감시 시연장비 개발

○ 이중주파수 SBAS 제어 기술 개발

- 이중주파수 SBAS 제어 알고리즘 개발
- 이중주파수 SBAS 제어 시연장비 개발

○ 이중주파수 SBAS 시험운영

나. 세부과제 2 : 이중주파수 SBAS 보강정보 생성기술 개발

○ 이중주파수 SBAS 보강정보 생성 알고리즘 개발

- 보정정보 및 무결성 정보 생성 알고리즘 개발
- 이중주파수 SBAS 메시지 생성 기술 개발
- Multi-GNSS 측정치 처리기술 개발

○ 이중주파수 SBAS 보강정보 생성 소프트웨어 개발

- 보강정보 생성 소프트웨어 개발
- 보강정보 생성 알고리즘 기술서(ADD) 개발

다. 세부과제 3 : 이중주파수 SBAS 신호생성기술 개발

○ 이중주파수 SBAS 신호생성 알고리즘 개발

- 이중주파수 신호 시각동기 알고리즘 개발
- 이중주파수 GEO ranging 신호 생성 알고리즘 개발

○ 이중주파수 SBAS 신호생성장치 개발

- 이중주파수 신호생성장치 개발 및 성능 검증 시험

○ 이중주파수 SBAS 시험신호 방송 기술 개발

- APV-I급 위성통신국 RFU(RF Unit)와의 연동 및 시험 기술 개발
- 이중주파수 SBAS 시험신호 방송 및 성능 평가

3. 추진전략

○ 핵심연구책임자는 단계별 목표를 수립하고, 그에 적합한 추진전략 및 일정계획 수립

○ APV-I급 SBAS 운영시스템과 CAT-I급 SBAS 시험운영 장비를 연동하되 독립적으로 작동되도록 CAT-I급 SBAS 핵심 알고리즘 개발 추진

○ APV-I급 SBAS와 CAT-I급 SBAS 간의 원활하고 체계적인 시스템 연동을 위하여 APV-I급 SBAS의 체계, 중앙처리국, 기준국, 통합운영국, 위성통신국 개발 기관이 CAT-I급 기술 개발에 참여

4. 추진체계

○ 산·학·연 역할분담 및 공조체제에 의한 연구개발 추진체계의 효율화

○ 특정분야에 있어 국내외 공동 또는 위탁을 통한 연구 수행

○ 항공선진국과의 연구협력 체제 구축을 통하여 국제적인 연구 교류의 활성화 추진

○ 국외기관을 활용한 국외기술조사, 기술연수 및 기술도입, 공동 연구 등을 추진

5. 최종성과물

분류	최종 성과물	비고
장비	이중주파수 SBAS 시험운영 시스템	1식
알고리즘 기술서	이중주파수 SBAS 핵심알고리즘 기술서	1식
기술	SBAS 보정정보 생성 기술	기술 문서
	SBAS 무결성정보 생성 기술	기술 문서
	이중주파수 SBAS 감시 제어 기술	기술 문서
	이중주파수 SBAS 신호 생성 기술	기술 문서

6. 연구기간 및 예산

○ 총 연구기간 : 2017년 7월 ~ 2022년 9월 (5년)

※ 2핵심과제는 4차년도 부터 착수

○ 사업예산 :

- 총사업비 : 정부 6,000 백만원

(단위 : 억원)

세부과제	4차년도	5차년도	6차년도	7차년도	8차년도	계
세부과제1	1	2	3	2	2	10
세부과제2	4	7	9	6	4	30
세부과제3	3	4	6	4	3	20
총계	8	13	18	12	9	60

제7절 SBAS 인증기반 수립을 위한 핵심과제 제안요구서 도출

※ SBAS 인증기반 수립과제는 핵심과제에서 제외, 일부 내용은 제1핵심과제로 통합

1. 연구개발 목표

- ○ 국제민간항공기구(ICAO)의 SBAS 관련 요구사항을 만족하는 시스템인증, 시설 및 운영 인증기준 연구개발
- ○ SBAS가 시스템인증, 시설 및 운영 인증기준에 적합함을 검사할 수 있는 검사기술 및 검사절차 연구개발
- ○ SBAS 인증을 위한 시스템 검사, 시설 및 운영검사 수행
- ○ SBAS 인증절차 개발, 인증 심의위원회 운영, 인증사후관리 및 법제도 개선 등의 인증 지원방안 연구

2. 연구개발 내용

가. 세부과제 1 : 시스템 인증기술 개발

- ○ 국외 SBAS 인증사례, 인증기준 및 검사항목 분석
- ○ 국내 시스템인증 관련 현황 분석 및 보완방안 도출
- ○ SBAS 시스템 인증기준 개발
  - 시스템 성능에 대한 ICAO 기준 분석 및 보완 요건 연구
  - 시스템 인증기준 개발
- ○ SBAS 시스템 검사기술 연구·개발
  - 시스템 설계보증(요구사항/설계/구현 및 통합/시험내역 등) 검사기술 연구·개발
  - 시스템 성능(안전성, 무결성, 보안성 등) 검사기술 연구·개발
- ○ SBAS 시스템 검사절차 개발
  - 시스템 검사절차 개발
  - 성능적합증명 검사절차 분석 및 보완사항 도출

○ SBAS 시스템 및 성능적합증명 검사 수행

- 시스템 검사 계획 수립
- 시스템 및 서브시스템 설계보증 검사
- 성능적합증명 검사 계획 수립
- 안전성, 무결성, 보안성 등 성능적합증명 검사

○ SBAS 인증체계 및 법제도 개선안 연구·개발

- SBAS 인증절차 연구·개발
- SBAS 인증 심의위원회 운영방안 연구 및 지원
- SBAS 인증 사후관리 체계 개발
- SBAS 인증을 위한 법제도 개선안 연구

나. 세부과제 2 : 시설 및 운영 인증기술 개발

○ 시설 및 운영인증 관련 SBAS 국내외 인증사례 및 인증기준 등 분석

- ICAO 표준 및 국외 SBAS 체계 및 기술 분석
- 국내 인증제도 및 규정 분석과 보완방안연구

○ SBAS 시설·운영 인증기준개발

- 설치적합성, 품질관리, 안전관리, 지상검사 및 비행검사 등에 대한 기준
- 시스템 관리, 유지보수, 예방점검, 시범운영 및 운영준비 등에 대한 인증기준

○ SBAS 시설·운영 검사기술 및 검사절차 개발

- SBAS 시설·운영 인증기준의 주요 분야별 검사기술 개발
- SBAS 시설·운영 검사항목 식별 및 입증절차 개발

○ SBAS 시설·운영 인증검사 수행

- 시설·운영 검사 계획 수립
- 시설·운영 인증기준의 주요 분야별 검사 수행
- 시설·운영 검사결과 보고서 작성

3. 추진전략

- ○ 국외협력 및 국제민간항공기구(ICAO), 미연방항공청(FAA), 유럽항공안전기구(EASA) 등 국제표준 분석을 통한 인증체계 개발
- ○ 관련분야 국내외 전문가를 활용하여 인증체계 검증
- ○ 개발된 SBAS의 안전성 확보를 위해 SBAS 개발 초기부터 운영 준비까지 전 단계에 걸친 검사 수행
- ○ 국외 SBAS 인증 관련 전문가들로부터 검사·인증 전략 및 경험 전수
- ○ SBAS 인증 관련 국외 교육을 통한 선진기술 습득

4. 추진체계

- ○ 항행안전시설 및 소프트웨어 검사·인증 관련 전문가로 연구진 구성
  - 전문 분야별로 역할을 분담하여 효율적 연구개발 추진
- ○ 과제 참여기관 및 관련기관들 간의 유기적인 협조체제 구축
- ○ 특정분야에 있어 국내외 공동 또는 위탁을 통한 연구 수행

5. 최종성과물

- ○ 세부과제 1
  - 시스템 인증 관련 SBAS 국내외 인증사례 및 관련 표준 분석서
  - 시스템 인증 기준
  - 시스템 검사 기술
    - ▸ 시스템/소프트웨어 무결성 검사기술
    - ▸ 시스템 안전성 평가내역 검사기술
    - ▸ 시스템 및 서브시스템 요구사항 및 아키텍쳐 검사기술
    - ▸ 서브시스템 설계내역 검사기술
    - ▸ 서브시스템 구현내역 검사기술
    - ▸ 서브시스템 단위시험 및 시스템 통합내역 검사기술
    - ▸ 시스템 통합시험 및 비행검증 내역 검사기술

▸ 시스템 성능(안전성, 무결성, 보안성) 검사기술 등

- 시스템 검사절차
- 시스템 검사계획
- 시스템 검사 점검표
- 성능적합증명검사 계획서
- 성능적합증명검사 보고서
- SBAS 인증절차
- SBAS 인증 심의위원회 운영방안
- SBAS 인증사후관리방안
- SBAS 인증관련 법제도 분석 및 개선방안

○ 세부과제 2

- 시설 및 운영 인증 관련 SBAS 사례 및 관련 표준 분석서
- 시설 및 운영 인증 기준
- 시설 및 운영 인증 검사기술
  - ▸ 설치 장소 및 주변환경 검사기술
  - ▸ 설치 후 성능검사기술
  - ▸ 지상검사 및 비행검사 분석기술
  - ▸ 시설 품질관리 검사기술
  - ▸ SBAS 운영체계 및 유지보수체계 품질검사기술
  - ▸ SBAS 시범운영 계획서 적절성 검사기술
  - ▸ SBAS 운영자/사용자 교육 및 훈련 계획서 검사기술
  - ▸ SBAS 안전도 검사기술
- 시설 및 운영 인증 검사절차
- 시설 및 운영 검사 점검표
- 시설 및 운영 검사 결과 보고서
- SBAS 운영/관리/유지 절차 고시(안)

6. 연구기간 및 예산

○ 총 연구기간 : 2014년 10월 ~ 2022년 6월 (7년 9개월)

- 1차년도 연구기간 : 2014년 10월 ~ 2015년 6월 (9개월)
- 2차년도 연구기간 : 2015년 7월 ~ 2016년 6월 (1년)
- 3차년도 연구기간 : 2016년 7월 ~ 2017년 6월 (1년)
- 4차년도 연구기간 : 2017년 7월 ~ 2018년 6월 (1년)
- 5차년도 연구기간 : 2018년 7월 ~ 2019년 6월 (1년)
- 6차년도 연구기간 : 2019년 7월 ~ 2020년 6월 (1년)
- 7차년도 연구기간 : 2020년 7월 ~ 2021년 6월 (1년)
- 8차년도 연구기간 : 2021년 7월 ~ 2022년 6월 (1년)

○ 사업예산 :

- 당해연도 사업비 : 정부 1,000 백만원
- 총사업비 : 정부 28,900 백만원

(단위 : 억원)

	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	6차년도	7차년도	8차년도	계
세부과제1	8	38.5	37.5	37.5	39.5	27	23	17	228
세부과제2	2	10	10	10	8	7	7	7	61
총계	10	48.5	47.5	47.5	47.5	34	30	24	289

제4장 연구목표 달성 및 효과

제1절 연구 최종목표 달성도

1. 연구 수행 진도율

연구내용		연도	2014						진도율(%)
		월	1	2	3	4	5	6	100
SBAS 개발·구축 사례조사·분석 및 국외 기술협력 방안 수립	SBAS 사례조사 및 기술분석	계획							100
		실적							
	SBAS 개발 국외 기술협력 세부 기술 도출	계획							100
		실적							
	SBAS 개발 국외 기술협력 자문/공동개발 계획	계획							100
		실적							
	SBAS 개발 국외 기술협력 공동개발팀 구성 방안	계획							100
		실적							
	SBAS 개발 국외 기술협력(자문/공동개발) 비용 산정	계획							100
		실적							
	SBAS 위성 및 위성임차 국외협력 방안 도출	계획							100
		실적							
	SBAS 위성 PRN 코드 확보계획 수립	계획							100

		실적								
	SBAS 타분야 활용방안 분석	계획								100
		실적								
SBAS 인증 기반 수립	SBAS 인증관련 국내외 현황 조사·분석	계획								100
		실적								
	SBAS 인증기술(기준·절차·방법) 조사	계획								100
		실적								
	SBAS 인증전략 수립	계획								100
		실적								
SBAS 개발·구축 사업단 및 핵심과제 과제제안요구서 도출	연구개발 목표, 연구개발 필요성, 연구개발 추진방법 도출	계획								100
		실적								
	최종성과물 위주의 세부 연구내용 도출	계획								100
		실적								
	세부연구내용 소요 예산안 도출	계획								100
		실적								

2. 연구 목표의 달성도

연구내용		달성도(%)	내 용
SBAS 개발·구축 사례조사·분석 및 국외 기술협력 방안 수립	SBAS 사례조사 및 기술분석	100	▪ SBAS 규격서(Specification) 및 작업요구서(SOW) 작성 ▪ SBAS 사업관리(일정, 예산, 기술, 위험)체계 수립 ▪ SBAS 개발, 구축, 운영, 인증 등 사업추진 체계 및 절차 수립 ▪ 설계 검증 방안 수립 ▪ 소프트웨어 안정성 검증 방안 수립 ▪ 애로 기술 식별 및 해결 방안 수립 ▪ 운영시험 및 검증 방안 수립 ▪ 협력업체(Vendor) 선정 절차방안 사례조사
	SBAS 개발 국외 기술협력 세부기술 도출	100	▪ SBAS 체계 개발 (시스템 설계/제작/시험평가 및 성능검증) 기술 도출 ▪ 서브시스템 개발 (운영국/중앙처리국/위성통신국/기준국) 기술 도출 ▪ 핵심기술 (핵심알고리즘 등) 도출
	SBAS 개발 국외 기술협력 자문/공동개발 계획	100	▪ 국내참여 및 기술공유 계획 ▪ 단계별 단위기술 자문/공동개발 계획 ▪ 시스템 설계, 제작, 구매, 시험평가, 보증 계획
	SBAS 개발 국외 기술협력 공동개발팀 구성방안	100	▪ 공동개발팀 역할분담 도출 ▪ 공동개발팀 운영일정 수립 ▪ 요구사항 체계종합 적용방안 수립
	SBAS 개발 국외 기술협력(자문/공동개발) 비용 산정	100	▪ 단위기술 요구사항 분석 ▪ 단위기술별 설계항목 및 비용 분석 ▪ 체계 및 위험관리, 안정성 평가, 시험운영 평가 및 기술지원에 따른 비용 분석
	SBAS 위성 및 위성임차 국외협력 방안 도출	100	▪ 국외 SBAS 운용 시 위성임차 사례 분석 ▪ SBAS 위성임차 국외협력 방안 도출

연구내용		달성도(%)	내 용
SBAS 개발·구축 사례조사·분석 및 국외 기술협력 방안 수립 (계속)	SBAS 위성 PRN 코드 확보계획 수립	100	▪ 위성 PRN 사용 현황 및 위성 PRN 확보 절차 분석 및 확보계획(안) 마련
	SBAS 타분야 활용방안 분석	100	▪ 항공 이외 분야 활용을 위한 요구사항 분석 ▪ 타분야 활용을 위한 시스템 아키텍처 도출
SBAS 인증기반 수립	SBAS 인증관련 국내외 현황 조사·분석	100	▪ SBAS 인증 관련 국제 표준 조사·분석 ▪ SBAS 인증 관련 국내외 법제도 조사·분석 ▪ SBAS 인증 관련 국내외 연구개발 사례 조사·분석
	SBAS 인증기술(기준·절차·방법) 조사	100	▪ 시스템/시설/운영 인증기준 조사·분석 ▪ 시스템/시설/운영 검사·인증절차 조사·분석 ▪ 시스템/시설/운영 검사기술 조사·분석
	SBAS 인증전략 수립	100	▪ 인증 관련 주체별 역할 및 선정방안 분석 ▪ 인증 사후관리 방안 조사·분석 ▪ SBAS 인증 관련 법제도 개선 방안 조사·분석 ▪ 검사·인증 인력 교육 및 양성방안 조사·분석 ▪ 검사·인증 비용 및 로드맵 개발

연구내용		달성도(%)	내 용
개발·구축 사업단 및 핵심과제 과제제안요구서 도출	연구개발 목표, 연구개발 필요성, 연구개발 추진방법 도출	100	▪ 총괄, 중점, 핵심 연구개발 목표 수립 ▪ 동향 조사를 기반으로 연구개발 목표 수준 분석 ▪ 목표 수준 달성의 필요성 분석 ▪ 동향 조사를 기반으로 효과적인 연구개발 추진방법 도출
	최종성과물 위주의 세부 연구내용 도출	100	▪ 기술 개발을 위한 우선순위 선정 ▪ 기술개발 총괄 일정 수립 ▪ 최종성과물 상세 내역 도출
	세부연구내용 소요 예산안 도출	100	▪ 세부연구내용 소요 예산안 도출 ▪ 연구개발 추진전략 수립 ▪ 연구개발 비용도출 ▪ 연구개발 상세 일정 도출

제2절 연구 성과의 효과 달성

1. 기술적 효과

○ 본 사업의 성공 가능성 제고를 위한 기술적 위험 요인 제거

- 국외 SBAS 시스템 개발 시 발생한 기존 오류 사례 분석을 통하여 국내 개발 구축 수행 시 발생할 수 있는 문제점을 미리 파악할 수 있으며 이에 대한 대응 방안 기술 개발에 초기 착수 가능
- 위성 임차 관련 국제 협력 방안을 마련함으로써 위성통신국 및 통합운영국 관련 기술 개발 일정 및 계획에 발생 가능한 불확실성 최소화

○ SBAS 개발·구축 계획 구체화를 통한 시스템 기술적 완성도 제고

- 국외 협력(국외자문 및 국외공동개발) 방안 마련을 위한 세부 기술 도출 과정을 통하여 기존의 계획에서 완성도가 미비하거나 구체화가 필요한 기술에 대한 보완 가능
- 세부 기술별 협력방안 마련, 대상기관 의향 파악 등 국제 협력 방안 상세화와 인증 방안 개발을 통하여 기술 개발 계획 방안 및 일정 구체화
- 국외협력 세부 기술 및 책임 소재 명확화를 통한 전체 시스템의 기술적 완성도 제고

○ SBAS 개발·구축 목적 달성을 위한 인증 기술 개발 기반 조성

- SBAS 항공용 활용을 위해 필수적인 인증기술 개발 기반 조성
- 국내에 경험이 부족한 GNSS 기반 항행안전시설 인증에 대한 기준, 절차, 방법에 대한 기술 습득을 통해 시스템 요구분석 단계부터 인증 체계 참여 가능한 사업 추진 체계 마련

2. 경제적 효과

○ 사업 일정 및 성능 만족 가능성 제고를 통한 추가 비용 발생 방지

- 국외 기술협력 계획 상세화 및 인증 기술 개발 조기 착수를 통하여 사업 일정 및 성능 만족 가능성 제고
- 사업 일정 지연 혹은 성능 만족 실패 시 추가 비용이 필요할 수 있으며 이는 예상치 못한 경제적 부담을 발생시킬 수 있음
- 사업 일정 지연 혹은 성능 만족 실패 시 본 사업 뿐 아니라 SBAS 시스템의 다양한 활용 분야에서 경제적 손실 발생 가능

○ 예산 집행 효율화를 통한 예산 낭비 방지

- 예산 산정 근거 마련 및 예산 집행 계획 구체화
- 예산 집행 계획의 구체화를 통하여 반드시 필요한 기술에 대해서만 구매 및 협력이 가능하고 이에 따라 불필요한 낭비 방지 가능

3. 관련분야의 기여도

○ SBAS 본 사업 추진을 위한 사업단 구성 방법 및 핵심과제의 구성방법 등을 본 과제에서 도출함으로써 본 사업 추진의 효율적 추진 방법 마련

○ SBAS 시스템 개발을 위한 국외 기술협력 세부 기술을 도출함으로써 국내 개발 기술의 보완방법과 SBAS 사업의 성공적 완수를 위한 기술 도입 대비 가능

○ SBAS 시스템 개발을 국외 기술협력 공동개발팀 구성방법을 도출함으로써 국외기관 참여시 국내기관과 국외기관의 효율적인 업무협력 방향을 정립하고, 국내기관 사이의 업무 범위를 사전에 조율 가능

○ SBAS를 포함한 위성항법 기반의 차세대 항행안전기술은 전 세계 선진국들이 경쟁적으로 개발을 진행하는 동시에 향후 항공 기술의 필수 요소로 정착될 전망이므로 관련 기술의 국내 자립 필요

○ SBAS 인증체계 구축 연구를 통하여 차세대 항공기술을 선도할 SBAS의 안전성을 확보하고, 항행안전시스템 인증체계의 기반을 구축하며, 나아가 국내 항공산업 및 항행안전시설 분야가 국제 항공기술을 선도하는 위치로 도약하는 중요한 계기 마련

○ 항행안전기술을 포함한 항공 분야의 시험·인증 기술은 IT 융합 산업 중에서도 가장 높은 기술력과 신뢰성이 요구되는 분야로서, 해당 분야의 기술 확보는 차량/의료/선박 등 여타 IT 융합 산업의 시험·인증 기술 확보로도 연계 가능

○ 사업 추진 시 중요한 애로기술로 분류되는 항법신호 생성 부분과 PRN 번호 획득 방법을 도출하여 본 사업 착수이전에 위험요소를 선제적으로 대응

○ SBAS 사업 진행의 우선순위를 정립하여 체계적인 연구계획 수립에 필요한 정보 수집 가능

제5장 연구성과의 활용

○ 본 연구는 대한민국에서 SBAS를 구축함에 있어서 반드시 고려되어야 할 항공분야 이외에 타 분야 활용에 대한 방안과 계획을 도출하기 위함 임

○ 이를 위해 타 분야의 PNT 요구사항을 분석한 후에 SBAS 활용이 가능한 분야를 식별함

○ 현재 SBAS 성능으로 활용이 가능한 분야와 미래 SBAS 성능으로 활용이 가능한 분야로 구분하여 활용방안과 계획을 도출함

○ 여기서 향후 개발·구축될 대한민국 SBAS의 목표 성능을 다음과 같다고 가정함

- 1단계: APV-I급 SBAS 상용서비스
  - ▸ 수평 측위정확도: 16미터 (95%)
  - ▸ 수측 측위정확도: 20미터 (95%)
  - ▸ 무결성(integrity risk): $1-2\times10^{-7}$/approach
  - ▸ 무결성(time-to-alert): 10초
  - ▸ 무결성(alert limit): 40미터 (수평) / 50미터 (수직)
  - ▸ 연속성(continuity): $1-8\times10^{-6}$ in any 15
  - ▸ 가용성(availability): 99%
- 2단계: CAT-I급 시험방송
  - ▸ 수평 측위정확도: 16미터 (95%)
  - ▸ 수측 측위정확도: 6미터 (95%)
  - ▸ 무결성(integrity risk): $1-2\times10^{-7}$/approach
  - ▸ 무결성(time-to-alert): 6초
  - ▸ 무결성(alert limit): 40미터 (수평) / 35미터 (수직)
  - ▸ 연속성(continuity): $1-8\times10^{-6}$ in any 15
  - ▸ 가용성(availability): 99%

제1절 SBAS 활용 가능한 다분야의 국내 인프라 현황 조사·분석

1. 타 분야 요구사항 분석과 활용 가능 분야 식별

○ 현재 운영되고 있는 WAAS, EGNOS 등을 통해서도 알 수 있는 바와 같이 SBAS의 주 활용분야는 항공분야임

○ 그럼에도 불구하고 SBAS 국가 인프라의 구축, 유지보수에 따른 비용에 대한 편익을 증대시키기 위해 항공분야 이외에 타 분야로의 활용 확대는 절대적으로 SBAS 개발·구축과 함께 동반해야할 과제임

○ 본 연구는 2013년 3월에 공표된 2012 FRP를 참고하여 PNT 활용분야를 다음과 같이 구분함

○ 여기서 지표면은 지구표면으로 지면, 해면, 설면을 의미하며, 우주 활용분야와 지표-밑 활용분야는 SBAS 활용이 가능한 분야가 아니고, 항공분야는 SBAS 활용 타 분야에 포함되지 않으므로 요구사항 분석 대상에서 제외하고, 나머지 분야의 요구사항을 분석함

- 우주 활용분야 (space applications)
- 항공 활용분야 (aviation applications)
- 지표면 활용분야 (surface applications)
- 지표-밑 활용분야 (sub-surface applications)
- 측지·측량 활용분야 (geodesy and surveying applications)

○ 지표면 활용분야는 크게 육상분야와 해상분야로 구분됨

○ 육상분야, 해상분야, 그리고 측지·측량분야로 나누어 각 분야의 이용자 요구사항을 분석

가. 육상분야

○ 육상분야는 이용자에 따라 다음의 4가지로 분류됨

○ 본 연구에서는 각 이용자별 요구사항을 FRP를 참고하여 정리하고, SBAS 활용 가능성에 대해 분석함

- 하이웨이(highway) 이용자
- 화물운송(trucking) 이용자
- 철도(rail) 이용자
- 기타 육상교통 이용자

(1) 하이웨이 이용자 요구사항 분석

○ FRP에서 기술하고 있는 하이웨이 이용자의 최소 요구사항은 아래 표와 같음 (국문변역에서 오는 착오를 차단하기 위하여 변역 없이 원문에 기술된 표를 변경 없이 그대로 인용함)

○ 여기서 연속성(continuity) 성능은 서비스 운영 중에 필요한 성능으로 하이웨이 응용분야에서는 정의해 오고 있지 않으며, 지구물리 탐사(geophysical survey) 분야와 측지기준(geodetic control) 분야는 실시간의 가용성(availability) 성능을 요구하지 않고, 후처리 기법을 이용하므로 무결성 성능을 요구하지 않음

〈표 5.1-1〉 하이웨이 이용자 최소 요구사항

REQUIREMENTS	MEASURES OF MINIMUM PERFORMANCE CRITERIA TO MEET REQUIREMENTS					
	ACCURACY (meters, 2 drms)	AVAILABILITY	CONTINUITY	INTEGRITY	TIME TO ALERT	COVERAGE
Navigation and route guidance	1 - 20	>95%	*	2 - 20 m	5 sec	Nationwide/ Surface Coverage
Automated vehicle monitoring	0.1 - 30	>95%	*	0.2 - 30 m	5 s-5 min	Nationwide/ Surface Coverage
Automated vehicle identification	1	99.7%	*	3 m	5 sec	Nationwide/ Surface Coverage
Public safety	0.1 - 30	95-99.7%	*	0.2 - 30 m	2-15 sec	Nationwide/ Surface Coverage
Resource management	0.005 - 30	99.7%	*	0.2 - 1 m	2-15 sec	Nationwide/ Surface Coverage
Collision avoidance	0.1	99.9%	*	0.2 m	5 sec	Nationwide/ Surface Coverage
Geophysical survey	1	*	*	*	N/A	Nationwide/ Surface Coverage
Geodetic control	0.01	*	*	*	N/A	Nationwide/ Surface Coverage
Accident Survey	0.1 - 4	99.7%	*	0.2 - 4 m	30 sec	Nationwide/ Surface Coverage
Emergency Response	0.1 - 4	99.7%	*	0.2 - 4 m	30 sec	Nationwide/ Surface Coverage
Connected Vehicle Initiative	0.1	99.9%	*	0.2	5 sec	Nationwide/ Surface Coverage

(가) 보정시스템이 필요한 부문

○ 하이웨이 이용자의 최소 요구사항을 살펴보면, ‘geophysical survey’, ‘geodetic control’을 제외한 나머지 이용부문은 모두 무결성 정보를 포함한 보정서비스가 필요한 부문으로 식별됨

○ 이 중에서 현재 목표로 하는 SBAS 성능으로 달성 가능한 응용분야는 없음을 위 표로부터 확인할 수 있음

○ 다음으로 무결성 정보를 포함하지 않은 측위 정확도 개선 측면에서의 보정서비스가 필요한 부문은 'geophysical survey', 'geodetic control' 이며, 현재 위성항법시스템 단독으로는 제공하지 못하는 측위 정확도를 요구하고 있음을 알 수 있음

(나) 갭(gap) 분석

○ 앞에서 언급한 바와 같이 현재 목표로 하는 SBAS 성능으로 달성 가능한 하이웨이 이용자 응용분야는 없음

○ 그러나 하이웨이 이용자의 최소 요구성능과 SBAS의 목표 성능과 갭을 분석하여 갭이 가장 작은 분야와 관련 성능 항목을 정리하면, 다음과 같음

- Alert Limit 무결성 감시 성능개선: 40미터 → 30미터
  - ▸ 'Automated vehicle monitoring' 분야
  - ▸ 'Public safety' 분야
- Alert Limit, Time-to-Alert 무결성 감시 성능개선: 40미터 → 20미터, 10초 → 5초
  - ▸ 'Navigation and route guidance' 분야
- 측위 정확도 성능개선: 16미터 → 1미터
  - ▸ 'Geophysical survey' 분야

(다) 활용 가능분야

○ SBAS의 1단계(2022년) 상용서비스 성능은 APV-I급이므로 개선 또는 변경 없이 SBAS 활용이 가능한 분야를 'SBAS 활용 가능분야'로 명명하고, CAT-I급의 성능 또는 APV-I급의 성능을 일부 개선하여 요구성능 충족이 가능한 분야를 '미래 SBAS 활용 가능분야', SBAS의 개념을 유지하면서 CAT-I급 성능 이상의 개선 또는 추가 기술개발이 필요한 분야를 '차세대 SBAS 활용 가능분야'로 명명함

○ 이러한 기준에서 활용 가능분야를 식별한 결과는 다음과 같음

- SBAS 활용 가능분야: 해당 사항 없음
- 미래 SBAS 활용 가능분야
  - ▸ 'Geophysical survey' 분야
  - ▸ 'Automated vehicle monitoring' 분야
  - ▸ 'Public safety' 분야
- 차세대 SBAS 활용 가능분야
  - ▸ 'Navigation and route guidance' 분야 (CAT-I급 이상의 무결성 요구)

(2) 화물운송 이용자 요구사항 분석

○ FRP에서 기술하고 있는 화물운송 이용자의 최소 요구사항은 아래 표와 같음 (국문변역에서 오는 착오를 차단하기 위해 변역 없이 원문에 기술된 표를 변경 없이 그대로 인용함)

○ 여기서 연속성(continuity) 성능은 서비스 운영 중에 필요한 성능으로 아직 식별이 되지 못한 '추후결정' 성능으로 정의됨

○ 화물운송 이용자의 최소 요구사항에서 주목할 사항은 'Time-to-Alert' 성능이 모두 5초로 매우 높은 무결성 성능을 요구하고 있지만, 상대적으로 가용성은 99% 이내의 비교적 낮은 성능을 요구하고 있다는 점이 특징임

〈표 5.1-2〉 화물운송 이용자 최소 요구사항

REQUIREMENTS	MEASURES OF MINIMUM PERFORMANCE CRITERIA TO MEET REQUIREMENTS					
	ACCURACY (meters, 2 drms)	AVAILABILITY	CONTINUITY	INTEGRITY	TIME TO ALERT	COVERAGE
Truck Parking	2 - 20 m	95%	TBD	50 m	5 s	Nationwide/ Surface Coverage
Geo-fencing / Facility Access	10 - 20 m	99%	TBD	10 m	5 s	Nationwide/ Surface Coverage
Hazardous Materials (HAZMAT) Tracking	10 - 20 m	99%	TBD	10 m	5 s	Nationwide/ Surface Coverage
Trailer Tracking	20 m	95%	TBD	50 m	5 s	Nationwide/ Surface Coverage
Cabotage Violations	10 - 20 m	99%	TBD	10 m	5 s	Nationwide/ Surface Coverage
Fleet Management	20 m	95%	TBD	50 m	5 s	Nationwide/ Surface Coverage
Commercial Driver's License (CDL) Skills Test	5 - 20 m	99%	TBD	10 m	5 s	Nationwide/ Surface Coverage

(가) 보정시스템이 필요한 부문

○ 화물운송 이용자의 최소 요구사항을 살펴보면, 모두 무결성 정보를 포함한 보정서비스가 필요한 부문으로 식별됨

○ 이 중에서 현재 목표로 하는 SBAS 성능으로 달성 가능한 응용분야는 없음을 위 표로부터 확인할 수 있음

○ 다음으로 'Alert limit' 무결성 성능만을 기준으로 보았을 때에 'Truck Parking', 'Truck Tracking', 'Fleet Management' 부문이 SBAS 목표 성능으로 충족되는 분야임을 알 수 있음

(나) 갭(gap) 분석

○ 앞에서 언급한 바와 같이 현재 목표로 하는 SBAS 성능으로 달성 가능한 화물운송 이용자 응용분야는 없음

○ 그러나 화물운송 이용자의 최소 요구성능과 SBAS의 목표 성능과 갭(gap)을 분석하여 갭이 가장 작은 분야와 관련 성능 항목을 정리하면, 다음과 같음

- Time-to-Alert 무결성 감시 성능개선: 10초 → 5초
  - ‘Truck Parking’ 분야
  - ‘Truck Tracking’ 분야
  - ‘Fleet Management’ 분야
- Time-to-Alert, Alert Limit 무결성 감시 성능개선: 10초 → 5초, 40미터 → 10미터
  - ‘Geo-fencing / Facility Access’ 분야
  - ‘Hazardous Materials (HAZMAT) Tracking’ 분야
  - ‘Cabotage Violations’ 분야
  - ‘Commercial Driver's License(CDL) Skills Test’ 분야

(다) 활용 가능분야

○ SBAS의 1단계(2022년) 상용서비스 성능은 APV-I급이므로 개선 또는 변경 없이 SBAS 활용이 가능한 분야를 ‘SBAS 활용 가능분야’로 명명하고, CAT-I급의 성능 또는 APV-I급의 성능을 일부 개선하여 요구성능 충족이 가능한 분야를 ‘미래 SBAS 활용 가능분야’, SBAS의 개념을 유지하면서 CAT-I급 성능 이상의 개선 또는 추가 기술개발이 필요한 분야를 ‘차세대 SBAS 활용 가능분야’로 명명함

○ 이러한 기준에서 활용 가능분야를 식별한 결과는 다음과 같음

- SBAS 활용 가능분야: 해당 사항 없음
- 미래 SBAS 활용 가능분야
  - ‘Truck Parking’ 분야 (연속성 요구성능이 아직 미정임을 고려)
  - ‘Truck Tracking’ 분야 (연속성 요구성능이 아직 미정임을 고려)
  - ‘Fleet Management’ 분야 (연속성 요구성능이 아직 미정임을 고려)
- 차세대 SBAS 활용 가능분야
  - ‘Geo-fencing / Facility Access’ 분야
  - ‘Hazardous Materials (HAZMAT) Tracking’ 분야

- ‘Cabotage Violations’ 분야
- ‘Commercial Driver's License(CDL) Skills Test’ 분야

(3) 철도 이용자 요구사항 분석

○ FRP에서 기술하고 있는 철도 이용자의 최소 요구사항은 아래 표와 같음 (국문변역에서 오는 착오를 차단하기 위해 변역 없이 원문에 기술된 표를 변경 없이 그대로 인용함)

○ 여기서 연속성(continuity) 성능은 서비스 운영 중에 필요한 성능으로 확인되지 못하는 성능으로 정의되었다. 철도 이용자의 최소 요구사항에서 주목할 사항은 매우 높은 ‘Alert limit’ 무결성 성능으로 ‘Positive Train Control’ 분야를 제외하고 모두 1미터 이내의 성능을 요구한다는 점이 큰 특징임

(가) 보정시스템이 필요한 부문

○ 철도 이용자의 최소 요구사항을 살펴보면, 모두 무결성 정보를 포함한 보정서비스가 필요한 부문으로 식별됨

○ 이 중에서 현재 목표로 하는 SBAS 성능으로 달성 가능한 응용분야는 없음을 아래 표로부터 확인할 수 있음

○ 다음으로 ‘Alert limit’ 무결성 성능만을 기준으로 보았을 때에 미터 수준의 성능을 요구하는 분야는 ‘Positive Train Control’ 뿐으로 나머지 분야는 의사거리 기반의 보정서비스로는 요구성능 만족이 불가능한 분야임을 알 수 있음

〈표 5.1-3〉 철도 이용자 최소 요구사항

REQUIREMENTS	MEASURES OF MINIMUM PERFORMANCE CRITERIA TO MEET REQUIREMENTS					
	ACCURACY (meters, 2 drms)	AVAILABILITY	CONTINUITY	INTEGRITY (Alert Limit)	TIME TO ALERT	COVERAGE
Positive Train Control (PTC)	1.0	99.9%	N/A	2 m	6 sec	Railroad right of way in all 50 states and District of columbia
Track Defect Location (TDL)	0.3	99.9%	N/A	0.6 m	30 sec	Railroad right of way in all 50 states and District of columbia
Automated Asset Mapping (AAM)	0.2	99.9%	N/A	0.4 m	30 sec	Railroad right of way in all 50 states and District of columbia
Surveying	0.02	99.7%	N/A	0.04 m	30 sec	Railroad right of way in all 50 states and District of columbia
Bridge and Tectonic Monitoring for Bridge Safety	0.002	99.7%	N/A	0.004 m	30 sec	Railroad right of way in all 50 states and District of columbia
Telecommunications Timing	340 nsec	99.7%	N/A	680 nsec	30 sec	All 50 states and District of columbia

(나) 갭(gap) 분석

○ 앞에서 언급한 바와 같이 현재 목표로 하는 SBAS 성능으로 달성 가능한 철도 이용자 응용분야는 없음

○ 그러나 철도 이용자의 최소 요구성능과 SBAS의 목표 성능과 갭(gap)을 분석하여 갭이 가장 작은 분야와 관련 성능 항목을 정리하면, 다음과 같음

- 측위 정확도, 가용성, 무결성 감시 성능개선: 16미터 → 1미터, 99% → 99.9%, 40미터 → 2미터, 10초 → 6초

▸ 'Positive Train Control' 분야

〈표 5.1-4〉 기타 육상교통 이용자 최소 요구사항

REQUIREMENTS	MEASURES OF MINIMUM PERFORMANCE CRITERIA TO MEET REQUIREMENTS					
	ACCURACY (meters, 2 drms)	AVAILABILITY	CONTINUITY	INTEGRITY (Alert Limit)	TIME TO ALERT	COVERAGE
Resources Inventory, Soil Survey, Wetlands Monitoring, Surveying For Water Control, and Conservation Planning in an Agricultural Landscape Setting	0.05-10m	99%	N/A	0.09-15m	5sec-5min	Global/Surface Coverage
Precision Application, Harvest Mensuration, and Precision Guidance	0.3m	99%	N/A	0.6m	5sec	Global/Surface Coverage
Precision Irrigation Surveying and Surveying for Land Leveling	0.15m	99%	N/A	0.25m	5sec	Global/Surface Coverage
Search and Rescue	1-5m	99%	N/A	2-10m	TBD	Global
Fire Management and Law Enforcement	1-5m	99%	N/A	2-10m	TBD	Global
Earthquake and volcanic hazards monitoring	1-10m	TBD	TBD	2-20m	TBD	Global
Resource Management	0.5-2m	TBD	TBD	1-4m	TBD	Global
Wildlife studies and tracking	1-10m	TBD	TBD	2-20m	TBD	Global

(다) 활용 가능분야

○ SBAS의 1단계(2022년) 상용서비스 성능은 APV-I급이므로 개선 또는 변경 없이 SBAS 활용이 가능한 분야를 'SBAS 활용 가능분야'로 명명하고, CAT-I급의 성능 또는 APV-I급의 성능을 일부 개선하여 요구성능 충족이 가능한 분야를 '미래 SBAS 활용 가능분야', SBAS의 개념을 유지하면서 CAT-I급 성능 이상의 개선 또는 추가 기술개발이 필요한 분야를 '차세대 SBAS 활용 가능분야'로 명명함

○ 이러한 기준에서 활용 가능분야를 식별한 결과는 다음과 같음

- SBAS 활용 가능분야: 해당 사항 없음
- 미래 SBAS 활용 가능분야: 해당 사항 없음
- 차세대 SBAS 활용 가능분야
  - ▸ 'Positive Train Control' 분야

(4) 기타 육상교통 이용자 요구사항 분석

○ FRP에서 기술하고 있는 기타 육상교통 이용자의 최소 요구사항은 아래 표와 같음 (국문변역에서 오는 착오를 차단하기 위해 변역 없이 원문에 기술된 표를 변경 없이 그대

로 인용함)

○ 여기서 연속성(continuity) 성능은 서비스 운영 중에 필요한 성능으로 확인되지 못하는 성능 또는 아직 식별이 되지 못한 '추후결정' 성능으로 정의됨

○ 기타 이용자의 최소 요구사항을 살펴보면, 모두 전-지구 서비스를 요구하고 있음을 확인할 수 있음

○ 이런 이유에서 현재와 같이 일부 권역(지역) 만을 서비스하는 보정서비스가 필요한 부문으로 식별되지 못함

나. 해상분야

○ 해상 분야의 요구사항은 국제해사기구(IMO)에서 제정한 IMO-A.915 문건에 따라 다음과 같이 분야를 분류하고, SBAS 활용 가능성에 대해 분석함

- 일반 해상항법 이용자 최소 요구사항
- 해상측위 이용자 최소 요구사항(1): maneuvering and traffic management applications
- 해상측위 이용자 최소 요구사항(2): search and rescue, hydrography, oceanography, marine engineering, construction, maintenance and management and aids to navigation management
- 해상측위 이용자 최소 요구사항(3): port operations, casualty analysis, and offshore exploration and exploitation
- 해상측위 이용자 최소 요구사항(4): fisheries, recreation and leisure applications

〈표 5.1-5〉 일반 해상항법 이용자 최소 요구사항

	System level parameters				Service level parameters			
	Absolute Accuracy	Integrity			Availability % per 30 days	Continuity % over 3 hours	Coverage	Fix interval (seconds)
	Horizontal (meters)	Alert limit (meters)	Time to alarm (seconds)	Integrity risk (per 3 hours)				
Ocean	10	25	10	10^{-5}	99.8	N/A	Global	1
Coastal	10	25	10	10^{-5}	99.8	N/A	Global	1
Port approach and restricted waters	10	25	10	10^{-5}	99.8	99.97	Regional	1
Port	1	2.5	10	10^{-5}	99.8	99.97	Local	1
Inland waterways	10	25	10	10^{-5}	99.8	99.97	Regional	1

(1) 일반 해상항법 이용자 요구사항 분석

○ IMO에서 규정하고 있는 일반 해상항법 이용자의 최소 요구사항은 위 표와 같음 (국문

변역에서 오는 착오를 차단하기 위해 변역 없이 원문에 기술된 표를 변경 없이 그대로 인용함)

○ 여기서 ocean과 costal 해상항법을 제외한 나머지 해상항법들은 모든 항목에 대한 요구사항을 규정하고 있음

(가) 보정시스템이 필요한 부문

○ 일반 해상항법 이용자의 최소 요구사항을 살펴보면, ‘ocean’, ‘coastal’을 제외한 나머지 이용부문은 모든 무결성 정보를 포함한 보정서비스가 필요한 부문으로 식별됨

○ 이 중에서 현재 목표로 하는 SBAS 성능으로 달성 가능한 응용분야는 없음을 위 표로부터 확인할 수 있음

○ 연속성 정보를 규정하지 않고 있는 ‘ocean’, ‘coastal’은 서비스 범위가 전-지구라는 점에서 SBAS 활용 가능 부문에서 제외함이 옳음

(나) 갭(gap) 분석

○ 앞에서 언급한 바와 같이 현재 목표로 하는 SBAS 성능으로 달성 가능한 일반 해상항법 응용분야는 없음

○ 그러나 일반 해상항법 이용자의 최소 요구성능과 SBAS의 목표 성능과 갭(gap)을 분석하여 갭이 가장 작은 분야와 관련 성능 항목을 정리하면, 다음과 같음

- Alert Limit 무결성 감시, 가용성 성능개선: 40미터 → 25미터, 99% → 99.7%
  - ▸ ‘Port approach and restricted waters’ 분야
  - ▸ ‘Inland waterways’ 분야
- Alert Limit 무결성 감시, 가용성 성능개선: 40미터 → 2.5미터, 99% → 99.7%
  - ▸ ‘Port’ 분야

(다) 활용 가능분야

○ SBAS의 1단계(2022년) 상용서비스 성능은 APV-I급이므로 개선 또는 변경 없이 SBAS 활용이 가능한 분야를 ‘SBAS 활용 가능분야’로 명명하고, CAT-I급의 성능 또는 APV-I급의 성능을 일부 개선하여 요구성능 충족이 가능한 분야를 ‘미래 SBAS 활용 가능분야’, SBAS의 개념을 유지하면서 CAT-I급 성능 이상의 개선 또는 추가 기술개발이 필요한 분야를 ‘차세대 SBAS 활용 가능분야’로 명명함

○ 이러한 기준에서 활용 가능분야를 식별한 결과는 다음과 같음

- SBAS 활용 가능분야: 해당 사항 없음
- 미래 SBAS 활용 가능분야
  - ▸ 'Port approach and restricted waters' 분야
  - ▸ 'Inland waterways' 분야
- 차세대 SBAS 활용 가능분야
  - ▸ 'Port' 분야

(2) 해상측위 이용자 요구사항 분석

○ IMO에서 규정하고 있는 해상측위 이용자의 최소 요구사항은 아래 표들과 같음 (국문 변역에서 오는 착오를 차단하기 위해 변역 없이 원문에 기술된 표를 변경 없이 그대로 인용함)

○ 표에서 알 수 있는 바와 같이 다양한 해상측위 분야가 존재하며, 각 분야가 요구하는 성능은 보정시스템 없이는 확보 불가능한 성능을 요구하고 있음 (단 해양분야는 SBAS에서 제공하는 항공표준의 RTCA 형식을 이용하지 않고, 해양표준인 RTCM 형식을 이용하도록 되어 있음.)

〈표 5.1-6〉 해상측위 이용자 최소 요구사항
(maneuvering and traffic management applications)

	System level parameters					Service level parameters			
	Accuracy		Integrity			Availability % per 30 days	Continuity % over 3 hours	Coverage	Fix interval (seconds)
	Horizontal (meters)	Vertical (meters)	Alert limit (meters)	Time to alarm (seconds)	Integrity risk (per 3 hours)				
Operations	Relative accuracy								
• tug and pushers	1		2.5	10	10^{-5}	99.8	99.97	Local	1
• icebreakers	1		2.5	10	10^{-5}	99.8	99.97	Local	1
• automatic collision avoidance	10		25	10	10^{-5}	99.8	99.97	Global	1
	Absolute accuracy								
• track control	10		25	10	10^{-5}	99.8	99.97	Global	1
• automatic docking	0.1		0.25	10	10^{-5}	99.8	99.97	Local	1
Traffic management	Absolute accuracy								
• ship-to-ship co-ordination	10		25	10	10^{-5}	99.8	99.97	Global	1
• ship-to-shore co-ordination	10		25	10	10^{-5}	99.8	99.97	Regional	1
• shore-to-ship traffic management	10		25	10	10^{-5}	99.8	99.97	Regional	1

〈표 5.1-7〉 해상측위 이용자 최소 요구사항
(search and rescue, hydrography, oceanography, marine engineering, construction, maintenance and management and aids to navigation management)

	System level parameters					Service level parameters			
	Accuracy		Integrity			Availability % per 30 days	Cpntinuity % over 3 hours	Coverage	Fix interval (seconds)
	Horizontal (meters)	Vertical (meters)	Alert limit (meters)	Time to alarm (seconds)	Integrity risk (per 3 hours)				
Search and rescue	10	N/A	25	10	10^{-5}	99.8	N/A	Global	1
Hydrography	1 - 2	0.1	2.5 - 5	10	10^{-5}	99.8	N/A	Regional	1
Oceanography	10	10	25	10	10^{-5}	99.8	N/A	Global	1
Marine engineering, construction maintenance and management									
• dredging	0.1	0.1	0.25	10	10^{-5}	99.8	N/A	Local	1
• cable and pipeline laying	1	N/A	2.5	10	10^{-5}	99.8	N/A	Regional	1
• construction works	0.1	0.1	0.25	10	10^{-5}	99.8	N/A	Local	1
Aids to navigation management	1	N/A	2.5	10	10^{-5}	99.8	N/A	Regional	1

〈표 5.1-8〉 해상측위 이용자 최소 요구사항
(port operations, casualty analysis, and offshore exploration and exploitation)

	System level parameters					Service level parameters			
	Accuracy		Integrity			Availability % per 30 days	Continuity % over 3 hours	Coverage	Fix interval (seconds)
	Horizontal (meters)	Vertical (meters)	Alert limit (meters)	Time to alarm (seconds)	Integrity risk (per 3 hours)				
Port operations	Absolute accuracy								
• local VTS	1	N/A	2.5	10	10^{-5}	99.8	N/A	Local	1
• container/cargo management	1	1	2.5	10	10^{-5}	99.8	N/A	Local	1
• law enforcement	1	1	2.5	10	10^{-5}	99.8	N/A	Local	1
• cargo handling	0.1	0.1	0.25	1	10^{-5}	99.8	N/A	Local	1
Casualty analysis	Predictable accuracy								
• ocean	10	N/A	25	10	10^{-5}	99.8	N/A	Global	1
• coastal	10	N/A	25	10	10^{-5}	99.8	N/A	Global	1
• port approach and restricted waters	1	N/A	2.5	10	10^{-5}	99.8	N/A	Regional	1
Offshore exploration and exploitation	Absolute accuracy								
• exploration	1	N/A	2.5	10	10^{-5}	99.8	N/A	Regional	1
• appraisal drilling	1	N/A	2.5	10	10^{-5}	99.8	N/A	Regional	1
• field development	1	N/A	2.5	10	10^{-5}	99.8	N/A	Regional	1
• support to production	1	N/A	2.5	10	10^{-5}	99.8	N/A	Regional	1
• post-production	1	N/A	2.5	10	10^{-5}	99.8	N/A	Regional	1

(가) 보정시스템이 필요한 부문

○ 해상측위 이용자의 최소 요구사항을 분석해 보면, 측위 정확도 측면에서 '10미터 이내 정확도 요구 분야', '1미터 이내 정확도 요구 분야', '10센티미터 이내 정확도 요구 분야'의 3분류로 구분이 가능함 (수평측위 정확도 수준과 수직측위 정확도 수준이 다른 일부 분야가 있으나, 이 경우에는 더 정확한 측위를 요구하는 수준에 맞춰서 분류함)

○ 더불어 모든 분야가 보정시스템이 필요한 분야이나, SBAS 성능으로 만족시킬 수 있는 분야는 없음을 확인할 수 있음

(나) 갭(gap) 분석

○ 앞에서 언급한 바와 같이 현재 목표로 하는 SBAS 성능으로 달성 가능한 일반 해상항법 응용분야는 없음

○ 그러나 해상측위 이용자의 최소 요구성능과 SBAS의 목표 성능과 갭(gap)을 분석하여 갭이 가장 작은 분야와 관련 성능 항목을 정리하면, 다음과 같음

- Alert Limit 무결성 감시, 가용성 성능개선: 40미터 → 25미터, 99% → 99.7%
  - ▸ 'automatic collision avoidance' 분야
  - ▸ 'track control' 분야
  - ▸ 'Traffic management'분야
  - ▸ 'Search and rescue' 분야
  - ▸ 'Oceanography' 분야
  - ▸ 'Casualty analysis(ocean, coastal)' 분야
  - ▸ 'fisheries, recreation and leisure' 분야
- Alert Limit 무결성 감시, 가용성 성능개선: 40미터 → 2.5미터, 99% → 99.7%
  - ▸ 'local VTS' 분야 등 다수

〈표 5.1-9〉 해상측위 이용자 최소 요구사항
(fisheries, recreation and leisure applications)

	System level parameters					Service level parameters			
	Accuracy		Integrity			Availability % per 30 days	Continuity % over 3 hours	Coverage	Fix interval (seconds)
	Horizontal (meters)	Vertical (meters)	Alert limit (meters)	Time to alarm (seconds)	Integrity risk (per 3 hours)				
Fisheries	Absolute accuracy								
• location of fishing grounds	10	N/A	25	10	10^{-5}	99.8	N/A	Global	1
• positioning during fishing	10	N/A	25	10	10^{-5}	99.8	N/A	Global	1
• yield analysis	10	N/A	25	10	10^{-5}	99.8	N/A	Global	1
• fisheries monitoring	10	N/A	25	10	10^{-5}	99.8	N/A	Global	1
Recreation and leisure	Absolute accuracy								
• ocean	10	N/A	25	10	10^{-5}	99.8	N/A	Global	1
• coastal	10	N/A	25	10	10^{-5}	99.8	N/A	Global	1
• port approach and restricted waters	10	N/A	25	10	10^{-5}	99.8	99.97	Regional	1

(다) 활용 가능분야

○ SBAS의 1단계(2022년) 상용서비스 성능은 APV-I급이므로 개선 또는 변경 없이 SBAS 활용이 가능한 분야를 'SBAS 활용 가능분야'로 명명하고, CAT-I급의 성능 또는 APV-I급의 성능을 일부 개선하여 요구성능 충족이 가능한 분야를 '미래 SBAS 활용 가능분야', SBAS의 개념을 유지하면서 CAT-I급 성능 이상의 개선 또는 추가 기술개발이 필요한 분야를 '차세대 SBAS 활용 가능분야'로 명명함

○ 이러한 기준에서 활용 가능분야를 식별한 결과는 다음과 같음

- SBAS 활용 가능분야: 해당 사항 없음
- 미래 SBAS 활용 가능분야
  - ▸ 'automatic collision avoidance' 분야 포함, 10미터 이내 정확도 요구 분야
- 차세대 SBAS 활용 가능분야
  - ▸ 'local VTS' 분야 포함, 1미터 이내 정확도 요구 분야

다. 측지·측량분야

○ FRP에서 기술하고 있는 측지·측량분야의 최소 요구사항은 아래 표와 같음 (국문변역에서 오는 착오를 차단하기 위해 변역 없이 원문에 기술된 표를 변경 없이 그대로 인용함)

○ 여기서 'Static Survey', 'Rapid Survey', 'Kinematic Survey', 'Hydrographic Mapping'은 모두 미터급 이상의 측위 정확도를 요구하는 분야로서 'Static Survey', 'Rapid Survey'는 미국의 OPUS(On-line Positioning User Service)를 이용하며, 'Kinematic Survey'는 실시간 네트워크 RTK를 이용하고, 'Hydrographic Mapping'은 국제수로기구의 표준임

○ 따라서 'Static Survey', 'Rapid Survey', 'Kinematic Survey', 'Hydrographic Mapping'은 의사거리 기반의 SBAS로는 충족시키기 어려운 분야임

○ 반면에 'Topographic Mapping', 'Cadastral Survey', 'Ground Control Points'은 무결성 정보를 포함하지 않은 측위 정확도 개선 측면에서의 보정서비스가 필요한 부문임

〈표 5.1-10〉 측지·측량 분야 최소 요구사항

REQUIREMENTS	MEASURES OF MINIMUM PERFORMANCE CRITERIA TO MEET REQUIREMENTS						
	ACCURACY (meters, 2 drms)		AVAILABILITY	CONTINUITY	INTEGRITY (Observing Session Duration)	Recording Interval	COVERAGE
	Horizontal	Vertical					
Static Survey	0.015	0.04	99%	$1-1\times10^{-4}$/hr to $1-1\times10^{-8}$/hr	4 hr	30 s	Global
Rapid Survey	0.03	0.08	99%	$1-1\times10^{-4}$/hr to $1-1\times10^{-8}$/hr	15 min	30 s	Global
Kinematic Survey	0.04	0.06	99%	$1-1\times10^{-4}$/hr to $1-1\times10^{-8}$/hr	Two 3-min sessions separated by 45 min	1 s	Global
Hydrographic Mapping	3	0.15	99%	$1-8\times10^{-6}$/15 s		1 s	Global
Topographic Mapping	1-10mm	TBD	TBD	TBD	TBD	TBD	TBD
Cadastral Survey	1-10cm	TBD	TBD	TBD	TBD	TBD	TBD
Ground Control Points	1m	TBD	TBD	TBD	TBD	TBD	TBD

(가) 보정시스템이 필요한 부문

○ 보정시스템의 무결성 서비스 측면에서 보면, 측지·측량 분야에서 의사거리 기반의 SBAS 보정시스템 활용이 가능한 분야는 없으나, 측위 정확도 개선 측면에서의 보정서비스가 필요한 부문은 'Topographic Mapping', 'Cadastral Survey', 'Ground Control Points' 이며, 현재 위성항법시스템 단독으로는 제공하지 못하는 측위 정확도를 요구하고 있음을 알 수 있음

(나) 갭(gap) 분석

○ 앞에서 언급한 바와 같이 현재 목표로 하는 SBAS 성능으로 달성 가능한 측지·측량분야는 없음

○ 그러나 측지·측량분야의 요구성능과 SBAS의 목표 성능과 갭(gap)을 분석하여 갭이 가장 작은 분야와 관련 성능 항목을 정리하면, 다음과 같음

- 측위 정확도 성능개선: 16미터 → 1미터, 16미터 → 0.1미터
  - ▸ 'Cadastral Survey' 분야
  - ▸ 'Ground Control Points' 분야

(다) 활용 가능분야

○ SBAS의 1단계(2022년) 상용서비스 성능은 APV-I급이므로 개선 또는 변경 없이 SBAS 활용이 가능한 분야를 'SBAS 활용 가능분야'로 명명하고, CAT-I급의 성능 또는 APV-I급의 성능을 일부 개선하여 요구성능 충족이 가능한 분야를 '미래 SBAS 활용 가

능분야', SBAS의 개념을 유지하면서 CAT-I급 성능 이상의 개선 또는 추가 기술개발이 필요한 분야를 '차세대 SBAS 활용 가능분야'로 명명함

○ 이러한 기준에서 활용 가능분야를 식별한 결과는 다음과 같음

- SBAS 활용 가능분야: 해당 사항 없음
- 미래 SBAS 활용 가능분야
  ▸ 'Ground Control Points' 분야
- 차세대 SBAS 활용 가능분야
  ▸ 'Cadastral Survey' 분야

2. SBAS 활용 가능 타 분야 국내 인프라 현황 조사 · 분석

○ 앞에서 분석한 결과는 SBAS의 1단계(2022년) 상용서비스 성능인 APV-I 수준으로 항공분야 이외에 활용 가능한 분야를 찾기 어렵다는 사실을 확인시켜줌

○ 현재로서는 가장 근접하게 활용이 가능한 분야는 미래 SBAS 활용 가능 분야로서 해상항법·측위 분야와 측지·측량 분야의 측지점(Ground Control Points) 부문이라고 할 수 있음

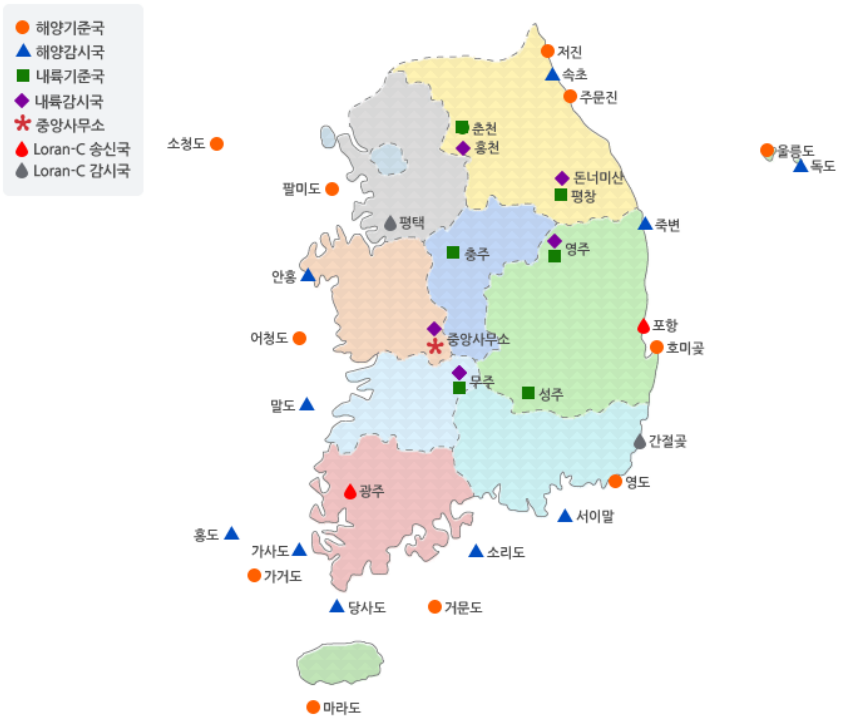
○ 본 문서에서는 해당 분야의 국내 인프라 구축 현황을 조사 분석함

가. 해상분야 국내 인프라 현황

○ 해상항법·측위 분야의 국내 유일의 인프라인 전국망 위성항법 보정시스템은 GPS의 위치 정밀도 향상과 고장에 대한 감시정보 제공을 위해 국제기구(IMO, IALA)에서 권고한 'DGPS 구축운영 결의 및 권고(항로표지법 제6조, IMO 해사안전위원회 67차 회의 결의('96.6))'에 의해 구축됨

○ 해양용 위성항법 보정시스템은 1998년부터 2002년까지 11개소의 위성항법 보정시스템(해양기준국)을 구축하여 완료하였고, 이후 2009년까지 내륙 6개소의 위성항법 보정시스템(내륙기준국)을 구축함으로써 전국망 위성항법 보정시스템 구축을 완료함

○ 현재 지상파 전파항법시스템인 로란(Loran)을 포함하여 중앙사무소 1개소, 해양기준국 11개소, 해양감시국 10개소, 내륙기준국 6개소 그리고 로란 시스템은 송신국 2개소와 감시국 2개소로 운영 중에 있으며, 기준국, 감시국, 송신국의 구성은 아래 아래 그림과 같음



〈그림 5.1-1〉 전국망 위성항법 보정시스템과 로란 시스템 구축 현황

○ 전국망 위성항법 보정시스템과 로란 시스템은 해양수산부에서 운영하고 있으며, 운영 조직도는 아래 그림과 같음



〈그림 5.1-2〉 전국망 위성항법 보정시스템과 로란 시스템의 운영 조직도

○ 해양수산부령 제56호, 2013.12.12. 시행에 의거해, ‘위성항법보정시스템 (DGNSS) 설치 및 운영’, ‘장거리 문선항법의 국외협력체인 및 감시 등에 관한 사항’, ‘해상무선표지소의 관리·운영 및 유지보수’의 임무를 수행하고 있음

○ 아래 표는 해양기준국과 해양감시국, 내륙기준국에 RINEX 명칭 및 설치된 GPS 수신장비의 모델명과 사양임

나. 측지분야 국내 인프라 현황

○ 측지·측량분야의 위성전파항법 활용에 필요성과 요구성능

- 위성전파항법을 측지·측량에 활용해야 하는 이유는 '기술적 필요'와 '법률적 근거'로 나누어 말할 수 있음
- 기술적 필요
  - ▸ 전통적으로 이용하여 온 종이지적(평탄측량)과 디지털 지적(TOSS)은 기준점을 기준으로 위치를 산출하고, 거리와 각을 측정해서 면적을 계산한다는 점에서 기준점의 반복성 정확도(repeatable accuracy)가 낮고, 측량 정확도에 인적 요인이 크게 기여한다는 단점이 있음
  - ▸ 디지털 지적장비인 TOSS(토탈스테이션)으로는 세계측지좌표계로 지적측량을 수행하는데 한계가 있음
  - ▸ TOSS를 이용한 측량은 위성항법을 이용한 측량과 비교해 과도한 시간과 인력을 필요로 함
- 법률적 근거
  - ▸ 법적 근거에 의해 위성전파항법을 측지·측량에 활용할 수 있게 규정되어 있음.
  - ▸ 측량·수로조사 및 지적에 관한 법률: 지적공부의 작성 및 관리 등에 관한 사항 규정과 '지적측량수행규칙 제7조', "지적측량방법은 위성기준점, 통합기준점, 지적기준점을 기초로 경위의(經緯儀, theodolite)측량, 평판측량, 위성측량방법 등을 실시한다"로 규정되어 있음

〈표 5.1-11〉 전국망 위성항법 보정시스템 구축 장비

구분	관측소	RINEX명	수신기	안테나(모델명)	안테나(타입)
해양 기준국	소청도	SOCH	Trimble 4000SSE	TRM33429.20+GP	L1/L2 microcentered Geodetic +GP
	팔미도	PALM	Trimble NETR 9	TRM59800.00 SCIS	GNSS ChokeRing
	어청도	EOCH	Trimble NETR 9	TRM59800.00 SCIS	GNSS ChokeRing
	가거도	GAGE	Trimble 4000SSE	TRM33429.20+GP	L1/L2 microcentered Geodetic +GP
	마라도	MARA	Trimble NETR 9	TRM59800.00 SCIS	GNSS ChokeRing
	거문도	GEOM	Trimble NETR 9	TRM59800.00 SCIS	GNSS ChokeRing
	영도	YNDO	Trimble NETR 9	TRM59800.00 SCIS	GNSS ChokeRing
	호미곶	HOMI	Trimble NETR 9	TRM59800.00 SCIS	GNSS ChokeRing
	울릉도	ULLE	Trimble 4000SSE	TRM59800.00 SCIS	GNSS ChokeRing
	주문진	JUMN	Trimble NETR 9	TRM59800.00 SCIS	GNSS ChokeRing
	저진	JEOJ	Trimble NETR 9	TRM59800.00 SCIS	GNSS ChokeRing
해양 감시국	안흥	ANHN	Trimble 4000SSI	TRM59800.00	GNSS ChokeRing
	말도	MLDO	Trimble 4000SSI	TRM33429.20+GP	L1/L2 microcentered Geodetic +GP
	홍도	HGDO	Trimble 4000SSI	TRM33429.20+GP	L1/L2 microcentered Geodetic +GP
	가사도	GASA	Trimble 4000SSI	TRM33429.20+GP	L1/L2 microcentered Geodetic +GP
	당사도	DANG	Trimble 4000SSI	TRM33429.20+GP	L1/L2 microcentered Geodetic +GP
	소리도	SORI	Trimble 4000SSI	TRM33429.20+GP	L1/L2 microcentered Geodetic +GP
	서이말	SEOI	Trimble 4000SSI	TRM33429.20+GP	L1/L2 microcentered Geodetic +GP
	죽변	JUKB	Trimble 4000SSI	TRM33429.20+GP	L1/L2 microcentered Geodetic +GP
	속초	SOKC	Trimble NETR 9	TRM59800.00 SCIS	GNSS ChokeRing
	독도	DOKD	Trimble NETR 8	TRM59800.00 SCIS	GNSS ChokeRing
내륙 기준국	무주	MOOJ	Trimble 4000SSE	TRM33429.20+GP	L1/L2 microcentered Geodetic +GP
	영주	YNJU	Trimble 4000SSE	TRM33429.20+GP	L1/L2 microcentered Geodetic +GP
	평창	PYCH	Trimble 4000SSE	TRM33429.20+GP	L1/L2 microcentered Geodetic +GP
	성주	SEJU	Trimble 4000SSE	TRM33429.20+GP	L1/L2 microcentered Geodetic +GP
	충주	CCHJ	Trimble 4000SSE	TRM33429.20+GP	L1/L2 microcentered Geodetic +GP
	춘천	CCHN	Trimble NETR 5	TRM55971.00 TZGD	Zephyr Geodetic 2

- ▸ 지적재조사에 관한 특별법: 지적불부합지 해소, 디지털 지적 전환을 통한 국토의 효율적 관리를 규정하고, 지적재조사 측량의 목적과 방법을 규정함
- ▸ 기초측량: 지적 기준점 측량을 목적으로 위성측량, TOSS 측량방법을 이용하도록 함
- ▸ 세부측량: 일필지 경계와 면적 측량을 목적으로 위성측량, TOSS, 항공측량 방법을 이용하도록 함
- ▸ 여기서 중요한 점은 위성측량을 Network RTK, Single RTK, Static RTK로 규정하고, 위성측량이 불가능한 경우에만 TOSS를 이용하도록 강제함

○ 측지·측량분야의 요구성능

- 국내에서는 측지·측량 요구성능이 법적으로 규정되어 있을 뿐만 아니라 방법도 규정함
- 요구 정확도: 검사측량의 연결교차 (수평오차)
  - ▸ 지적 기준점인 경우: +/- 3cm
  - ▸ 경계점인 경우: +/- 7cm
- 요구 정밀도: 이동측량(Network RTK)인 경우
  - ▸ 수평 정밀도: +/- 3cm
  - ▸ 수직 정밀도: +/- 5cm
- 최대 소요시간: 이동측량(Network RTK)인 경우
  - ▸ 3분 이내 (DOP이 3이하 이고, 최소 5개 이상의 위성이 관측 가능한 환경에서 필요한 최대소요 시간을 규정함)
- 1미터 수준의 측위 정확도를 요구하는 공간정보 부문은 현재까지 법적으로 규정되어 있지 않음

○ SBAS 활용이 가능한 측지·측량 부문

- SBAS가 1미터 수준의 측위 정확도를 제공할 수 있다는 가정 하에 공간정보 부문은 SBAS 활용이 가능함
- 적용 예: 건물의 출입구 위치 표기
  - ▸ 아래 사진에서 보는 바와 같이 항공사진은 cm 수준의 정밀도를 가지고 있으나(측위 정확도가 아님), 출입구 위치조차 식별할 수 없음
  - ▸ 공간정보의 유용성을 높이기 위해서는 1미터 수준의 공간정보 지원 정보가 보강되어야 함

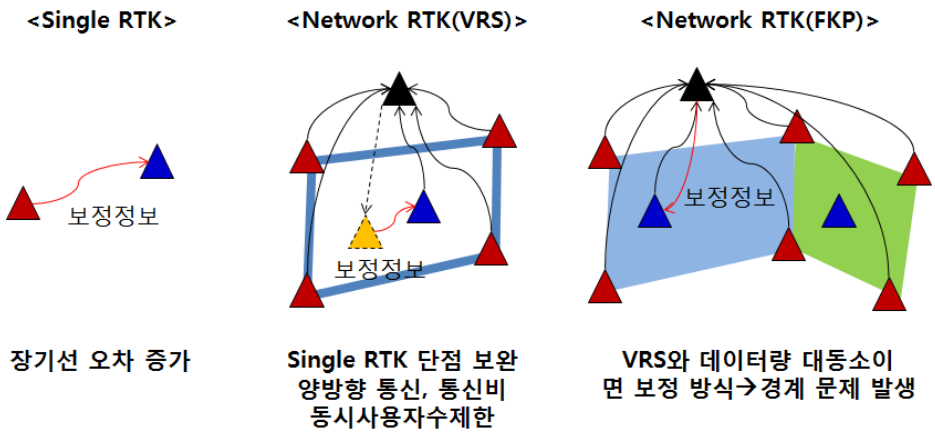


〈그림 5.1-3〉 항공사진과 공간정보 추출 결과

- SBAS를 측지·측량 부문에 활용하기 위해서는 앞서 기술한 요구성능을 만족시켜야 하나, 현재까지의 기술로는 불가능함
  - ▸ 위성항법을 이용한 측지·측량 기술로 인정되고 있는 PPP(Precise Point Positioning) 기술의 성능은 다음 표와 같음. (참조: GNSS Precise Pint Positioning Workshop: Reaching Full Potential, Ottawa, CANADA, 12-14 June 2013)
  - ▸ 표에서 알 수 있는 바와 같이 실시간으로 Kinematic 측량을 시도하는 경우에 얻을 수 잇는 수평 정확도는 약 11.2cm(rms)로써 아직까지 측지·측량에서 요구하는 성능을 제공하고 있지 못함
  - ▸ 더불어 측위에 필요한 최대 소요시간으로 60분을 요구하는 단점이 있음

〈표 5.1-12〉 PPP 기술의 현재 성능

		Coordinate RMS (cm)					
		Post-Mission			Real-Time		
Mode	AR (min)	N	E	U	N	E	U
Static	10-30	0.5	0.5	1	1	1	2
Kinematic	30-60	2	2	4	5	10	15

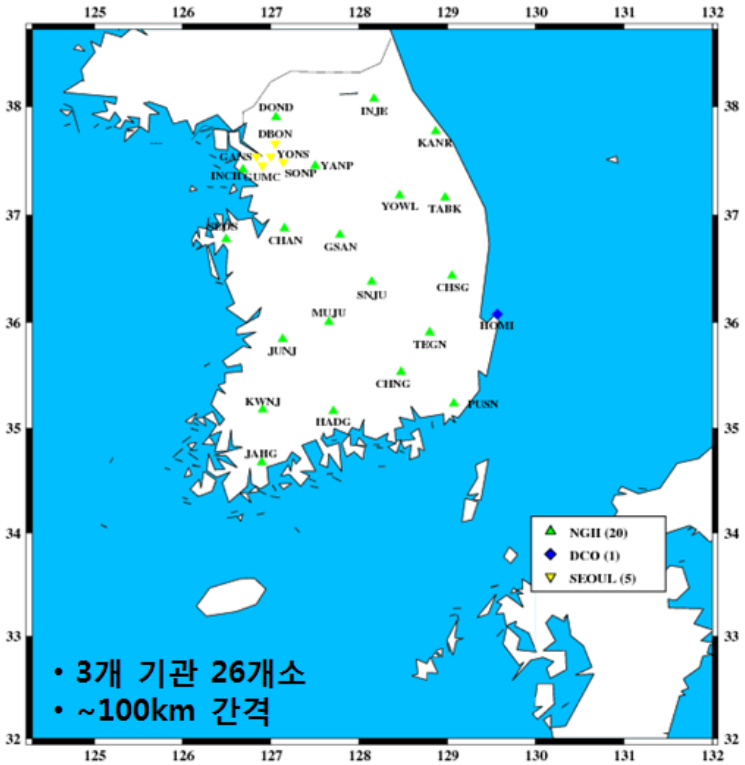


〈그림 5.1-4〉 RTK 기술의 종류와 문제점

다. 국내 측지·측량분야의 위성항법 인프라 현황과 수요자 측면에서의 이슈

○ 측지·측량을 위한 위성항법 인프라 현황

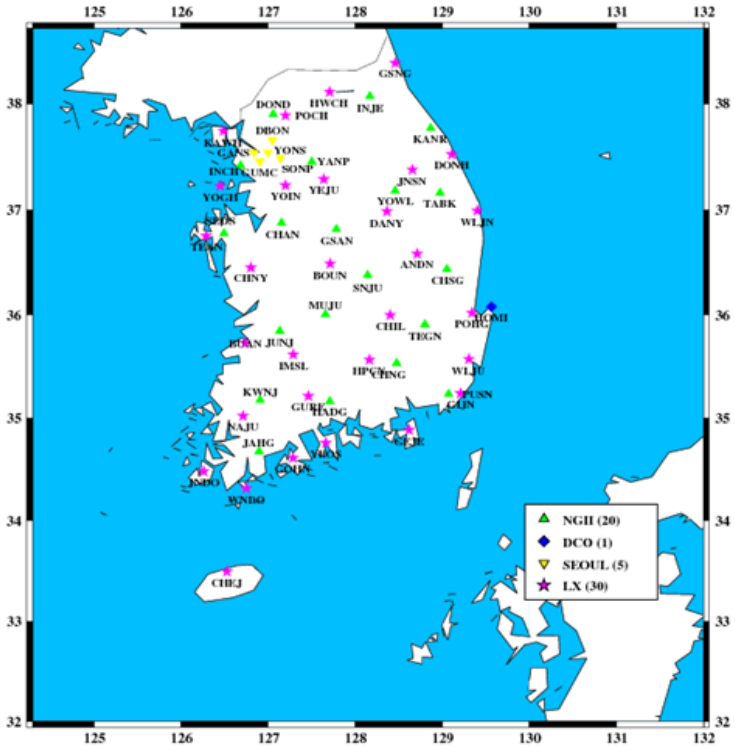
- 현재 국내는 3세대 측지·측량기술인 스마트 지적단계에 와 있으며, Single RTK 기술에서 Network RTK 기술로 진화한 상태임
- 현재 인프라를 구축하여 이용되고 있는 Network RTK 기술은 VRS (Virtual Reference Station) 기법이며, FKP(Flät Korrect Parameter) 기법은 시험운영 중임.
- 아래 그림은 VRS 기법으로 운용중인 Network RTK 관측소(2013년 기준)와 신규로 보강한 Network RTK 관측소(2014년 기준) 현황임



〈그림 5.1-5〉 Network RTK 관측소 현황(2013년 기준)

○ 현재 인프라에 대한 수요자 측면에서의 이슈

- VRS 인프라는 단방향 보정서비스가 아닌 양방향 보정서비스인 관계로 VRS 서버에 접속하는 사용자 수가 제한됨
- 2013년 현재 동시접속자 가능수를 1,000명으로 증설하였으나, 여전히 부족한 상황임
- VRS 망 외부에서는 측위 정확도가 저하되는 현상이 발생함 (위에서 보인 Network RTK 관측소 현황을 참고)
- VRS 측량을 위해서는 장비 구성이 복잡함



〈그림 5.1-6〉 Network RTK 관측소 보강 계획(2014년 기준)

○ FKP 인프라는 2011년 수도권에 테스트베드를 구축한 바 있으며, 2012년에는 내륙, 2013년에는 제주 및 해안지역으로 서비스를 확대함

○ FKP 인프라는 현재까지 성능을 검증 중에 있으며, 이런 이유로 아직 공공측량으로는 사용하지 않고 있음

○ 측지·측량 수준의 복잡도를 갖지 않는 활용이 용이한 국가 공간정보 획득을 위한 기술 확보가 절실함

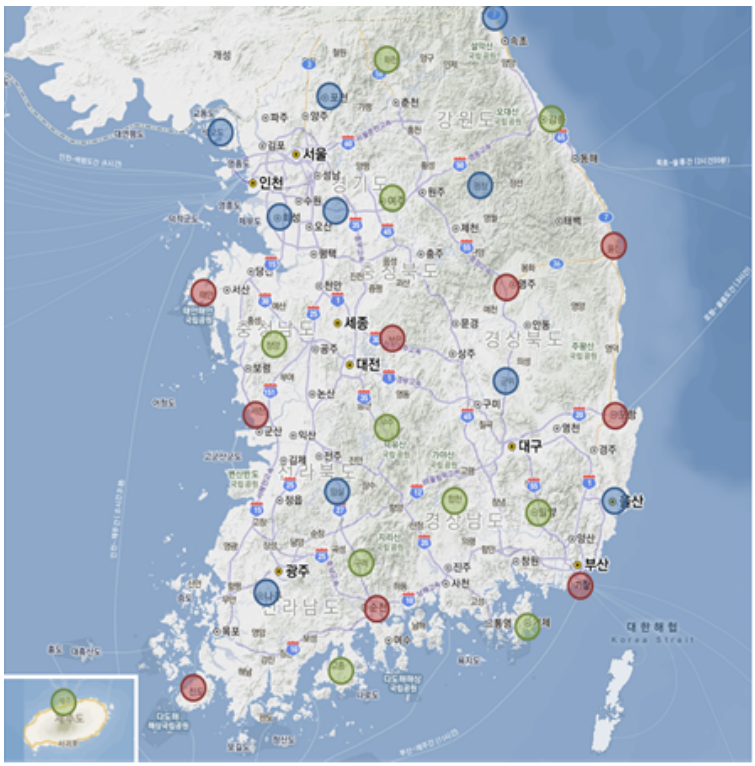
- [사례 1] 도로명주소기본도 (도로명주소, 국가기초구역, 국가지점번호, 상세주소를 부여하는 기초자료; 정사영상+직접측량)
- [사례 2] 침수흔적도 (상습침수구역 관리 및 재해 경감 대책수립 목적; 현지 측량(침수지역 위치, 표고), 도면작성)

○ 국가 공간정보 획득을 위한 기술로는 현재 해양수산부에서 운영중인 DGPS 활용이 가능할 것으로 판단됨. 단, SBAS가 구축된 이후에는 SBAS 활용으로 전환하는 것이 타당하다고 판단됨

○ SBAS는 DGPS 기술과 다르게 측위 보정을 위한 별도의 통신 매체가 필요 없고, 비용이 저렴한 장비로 운용이 가능하기 때문임

○ 수요자 측면에서 바라 본 측지·측량분야에 SBAS 활용을 위한 필수조건

- 현재 운영 중이거나 운영 예정인 측지·측량 인프라 보다 향상된 성능과 작업환경을 제공할 때에만 활용이 가능함
- FKP와 같이 단방향 보정서비스 방식이어야 함
- 기준국 Network 경계에서 측위 정확도가 저하되는 문제가 없는 방식이어야 함.
- 보정을 위한 정보량이 VRS, FKP 보다 적어야 함
- 현재 대한지적공사는 상기와 같은 사항을 반영한 PPP/RTK 기반 인프라를 시험구축하고, 성능을 검증 중에 있음 (SBAS와 다르게 지상-기반 인프라임)



〈그림 5.1-7〉 PPP/RTK 시험운영과 검증을 위한 관측소 현황 (2014년 기준)

제2절 SBAS 타분야 활용을 위한 방안 분석 및 계획

1. 해상 분야

○ 현재 해양항법 분야에서 가장 많이 이용되고 있는 위성항법 보강시스템은 DGPS 임

○ DGPS는 GPS 위성항법시스템의 의사거리 오차를 중파 신호를 이용하여 방송하는 방법으로 주변에 위치한 GPS 수신장비의 위치 신뢰도와 정확도를 높일 수 있도록 하는 지상 기반 보강시스템(GBAS: Ground Based Augmentation System)임

○ 최근에는 GPS뿐만 아니라 GLONASS, BeiDou와 같이 다양한 위성항법시스템이 가용하게 됨으로써 GPS 이외의 위성항법시스템을 위한 보강서비스 구축과 관련 국제표준 제정의 필요성이 급격히 대두되고 있음

○ GBAS로서 해양 DGPS의 활용성 확대에 대한 요구와 함께 해양 DGPS국의 활용을 극대화하기 위한 다양한 노력도 진행 중에 있음

○ 그 중에 하나가 위성 기반 보강시스템을 위한 기준국으로의 활용임

○ SBAS는 의사거리 보정서비스를 제공한다는 점에서 해양 DGPS와 유사하지만, 의사거리 오차정보를 중파가 아닌 GPS 주파수 대역으로 방송한다는 점에서 해양 DGPS 보다 편리하게 이용될 수 있음

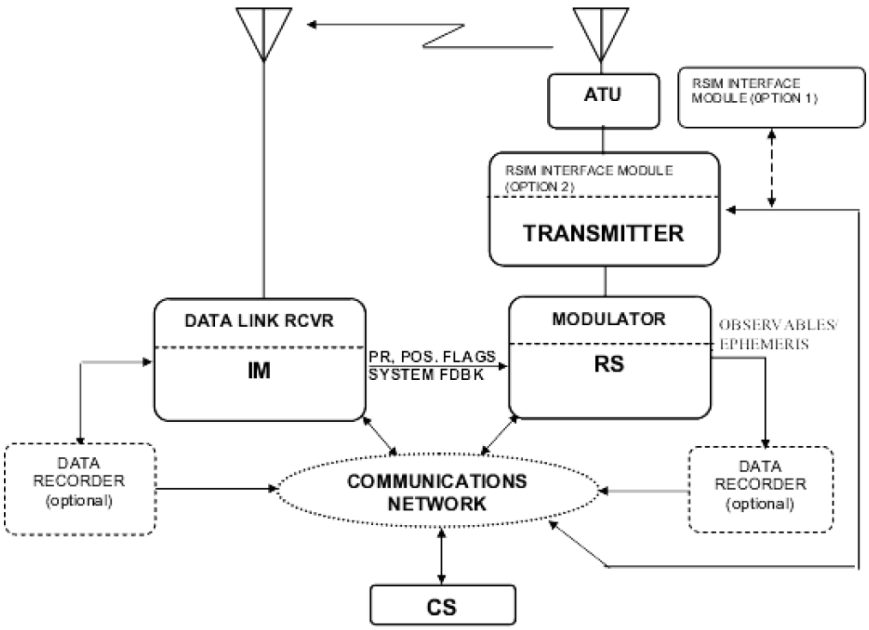
가. 기준국의 요구기능과 성능

○ 해양 DGPS국은 수신한 GPS 위성신호의 의사거리 보정정보를 생성하고, 주변 이용자들이 항법 정확도를 향상시키는 목적으로 활용할 수 있도록 생성한 의사거리 보정정보를 방송하는 역할을 함

○ 일반적으로 DGPS국은 의사거리 보정정보를 생성하는 기준국(reference station), 생성된 보정정보의 무결성을 감시하는 감시국(integrity monitor), 기준국과 감시국을 통제하는 제어국(control station)으로 구성됨

○ 여기서 기준국은 GPS 원시정보와 위성정보를 취득하는 수신기, 취득한 원시정보와 위성정보를 이용하여 의사거리 보정정보를 추정하고, RTCM SC-104 표준형식으로 만드는 보정정보 생성기(corrections generator), 보정정보를 MSK로 변조하여 283.5-325kHz의 중파 대역에 싣는 역할을 하는 변조기, 변조된 보정정보를 이용자들에게 전송하는 ATU(antenna tunning unit)를 포함한 안테나 시스템으로 구성됨

○ 감시국은 기준국에서 생성한 보정정보의 품질을 감시하기 위해 기준국에 사용된 수신기와 다른 별도의 수신기를 이용하여 GPS 원시정보와 위성정보를 취득하고, 기준국에서 방송한 보정정보를 비컨 수신기(beacon receiver)를 이용하여 획득한 후에 무결성 감시기를 이용하여 보정정보의 품질을 검증한 후에, 그 결과를 기준국과 제어국에 전송함



〈그림 5.2-1〉 해양 DGPS국의 구조

○ SBAS는 기준국, 중앙국, 상향링크국으로 구성된 지상부문과 정지궤도위성과 GPS로 구성된 위성부문, 이용자 부문으로 구분됨

○ 여기서 SBAS 기준국은 GPS L1과 L2신호 및 정지궤도위성의 신호를 수신하여 원시정보와 위성정보, 상관기 정보를 취득하고, 선-처리(pre-processing)한 후에 SBAS 중앙국이 보정정보 생성과 무결성 감시를 수행할 수 있도록 선-처리한 정보를 전달하는 역할을 수행함

○ 따라서 SBAS 기준국은 해양 DGPS국의 일부 기능만을 수행한다고 할 수 있으며, 많은 기능이 해양 DGPS국의 GPS 수신기 기능과 유사함

○ 하지만 SBAS 기준국은 EWF(evil waveform) 검출을 위해 상관기(correlator) 정보를 취득할 수 있어야 하고, 외부에 설치된 원자시계를 반드시 수신기 시계로 이용한다는 점에서 해양 DGPS국의 GPS 수신기와 구별됨

○ 해양 DGPS국은 GPS 수신기와 관련해 아래 표와 같은 최소성능을 만족하도록 하고 있음

○ 그러나 SBAS는 기준국에 대해 특별한 성능을 요구하거나 규정하고 있지 않으며, 단지 SBAS가 제공해야 할 서비스의 성능에 대해서만 규정하고 있다.

○ 본 연구에서는 SBAS 기준국이 아래 표와 같은 해양 DGPS국의 최소 요구성능을 만족하는지 알아보기 위해 WAAS에서 이용되고 있는 NovAtel사 수신장비와의 성능 사양과 비교하였고, 이를 통해 해양 DGPS국의 최소 요구성능을 최소 3배 이상의 높은 정확도로 만족시키고 있음을 확인함

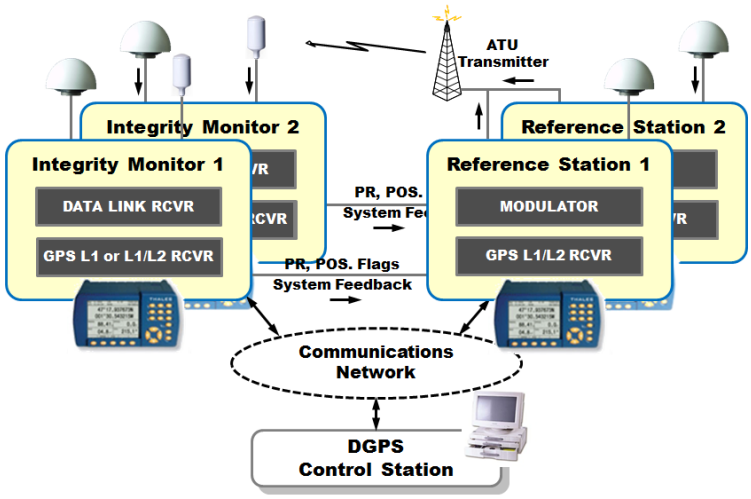
〈표 5.2-1〉 해양 DGPS국의 GPS 수신장비 최소요구사항

Code Phase Measurement Accuracy	Multi-use	30cm (rms)
	Marine Navigation	80cm (rms)
Code Range Rate Measurement Accuracy	Multi-use	4cm/sec (rms)
	Marine Navigation	10cm/sec (rms)
under the following conditions: a) A minimum L1 C/A Code signal power level incident upon the antenna of -160dBW at an elevation angle of greater than 7.5 degrees. b) A minimum tracking time of 120 seconds for a given satellite after initial acquisition under the aforementioned minimum incident power level. c) A minimum of 4 and a maximum of 12 satellites in view.		

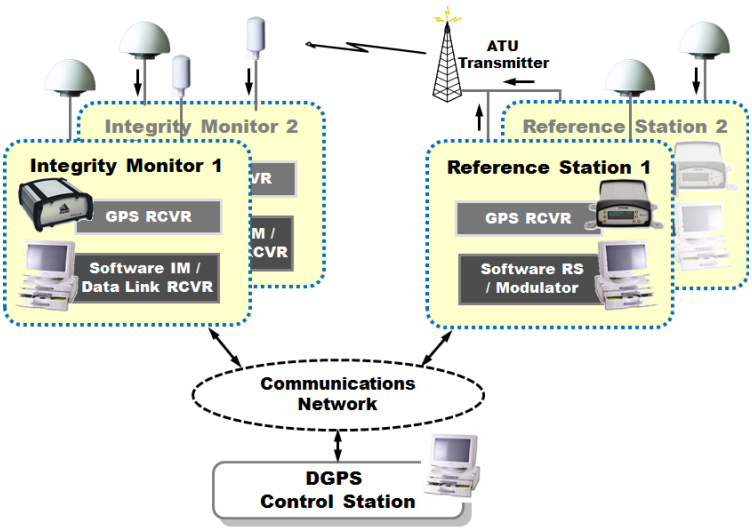
나. SBAS 활용을 위한 DGPS국 구조

○ 현재 운용되고 있는 해양 DGPS국의 형태는 DGPS의 핵심기능인 보정정보 생성과 무결성 감시가 DGPS 전용 GPS 수신장치에 하드웨어 기반으로 구현되어 있는지, 컴퓨터에 소프트웨어로 기반으로 구현되어 있는지에 따라서 구분됨

○ 아래 그림(a)는 보정정보 생성과 무결성 감시 기능이 DGPS 전용 GPS 수신장치에서 구현되는 하드웨어 기반 DGPS국의 구조이고, 아래 그림(b)는 일반 컴퓨터에서 구현되는 소프트웨어 기반 DGPS국의 구조임



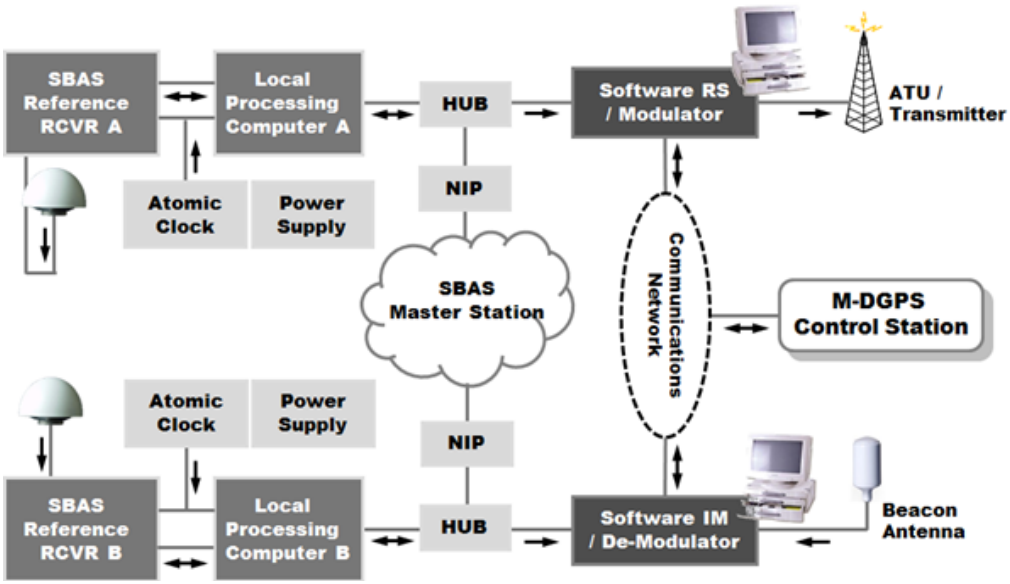
(a) 하드웨어 기반 DGPS국의 구조



(b) 소프트웨어 기반 DGPS국의 구조

〈그림 5.2-2〉 구현 방식에 따른 DGPS국의 구조

○ 일반적으로 하드웨어 기반 DGPS국은 소프트웨어 기반 DGPS국과 비교해 설치와 관리가 편리한 반면에 장비의 내구연한 이내에 발생하게 되는 위성항법시스템의 다원화와 신규 국제표준에 대응이 거의 불가능하고, 새로운 보강항법기술이나 GPS 수신장비가 개발된 경우에도 적용이 어렵다는 단점이 있음



〈그림 5.2-3〉 SBAS 활용을 위한 DGPS국의 구조

○ 위 그림은 DGPS국이 SBAS 기준국이 해당 기능을 수행할 수 있도록 한 구조로서 SBAS 기준국 수신기에서 측정한 원시정보와 위성정보 등을 SBAS 기준국의 데이터 처리기 역할을 하는 LPC(local processing computer)를 거쳐서 수신 받는 구조임

○ 이때에 LPC는 SBAS에 필요한 정보와 해양 DGPS에 필요한 정보를 구분하여 네트워크 장비인 HUB와 NIP(network interface processor)를 통해 전송하는 것이 아니라, SBAS 기준국 본래의 정보를 전송한다. 따라서 해양 DGPS국의 보정정보 생성기와 무결성 감시기는 SBAS 기준국에서 수집된 정보를 처리할 수 있는 복호기(decoder) 기능을 가지고 있어야 하며, 앞에서 언급한 바와 같이 소프트웨어 기반 DGPS국은 이러한 변화에 하드웨어 변경 없이 소프트웨어 업그레이드만으로 용이하게 대응할 수 있는 구조임

○ 일반적으로 해양 DGPS국은 이중화 시스템이므로 아래 그림과 같이 제안하는 DGPS국을 주국(primary station)으로 이용하고, 기존의 DGPS국을 부국(secondary station)으로 이용하는 것이 SBAS 기준국의 확장된 기능을 활용하는데 효과적일 것임

○ 제안한 DGPS국의 변형으로는 SBAS 기준국 안테나부터 HUB/NIP까지를 해양 DGPS국 주국과 부국의 보정정보 생성부 또는 무결성 감시부에만 연결하는 형태도 있을 수 있음 (하지만 이때에는 보정정보 생성부와 무결성 감시부의 수신장비 종류가 다름으로 인해서 발생하는 오차를 제어국에서 반드시 고려할 수 있어야 함)

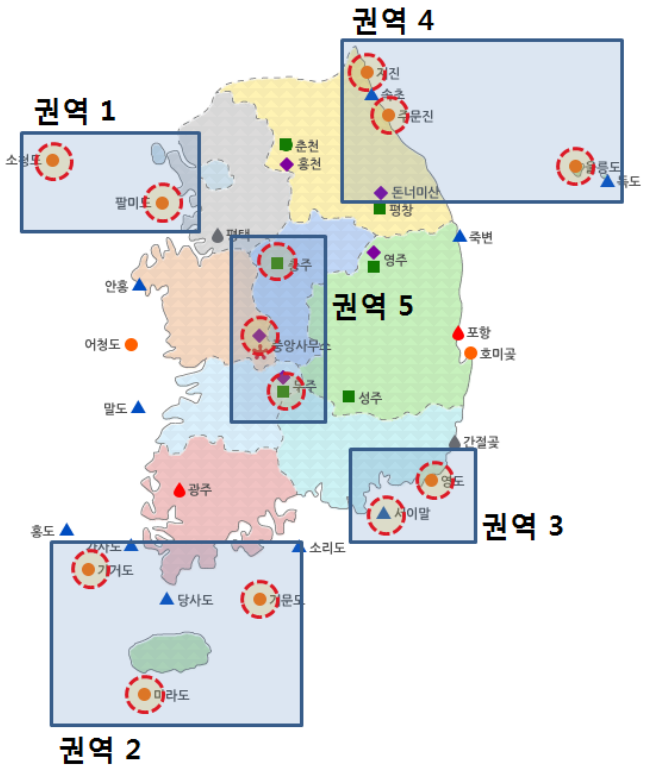
다. 제안한 DGPS국 기반 가용성 분석

○ 본 연구에서는 그림과 같이 DGPS국을 5개 권역으로 나누고, 각 권역에서 최소 2개 SBAS 기준국을 제안한 DGPS국으로 운영한다고 가정함

○ 이 경우에 아래 표와 같은 조건에서 APV-I급 SBAS 성능을 99% 만족시키는 가용지역을 ESA(european space agency)에서 제공하는 SBAS Simulator를 이용하여 분석함 (이때에 수신잡음은 0.36미터, UDRE 편차는 0.9미터, UIVE 편차는 0.75미터, 이용자의 제한 앙각(elevation mask angle)은 10도라고 가정함)

〈표 5.2-2〉 가용성 분석을 위한 환경 조건

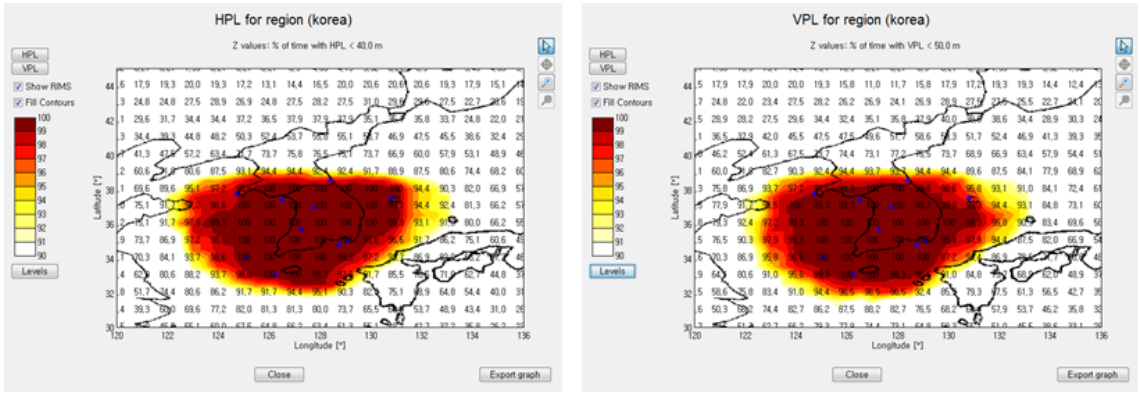
	DGPS Station (SBAS reference station)			SBAS user
	Minimum number of reference stations	Total number of reference stations	Elevation mask angle	Elevation mask angle
Case Ⅰ	5	10	5°	10°
Case Ⅱ	5	10	10°	10°
Case Ⅲ	5	10	15°	10°



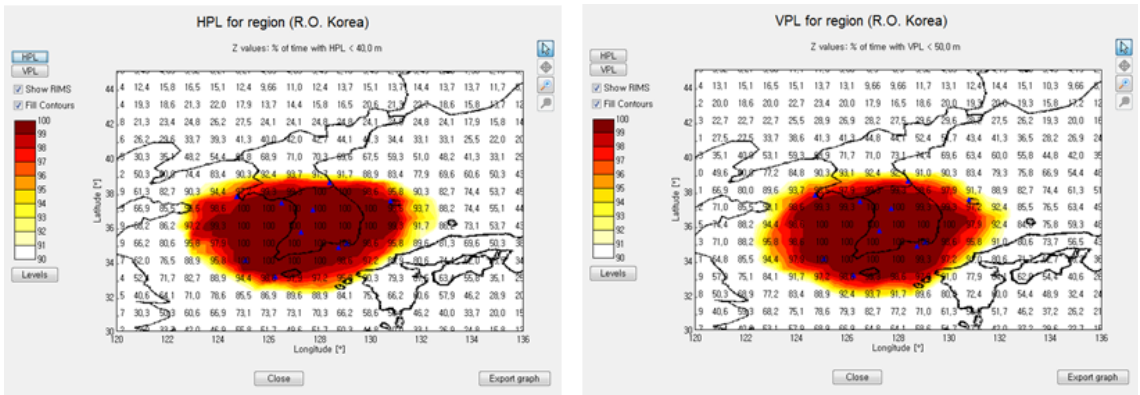
〈그림 5.2-4〉 대한민국에서 운영하고 있는 전국망 해양 DGPS국 현황

○ 아래 그림과 같은 분석결과는 현재 운영중인 전국망 해양 DGPS국을 제안한 DGPS국의 구조로 변경하여서 SBAS 기준국으로 활용이 가능하고, 해양 DGPS국이 10도 이하의 제한 앙각을 보장한다면, 대한민국의 모든 공항을 서비스할 수 있다는 사실을 말해줌

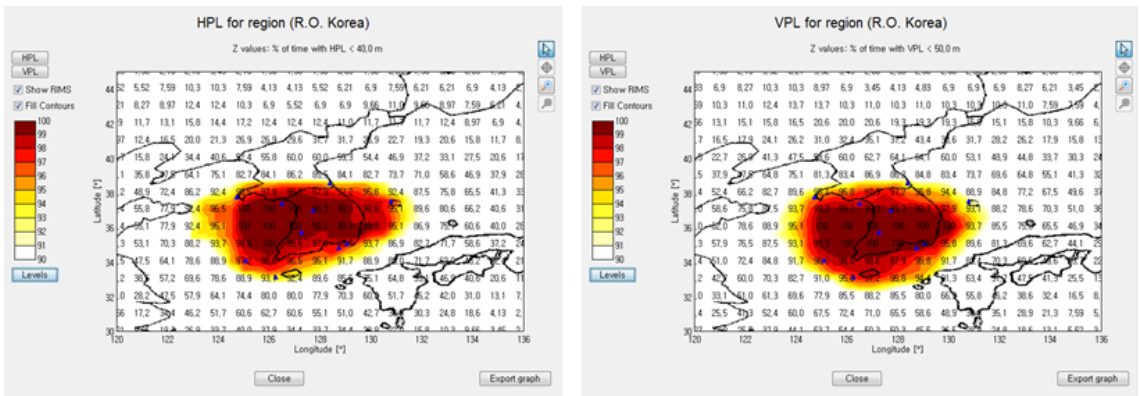
○ 반면에 제안한 DGPS국의 구조를 갖더라도 해양 DGPS국이 15도 이상의 제한 앙각을 보장하는 경우에는 APV-I 서비스 가용범위가 협소해짐을 예측할 수 있음



(a) Case Ⅰ 환경에서의 가용성 분석



(b) Case Ⅱ 환경에서의 가용성 분석



(c) Case Ⅲ 환경에서의 가용성 분석

〈그림 5.2-5〉 기준국 공동활용에 따른 가용성 분석 결과

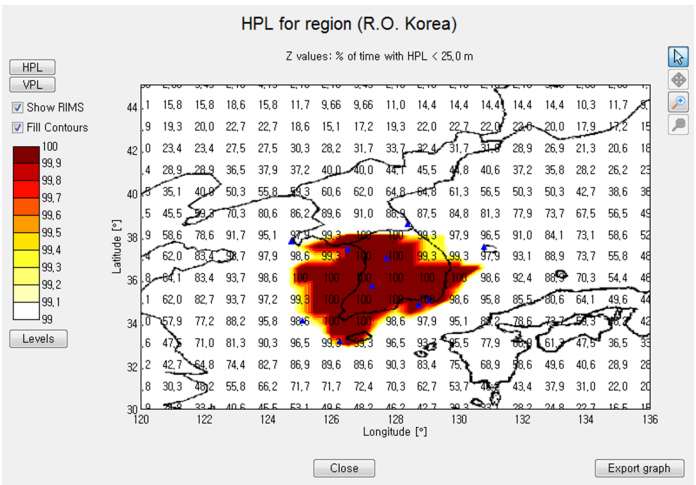
〈표 5.2-3〉 해상항법·측위 활용을 위한 가용성 분석의 환경 조건

	DGPS Station (SBAS reference station)			SBAS user
	Minimum number of reference stations	Total number of reference stations	Elevation mask angle	Elevation mask angle
Case Ⅳ	5	10	5°	10°
Case Ⅴ	5	10	10°	10°
Case Ⅵ	5	12	10°	10°

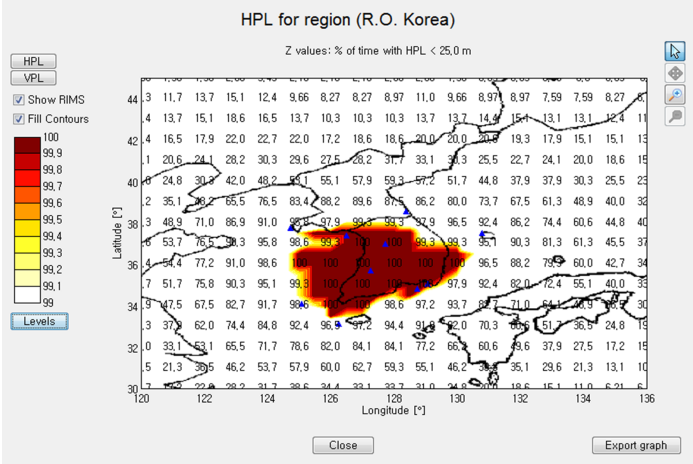
○ 위 표와 해상항법·측위의 10미터 이내 정확도 요구 분야 성능을 99.8% 만족시키는 가용지역을 분석하기 위해 설정한 조건으로서 아래 그림과 같은 가용성 결과를 얻을 수 있음 (이때에도 수신잡음은 0.36미터, UDRE 편차는 0.9미터, UIVE 편차는 0.75미터, 이용자의 제한 앙각(elevation mask angle)은 10도라고 가정함)

○ 분석결과는 현재 운영중인 전국망 해양 DGPS국을 제안한 DGPS국의 구조로 변경하고, 성능을 일부 개선하는 경우에 해상항법·측위의 10미터 이내 정확도 요구 분야 활용이 가능한지에 대한 가용성 측면의 분석 결과로서 기준국의 개수가 10개소 이내인 경우에는 활용이 어려움을 그림(a)와 그림(b)를 통해 알 수 있음

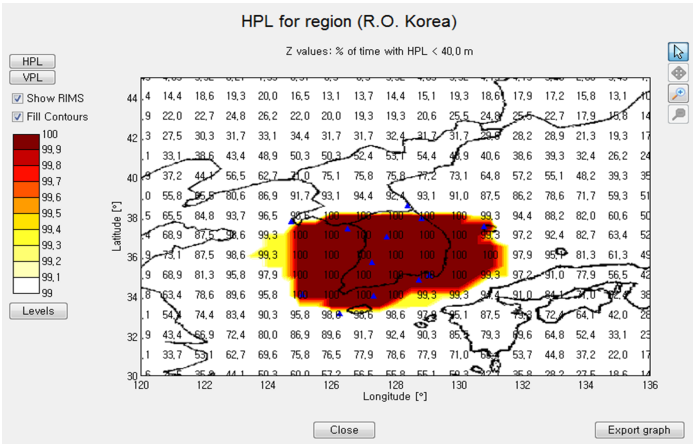
○ 그러나 그림(c)는 12개소 이상의 기준으로 배치하면, 가용성 측면과 서비스 범위 모두를 충족시키는 결과를 얻을 수 있음을 확인시킴



(a) Case Ⅳ 환경에서의 가용성 분석



(b) Case Ⅴ 환경에서의 가용성 분석



(c) Case Ⅵ 환경에서의 가용성 분석

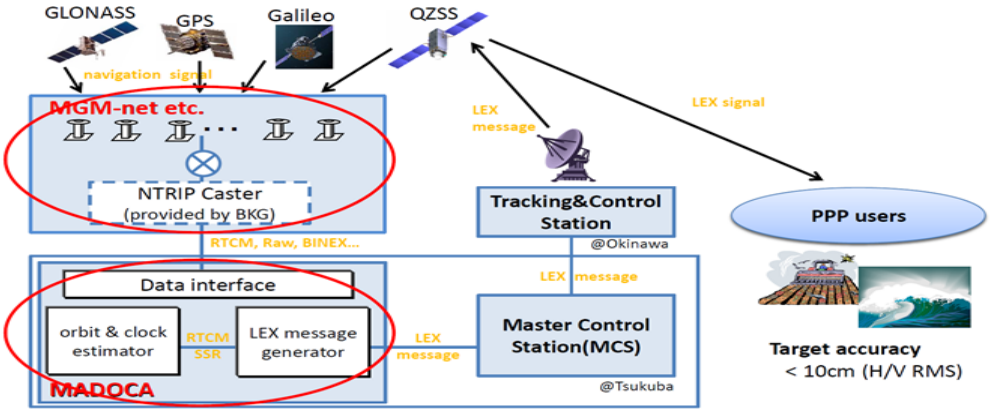
〈그림 5.2-6〉 해상항법·측위 활용 가능성 분석을 위한가용성 분석 결과

2. 측지·측량 분야

○ 앞에서 분석한 바와 같이 측지·측량 분야의 측지점(Ground Control Points) 부문이 미래 SBAS 활용 가능 분야로 식별됨

○ 이를 위해선 SBAS 서비스가 측위 정확도 성능, 1미터(2drms) 이내를 만족시킬 수 있음을 증명할 수 있어야 함 (SBAS 개발·구축 과정에 별도의 기술개발과 검증을 위한 노력이 필요할 것으로 판단됨 (추가 연구개발과 연구비 투입이 필요함))

○ 더불어 지적량(Cadastral Survey) 수준의 분야로 SBAS를 활용하기 위해선 CAT-I급 성능 이상의 개선 또는 추가 기술개발이 필요한 사항으로 아래 그림과 같이 일본에서 개발 중에 있는 QZSS의 RT-PPP와 같은 아키텍처와 '정밀궤도 예측 기술', '정밀시각 예측 기술' 개발이 선행되어야 함



〈그림 5.2-7〉 QZSS의 RT-PPP 서비스를 위한 지상국 아키텍처

참고문헌

[1]. ICAO, Performance Based Navigation Manual, Doc 9613, 2008

[2]. ICAO Annex 10 Aeronautical Telecommunications, Vol.1, 2006

[3]. T. Walter, J. Blanch, P. Enge, Coverage Improvement for Dual Frequency SBAS, Proceedings of 2010 ION International Technical Meeting, San Diego, CA. 2010.

[4]. T. Sakai, Recent Development on QZSS L1-SAIF Signal, 2nd KARI-ENRI Workshop on GNSS, Jeju, South Korea, 2013.

[5]. SAE, Guidelines for Development of Civil Aircraft and Systems, ARP4754A, 2010.

[6]. 국토해양부, 건설교통 R&D 기술단계별 실용화 추진전략 수립에 관한 연구, 2012.

[7]. The European Satellite Navigation Programmes EGNOS and Galileo, Santiago Soley on behalf of the European Commission, 2012년 11월 7일, 보고타

[8]. "Overview of Galileo & EGNOS", Ugo Celestino, European Commission, GNSS Working Group 6th Meeting, Brussels, 25th September 2013.

[9]. EGNOS Bulletin, ESSP Quater 4, Issue No.1

[10]. EGNOS Monthly Performance Report 2013년 9월

[11]. EGNOS in Europe: recent milestones in applications development, April 14h 2011, GSA Market Development

[12]. Mario Musmeci, " From infrastructure to service provision focus: the European Satellite Navigation paradigm change" Turin, 26th. September 2013.

[13]. EGNOS SAFETY OF LIFE SERVICE ROADMAP, Ver 1.0, 2012년 7월 31일.

[14]. EGNOS Service Provision Status, ICAO PBN TF7, Paris, 2nd July 2012.

[15]. GNSS/SBAS, 2006년 Eurocontrol

[16]. SDCM status and Plans, 7th ICG in Beijing, China 2012년 11월 4-9일

[17]. 853 ELSG/NT 2010, Communications, Navigation, Surveillance/Air Traffic Management (CNS/ATM) Conference 2010 Booklet

[18]. ICG/WGSBAS 2007, Minutes of the Working Group on Satellite-based Augmentation System (SBAS) certification

[19]. C. Pezzella, EGNOS Concept and Operations, April 2008.

[20]. ICAO, International Standards and Recommended Practices, Annex 10, Volume I, July 2006.

[21]. RTCA, Minimum Operational Performance Standards for Global Positioning System/Wide Area Augmentation System Airborne Equipment, RTCA/DO-229D, Dec. 2006.

[부록 1] 기술문서 참조(별책 1)

기술문서 목록표

기술문서 목록표

성과목록 일련번호	문서명	총 페이지수
A-1-①	SBAS 국외사례 조사 및 기술 분석	21
A-1-②	SBAS 국외기술협력 방안 수립	12
A-2-①	SBAS 체계/중앙처리국/통합운영국 세부기술 분석	107
A-2-②	SBAS 위성통신국 세부기술 분석	21
A-2-③	SBAS 기준국 세부기술 분석	25
A-3-①	SBAS 체계/중앙처리국/통합운영국 공동개발계획 수립	15
A-3-②	SBAS 위성통신국 공동개발계획 수립	32
A-3-③	SBAS 기준국 공동개발계획 수립	15
A-4-①	SBAS 공동개발팀 구성 방안	10
A-5-①	SBAS 체계/중앙처리국/통합운영국 개발 비용 분석	51
A-5-②	SBAS 위성통신국 개발 비용 분석	18
A-5-③	SBAS 기준국 개발 비용 분석	16
A-6-①	SBAS 위성임차 국외 기술협력방안 분석	38
A-7-①	SBAS 위성 PRN 코드 확보방안 수립	26
A-8-①	타분야 활용 방안 분석 및 계획 수립	46
B-1-①	SBAS 인증관련 국내외 현황 분석서	55
B-2-①	SBAS 인증기술조사·분석서	31
B-3-①	SBAS 인증체계 보고서	37
B-3-②	SBAS 인증 소요 예산안 분석서	14
C-1-①	SBAS 사업단 과제제안요구서	8
C-2-①	SBAS 핵심과제 과제제안요구서	32
C-2-②	SBAS 체계/중앙처리국/통합운영국 세부과제 도출	26
C-2-③	SBAS 위성통신국 세부과제 도출	11
C-2-④	SBAS 기준국 세부과제 도출	21
C-2-⑤	SBAS 인증 핵심과제 도출	15

※ 상기 문서는 “부록 1. 기술문서 (별책)”에 수록

[부록 2] 국외수집 문서 참조(별책 2)

국외수집 문서 목록표

국외수집 문서 목록표

번호	획득처	획득국	획득일	문서제목	페이지수	문서종류
1	THALES	프랑스	2014.3.10	KARI-TAS Non Disclosure Agreement	6	DOC
2	THALES	프랑스	2014.3.11	TASRFI Response Documents - Cover & Letter	3	DOC
				TASRFI Response Documents - Vol.1 K-SBAS MRD	26	DOC
				TASRFI Response Documents - Vol.2 K-SBAS SRD	55	DOC
				TASRFI Response Documents - Vol.3 K-SBAS SOW	36	DOC
				TASRFI Response Documents - Vol.4 K-SBAS DD	41	DOC
				TASRFI Response Documents - Vol.5 K-SBAS PMP	42	DOC
				TASRFI Response Documents - Vol.6 K-SBAS JDP	33	DOC
				TASRFI Response Documents - Vol.7 K-SBAS Certification Process	22	DOC
				TASRFI Response Documents - Vol.8 K-SBAS OT&EP	22	DOC
				TASRFI Response Documents - Vol.9 K-SBAS GATD	25	DOC
3	THALES	프랑스	2014.3.19	Korea and TAS Joint Development Schemes	56	PPT
4	THALES	프랑스	2014.4.8	TAS Answers to KARI questionnaires to TAS(April 8, 2014)	16	DOC
5	THALES	프랑스	2014.4.23	TAS Answers to KARI questionnaires to TAS(April 15, 2014)	13	DOC
6	THALES	프랑스	2014.4.29	K-SBAS Joint Development TAS Budget Estimates	13	DOC
7	THALES	프랑스	2014.5.20	TAS Answers to KARI questionnaires to TAS(May 20, 2014)	7	DOC
8	THALES	프랑스	2014.5.20	TASRFI Response Documents -Vol.1 K-SBAS MRD Issue 2	26	DOC

9	THALES	프랑스	2014.5.29	Operation, Maintenance and Certification Activities during the Development Phase	14	DOC
10	RAYTHEON	미국	2014.3.11	KARI-RAYTHEON Proprietary Information Agreement	6	DOC
11	RAYTHEON	미국	2014.3.24	RAYTHEON Response to RFI for Korean SBAS	19	DOC
12	RAYTHEON	미국	2014.4.21	SBAS Considerations	48	PPT
13	RAYTHEON	미국	2014.4.21	NLS	10	PPT
14	RAYTHEON	미국	2014.4.21	SBAS Performance Requirements	3	DOC
15	RAYTHEON	미국	2014.4.21	SARPs WAAS & GAGAN	4	DOC
16	RAYTHEON	미국	2014.5.13	SBAS Tools List	3	DOC
17	RAYTHEON	미국	2014.6.2	K-SBAS Raytheon Statement of Work	18	DOC
18	MITRE	미국	2014.4.19	MITRE K-SBAS Deliverable - Introduction(body)	9	DOC
				MITRE K-SBAS Deliverable - Appendix 1 - Draft High Level KSBAS SOW	24	DOC
				MITRE K-SBAS Deliverable - Appendix 2 - Draft High Level KSBAS Spec	13	DOC
				MITRE K-SBAS Deliverable - Appendix 3 - Elements of Project Management Structure	7	DOC
				MITRE K-SBAS Deliverable - Appendix 4 -Overview of MSAS and GAGAN Procurements	6	DOC
				MITRE K-SBAS Deliverable - Appendix 5 - High Level Information on SBAS Certification	22	DOC
				MITRE K-SBAS Deliverable - Appendix 6 - Verification Activity for APV-I and CAT-I	4	DOC
				MITRE K-SBAS Deliverable - Appendix 7 - Post Certification Activities	4	DOC

				MITRE K-SBAS Deliverable - Appendix 8 - Problem Resolution Plan	2	DOC
				MITRE K-SBAS Deliverable - Appendix 9 - OT&E Test Plan Outline	11	DOC
				MITRE K-SBAS Deliverable - Appendix 10 - Offline Monitoring Plan Outline	4	DOC
				MITRE K-SBAS Deliverable - Appendix 11 - OT&E Data Analysis Tools Outline	6	DOC
				MITRE K-SBAS Deliverable - Appendix 12 - Vendor Selection Criteria	3	DOC
19	MITRE	미국	2014.4.24	MITRE SBAS Vision	14	PPT
20	MITRE	미국	2014.4.24	MITRE Support to WAAS-MSAS-GAGAN	7	PPT
21	MITRE	미국	2014.4.25	Overview of MITRE Deliverable	66	PPT
22	MITRE	미국	2014.4.25	Aspects of KSBAS Development That May Pose Potential Challenges	21	PPT
23	MITRE	미국	2014.4.25	SBAS Commissioning Tasks Disccusion	40	PPT
24	MITRE	미국	2014.4.26	WAAS Specification	156	DOC
25	MITRE	미국	2014.4.26	WAAS FOC Procurement Specification	47	DOC
26	MITRE	미국	2014.4.26	WAASFullLPVPerformance	66	DOC
27	MITRE	미국	2014.5.12	Potential MITRE Support-updated	15	PPT
28	MITRE	미국	2014.5.30	Report on MITRE Support to the Korean Satellite-Based Augmentation System(K-SBAS) Project Phase 0	110	DOC

※ 상기 문서는 “부록 2. 기술문서 (별책)”에 수록되어 있으며, 국외 기술협력 대상 업체와의 비밀유지협정 관계로 외부공개가 금지되어 있음


93550
9 791195 361328
ISBN 979-11-953613-2-8