

항공선진화사업 기획 연구 최종보고서

R&D/ 09항공-항행05

위성항법 지역보강 시스템 인증기술개발 기획 최종보고서

2010. 01. 07

주관연구기관 / 한서대학교 산학협력단
위탁연구기관 / 한국공항공사

국 토 해 양 부
한국건설교통기술평가원

제 출 문

국토해양부장관(한국건설교통기술평가원장) 귀하

이 보고서를 “위성항법 지역보강 시스템 인증기술개발 기획”의 최종보고서로 제출합니다.

2010. 01. 07.

주관연구기관 : 한서대학교 산학협력단

주관연구책임자 : 홍 교 영

위탁연구기관 : 한국공항공사

위탁연구책임자 : 이 창 우

■ 총괄연구책임자 / 교수

홍교영

■ 주관연구기관 참여연구원

연구책임자
참여연구원
참여연구원
참여연구원
참여연구원
참여연구원
참여연구원
참여연구원

교수 홍 교 영
교수 지 민 석
석사과정 구 자 혁
석사과정 강 정 일
석사과정 김 지 은
학사과정 정 병 인
학사과정 김 희 주
학사과정 전 영 범

■ 위탁연구기관 참여연구원

연구책임자
연구원
연구원
연구원

팀장 이 창 우
과장 김 승 현
대리 박 성 호
대리 박 연 속

보고서 요약서

과제고유번호	09항공- 항행05	해 당 단 계 연 구 기 간	최종보고서	단 계 구 분	최종보고서	
연 구 사 업 명	항공선진화사업					
연 구 과 제 명	위성항법 지역보강 시스템 인증기술개발 기획					
연 구 책 임 자	홍교영	해당단계 참 여 연구원수	총 : 12명 내부 : 8명 외부 : 4명	해당단계 연 구 비	정부 : 50,000천원 기업 : 천원 계 : 50,000천원	
		총연구기간 참 여 연구원수	총 : 명 내부 : 명 외부 : 명	총연구비	정부 : 천원 기업 : 천원 계 : 천원	
연구기관명 및 소 속 부 서 명	한서대학교		참여기업명			
국제공동연구	상대국명 :		상대국연구기관명 :			
위 타 크 연 구	연구기관명 : 한국항공공사		연구책임자 : 이창우			
○ 국내 개발 또는 해외 도입 GBAS CAT-I 시스템의 성능과 안전성을 검증하기 위한 「위성항법 지역보강시스템(GBAS CAT-I) 인증기술」 연구개발 로드맵 수립 ○ 위성항법 지역보강시스템(GBAS CAT-I)의 인증기준 수립과 관련 운용기술 개발을 위한 상세 추진전략 수립 및 세부 과제 도출 ○ 해외 인증제도 및 인증사례 조사 분석 ○ 인증시스템 및 관련 장비 확보, 운용 등에 따른 경제적 타당성 분석 ○ 구체적인 활용화 전략과 운영방안 제시 ○ 과제 공모를 위한 RFP 도출				보고서면수		
색 인 어 (각 5개 이상)	한 글	위성항법 지역보강	연구개발 로드맵	장비적합성 검증기술	시설인증 기술	운영인증 기술
	영 어	GBAS	R&D Roadmap	System Conformance Approval	Facility Approval	Service Approval

요 약 문

I. 제 목

- 위성항법 지역보강시스템 인증기술 개발기획

II. 연구개발의 목적 및 필요성

- 연평균 10%에 달하는 항공교통 수요의 증가에 따라 주요 공항에서 항공기 이착륙 처리 능력이 한계에 달함
- 우리나라 국토의 70%가 산악 지형이므로 계기착륙시설(ILS)과 지상고정 전파항행시설을 설치하고 운영하기에 용이하지 않으므로 항공교통량의 지속적인 증가에 대비하여 제한된 공역에서 공항의 수용 능력을 증가시킬 수 있는 신기술에 대한 연구가 필요
- 국제민간항공기구의 계획에 부합하는 지상기반 위성항법 보강시스템(GBAS : Ground based augmentation system)을 새로운 항행시스템으로 도입하여 우리나라 공항 수용 능력을 증가 필요
- 국제적 추세와 우리나라 고유의 운항 특성을 고려할 때, GBAS의 국내 공항 구축은 당연할 것으로 예상되므로, 이를 대비한 사전연구가 필수적임
- 국내에서 차세대 기술에 대하여 보조를 맞추지 않을 경우, 타 항공기술과 마찬가지로 자체기술 부족으로 차세대 시스템 구축이 원활하게 추진되지 못하고, 이를 선진국에 의존할 경우 국가 항공교통인프라 및 관련기술의 종속화가 재현될 것임
- 항공기의 안전한 착륙을 지원하는 위성기반의 차세대 항공항법 시스템인 GBAS CAT-I의 성능과 안전성을 검증하기 위해서는 항공법 제80조의2에 의거한 성능적합증명이 필요하며 이를 위한 인증기준 수립 및 관련 운용기술의 개발이 필요함

Ⅲ. 연구개발의 내용 및 범위

□ 국내외 기술 동향 분석

- 위성항법 지역보강시스템에 대한 국내외 기술동향을 분석하고 국내 기술 수준에 따른 개발 역량을 분석함으로써 위성항법 지역보강시스템 인증기술의 국내 개발을 위한 기술적 수준을 파악함
- 위성항법 지역보강시스템 관련 기술 및 산업의 국내외 시장동향, 국내 인프라 수준, 국제 경쟁력 등 분석을 수행함

□ 본 연구개발의 주요 내용 수립, 제시

- GBAS CAT-I 인증체계 및 시험시스템 기술 개발
- GBAS CAT-I 시범공항 구현 및 시설 인증기술 개발
- GBAS CAT-I 시험평가 및 시범운영

□ 추진계획 수립을 위한 주요 방안 제시

- 국내 활용 가능 기술을 분석하여, 향후 활용할 수 있도록 추진
- CAT-I 시범공항을 구축하여 시험평가를 수행함으로써 향후 연구개발 기반 확보와 더불어 구축 실용계획수립 기초자료를 제공
- 연구 내용에 따른 세부과제별 연구 일정 및 기간을 제시하고, 내용 및 일정에 따른 연차별 소요예산 및 근거를 제시함
- 설정된 연구 목표와 내용, 추진전략을 바탕으로 과제를 공모하기 위한 과제제안요구서(RFP)를 작성함

Ⅳ. 연구개발결과

□ 국내외 기술동향 분석

- ‘국가 R&D 사업 Total Roadmap’ (2007.02, 과학기술부) 및 ‘제2차 과학기술기본계획’ (2007.12) 국가중점육성기술 중 “위성항법시스템 기술”, “항공운항효율화 및 안전향상기술” 과 ‘국가교통기술개발계획’ (2009.02, 국토해양부) 주요 교통기술분야 중 항공교통분야의 항공선진화사업에 대한 추진과제에 포함하는 등 꾸준히 준비를 진행하였고 마

침내 2009년 11월 심의 의결된 ‘차세대 항행안전시설 구축 기본계획’ (2009.11, 국토해양부)에 GBAS CAT-I 인증기술 개발계획이 수립, 확정됨

- 국내 국책연구를 통해 2회의 위성항법분야 연구개발이 수행된 바가 있으나 이들은 기초기술에 의한 시험 장비를 제작한 수준으로써, 위성항법 지역보강시스템(GBAS CAT-I) 기술구현을 목표로 추진된 사례가 없어 향후 국내 위성항법 지역보강시스템(GBAS CAT-I)운영에 대비 기술개발 필요함
- 차세대 위성항행시스템 기술개발을 위한 각 요소기술의 기술수준은 평균 60%수준이며, 전문인력 보유 50% 이하, 인프라 구축정도 또한 30% 이하로 연구 인프라 및 역량의 보강이 필요함
- GBAS CAT-I에 대해서는 ICAO의 기술표준 및 권고안(SARPs) 제정이 완료된 실용화 전단계이나, CAT-II/III에 대해서는 연구 착수단계 수준임
- 대부분의 선진 각국의 공항은 기 개발된 장비를 설치 운용하며, 시설 및 서비스 부분의 인증(Facility Approval & Service Approval)에 대한 준비를 수행하고 있음.
- 이에, 기 개발된 최신 장비의 적합성 연구와 이를 통한 시설 및 운용 인증을 도모하여, 항공 인프라의 조기 구축이란 목적을 달성하기위하여 상급기관 및 자문위원들과의 협의하에 ‘위성항법 지역보강시스템 운용기술 개발’ 으로 과제명 변경 조치함.
- ECAC에서는 정밀접근 요구조건들에 의하여 현재 주요 공항에서 CAT-II/III등급 운영이 위협을 받고 있으나 현재 가용할 수 있는 해결책을 찾고 있으며, CAT-II/III 능력은 MLS 또는 GLS를 통해 얻어질 수 있을 것으로 보고 있으며, GBAS CAT-I은 GBAS CAT-II/III로 발전하는 연구개발 과정임

□ 주요 연구개발 목표 및 내용

- 현대의 기술개발 추세에 근거할 때, GBAS는 CAT-I 정밀접근의 정확도 정도를 지원할 수 있는 시스템으로 개발되고 있으나 앞으로 GPS 현대화 또는 GNSS 위성시스템의 추가 등으로 인한 GNSS 위성시스템의 시스템 정확도가 향상되면 현재의 ILS와 같이 CAT-II 및 CAT-III 정밀접근

서비스도 제공할 수 있을 것으로 전망됨

- 따라서 위성항법 지역보강시스템 운용기술 연구개발 로드맵 수립을 본 연구개발과제의 목표로 설정함

□ 연구목표

- 위성항법 지역보강시스템 운용기술 개발

□ 주요 연구내용 :

- GBAS CAT-I 인증기준 개발
- GBAS CAT-I 비행시험시스템 및 인증체계 개발
- GBAS CAT-I 시험평가 기술 개발
- GBAS CAT-I 시범공항 구현 및 시설 인증기술 개발
- GBAS CAT-I 시범공항 선정 및 시설 구축
- GBAS CAT-I 시설 운영 기준 및 절차 개발
- GBAS CAT-I 시험평가 및 시범운영
- GBAS CAT-I 기반 운항절차 수립 및 시뮬레이션
- 지상 및 비행시험

- 주요 세부시스템별 요구사항은 본문 및 첨부 RFP에 설명되어 있음

□ 연구개발 추진전략 및 체계

- GBAS CAT-I 장비에 대한 기술자립화 기반을 확보하며 조기에 국내 구축할 수 있도록 추진
- 선진국의 장비 및 도입가능 기술을 최대한 활용하여 개발 기간 단축 및 비용 절감
- 시험평가에 필요한 계측 시스템 및 평가기술을 확보하여 향후 추가적 연구개발 및 운용기술 확보
- 향후, 필요에 따라 항행분야 연구단 추진 시에 이에 편입되어 추진 가능하고 또한 국가 인프라 구축이라는 과제 특성을 반영하여 일원화된 사업 추진체계를 구축하는 것을 지향함
- 국제 기술 표준 개발 방향에 부합되도록 추진
- 국제민간항공기구 이사국 지위에 맞는 위성항행기술 선진국 도약과 위상 제고 및 기술 선점을 위해 과제 수행과 더불어 유관 국제 기술회의 및 정책회의 활동에 적극적으로 참여함
- 장비/시설/운용/인증에 관련된 유관기관이 참여토록 하여 향후 국내 구축에 충분히 대비할 수 있도록 해야 함

□ 총 연구기간 및 총 연구개발비

○ 연구기간 : 4년

○ 연구개발비 : 93억 원

V. 연구개발결과의 활용계획

□ 기획 연구를 통해 도출된 본 연구에서 수행될 각종 과제의 결과물들은 국가 차원의 차세대 항행시설 구축 계획을 이행하기위한 시스템 및 운용에 관한 규정 제정에 활용될 것으로 예상되며, 직접적으로 본 연구에서 구축된 시범 공항 GBAS CAT-I 시스템은 2009년 11월 심의 의결된 ‘차세대 항행안전시설 구축 기본계획’ (2009.11, 국토해양부)에 수록된 국내공항 항공항법 인프라 개발에 계획된 시범공항 구축시스템의 일환으로 활용될 수 있을 것으로 예상된다

□ 또한 수행기관이 확보한 각종 관련 장비, 모니터링 시스템 및 핵심기술인 시험평가 기준서와 이를 수행한 경험 등은 시범공항 확대사업에 활용되어 차세대 항행시스템의 실용화 기술 확보와 시스템 구축의 승인기준 마련에 큰 도움이 될 것으로 예상됨

□ 본 연구를 통해 확보된 GBAS CAT-1 운용기술 및 시험평가 시설은 국토해양부가 2011년부터 시행 예정인 『차세대 항행안전시설 구축 기본계획』의 일환으로 국내 14개 공항에 구축할 GBAS CAT-1 시스템의 인증에 활용

□ 본 연구를 통해 확보된 핵심기술은 향후 산업체로 이전되어 기업의 GBAS 기술 경쟁력을 향상시키고, 운용 소프트웨어 및 항공탑재장비개발과 GBAS CAT-2/3 독자 또는 국제공동개발에 활용

□ 본 연구를 통해 확보된 기술 경험은 국가 차원의 차세대 항행시설 구축 계획 수립과 시스템 및 운용에 관한 규정 제정에 활용

□ 본 연구를 통해 확보된 핵심기술은 민간항공인프라 뿐만 아니라 다양한 분야에 활용이 가능하며, 특히, 군사적인 목적의 기술에도 활용

□ 성능 규정이 가장 엄격한 항공분야의 위성항행시스템은 기본구조가 비슷한 텔레매틱스, LBS, ITS, GIS, 선박운항관제 등 분야에 응용

목 차

제 출 문	i
보고서요약서	iii
요 약 문	iv
목 차	ix
표 목 차	xiii
그 립 목 차	xv
제 1 장 위성항법 보강시스템(GBAS)의 개요	1
제 1 절 GBAS의 정의	1
1. GBAS의 종류	2
2. 시스템의 구성	4
제 2 절 GBAS 시스템 기능 및 성능	8
제 3 절 GBAS의 유지 및 보수의 장점	10
제 2 장 국내 · 외 관련기술 및 연구동향	13
제 1 절 국내 관련 기술 및 연구동향	13
1. 국내시장 현황 및 예측	15
2. 국내 주요 관련업체 및 연구기관	15
제 2 절 국외 관련기술 및 연구동향	21
1. 국가별 주요 연구 현황	27
2. 주요업체별 연구 현황	46
제 3 절 항행안전시설 인증관련 현황	50
1. 국내 항행안전시설 인증관련 현황	50
2. 해외 항행안전시설 인증관련 현황	53

3. 그 외 관련 GBAS 관련 규정	56
제 3 장 기술적 · 경제적 타당성 분석	60
제 1 절 기술성 분석	60
1. 국내 기술 수준 분석	60
2. 기술 개발 성공 가능성	62
3. 기존 연구와의 중복성 검토	64
제 2 절 경제성 분석	69
1. 경제성 분석 방법론	69
2. 경제성 분석 기본 전제	72
3. 편익 산정	74
4. 비용 산정	85
5. 편익-비용 분석	89
6. 민감도 분석	94
7. 기타 경제적 편익	97
제 3 절 공익성 분석	101
1. 국가 전략적 중요성	101
2. 상위계획과의 부합성	105
제 4 장 연구 개발 목표 및 내용	107
제 1 절 기획 연구 목적 및 방법	107
1. 기획연구 목적 및 내용	107
2. 기획연구 범위 및 방법	108
제 2 절 연구개발 내용	109
1. 연구개발 내용 요약	109
2. GBAS CAT-I 인증체계 및 시험 시스템 기술 개발	110
3. GBAS CAT-I 시범공항 구현 및 시설 인증기술 개발	115

4. GBAS CAT-I 시험평가 및 시범운영	119
제 3 절 연차별 연구내용 및 최종성과물	127
1. 연차별 연구내용	127
2. 최종성과물	130
제 5 장 연구 추진 전략 및 추진 체계 수립	132
제 1 절 연구 추진 전략	132
1. 추진과제 기술 로드맵(TRM) 작성	132
2. 연구 추진 전략	140
제 2 절 연구 추진 체계	143
제 6 장 연구 기간 및 예산	147
제 1 절 연구 기간 및 예산 산정	147
1. 개발 기간 및 예산 산정	147
제 2 절 일정표 및 예산표	148
1. 개발 업무 및 기간별 연구 개발비	148
2. 연차별 연구 개발비	151
제 7 장 결론	155
제 8 장 참고문헌	161
부록 A. 과제공모를 위한 RFP	171
부록 B. RFP 요약보고서	179
부록 C. 1차 자문위원회 회의록	213
부록 D. 2차 자문위원회 회의록	216

부록 E. 3차 자문위원회 회의록	219
부록 F. 자문위원 의견서	221
부록 G. 호주 공항공사 GBAS 세미나 발표 자료	227
부록 H. 본 과제 연구결과 성과물 활용계획	242
부록 I. 위성항법 지역보강 시스템 운용기술 개발 기술정의서	244
부록 J. 위성항법 지역보강 시스템 운용기술 개발 중복성 검토	250
부록 K. 위성항법 지역보강 시스템 운용기술 개발 성과지표 및 목표 검토서	255

표 목 차

표 1.1 LAAS 메시지 형식	7
표 1.2 항공기의 정밀접근 및 이착륙을 위한 요구조건	9
표 1.3 GBAS와 ILS의 기능 및 이점 상세비교 1	10
표 1.4 GBAS와 ILS의 기능 및 이점 상세비교 2	11
표 1.5 GBAS와 ILS의 기능 및 이점 상세비교 3	12
표 2.1 GBAS 인증을 위한 세부 확인 항목	14
표 2.2 국내 주요 관련업체	15
표 2.3 국내 전문가 및 연구기관 현황	16
표 2.4 국내연구 인프라 수준	17
표 2.5 국내 기술개발 수준	17
표 2.6 우리나라 GBAS 대상 공항	18
표 2.7 주요국가 GBAS 탑재장비 설치 현황	24
표 2.8 주요국가 GBAS 지상 장비 설치 현황	25
표 2.9 주요국가 GBAS 탑재장비 설치 현황	26
표 2.10 비행검사 대상이 되는 항행안전시설과 검사주기	51
표 2.11 ICAO의 GBAS관련 규정 목록	57
표 2.12 FAA의 GBAS 관련 규정 목록	58
표 2.13 EUROCONTROL의 GBAS 관련 규정 목록	59
표 3.1 개략 업무분해구조(WBS)	60
표 3.2 국내 기술수준 현황 및 과제 종료 시 목표	62
표 3.3 위성항법 관련 연구과제	64
표 3.4 경제성 분석기법의 비교	72
표 3.5 비행검사 비용 비교	76
표 3.6 GBAS 항공기 이용률에 따른 시나리오	77
표 3.7 항공사별 도착별 운항횟수	77

표 3.8 공항별 ILS 시설 현황.....	78
표 3.9 시나리오별 누적편익현가.....	81
표 3.10 시나리오별 누적편익현가(전국공항 확대 시)	83
표 3.11 연구개발비	86
표 3.12 구축비	86
표 3.13 비용 산정 근거 요약	87
표 3.14 누적비용현가.....	87
표 3.15 누적편익현가-누적비용현가(시나리오1)	89
표 3.16 누적편익현가-누적비용현가(시나리오2)	90
표 3.17 누적편익현가-누적비용현가(시나리오3)	91
표 3.18 누적편익현가-누적비용현가(시나리오4)	92
표 3.19 누적편익현가-누적비용현가(시나리오5)	93
표 3.20 경제성 분석결과.....	94
표 3.21 경제성 분석결과(전국공항 확대 시)	94
표 3.22 민감도 분석결과.....	95
표 3.23 민감도 분석결과(전국공항 확대 시)	96
표 3.24 이산화탄소 예상절감효과.....	98
표 3.25 이산화탄소 예상절감효과(유럽거래기준)	99
표 3.26 이산화탄소 예상절감효과(정부공고기준)	100
표 3.27 건설교통 R&D혁신로드맵 보고서 2006.....	105
표 4.1 데이터 후처리 분석을 통한 성능평가 분석 시스템 개발.....	114

그림 목 차

그림 1.1 GBAS 구조도	2
그림 1.2 지역항법보강시스템(GBAS) 구성도	5
그림 1.3 항공기 서브시스템 기능에 대한 블록도	7
그림 1.4 GBAS Aircraft Implementation	8
그림 2.1 GBAS 인증단계	14
그림 2.2 한국 공항의 GBAS CAT-I 가용성 추정	19
그림 2.3 18,000ft(MSL)에서의 통달범위	20
그림 2.4 지난 15년간 GDP와 민간 여객 운송량의 성장률 변화	21
그림 2.5 세계 항공교통량 성장 예측(장기, 2005년-2025)	21
그림 2.6 유럽의 EGNOS 구성도	22
그림 2.7 유럽의 Galileo 위성항법체계 구축 계획	22
그림 2.8 전세계 GBAS 장비 설치 지역	23
그림 2.9 각국의 GBAS 설치 현황	24
그림 2.10 유럽의 GBAS CAT-II/III 개발비 규모	27
그림 2.11 유럽의 GBAS 개발 현황	28
그림 2.12 댈러스 공항의 FAA 진행 프로젝트	29
그림 2.13 Newark 공항의 FAA 진행 프로젝트	30
그림 2.14 New York 공항 전경	30
그림 2.15 미국의 Navigation Evolution Roadmap [출처: FAA]	31
그림 2.16 미국 Memphis의 LAAS 안테나와 항공기	32
그림 2.17 전 세계 GBAS 장비 설치 지역	33
그림 2.18 LAAS 구성도	33
그림 2.19 호주 시드니 공항의 GBAS 구성	34
그림 2.20 호주 시드니 공항의 GBAS 장비	35
그림 2.21 호주 시드니의 GBAS 장비	36

그림 2.22 GBAS RNP/GLS Curved Approach	37
그림 2.23 프랑스의 Toulouse Blagnac 공항의 GBAS 장비	38
그림 2.24 스페인 Malaga의 GBAS 장비	38
그림 2.25 Bremen 공항의 GBAS 장비	39
그림 2.26 독일 Bremen의 GBAS 장비	40
그림 2.27 Malaga 공항의 GBAS 시설 및 장비	41
그림 2.28 Malaga 공항의 GBAS 모니터링 장비	41
그림 2.29 이탈리아 팔레르모 공항 활주로 전경	42
그림 2.30 이탈리아 팔레르모 공항의 GBAS 장비 설치 모습	43
그림 2.31 중국 린지공항에 고려중인 차세대 항행시스템 개념	44
그림 2.32 일본의 GBAS Prototype 구축 계획	44
그림 2.33 브라질 Rio De Janeiro 국제공항의 GBAS 수신국	45
그림 2.34 GLS 접근절차 수행이 가능한 Airbus A380	46
그림 2.35 Airbus사의 GLS CAT-I + Autoland 인증기준	46
그림 2.36 Honeywell SmartPath SLS-4000 GBAS	47
그림 2.37 Honeywell사의 SLS-4000 구성	48
그림 2.38 SLS-4000 구조도	49
그림 2.39 비행검사 점검항목 예시(Marker Beacon)	53
그림 2.40 항행안전시설의 인증절차	55
그림 3.1 기존 연구와 중복성 검토	68
그림 3.2 호주 GBAS 적용 시 비용절감 사례	75
그림 3.3 누적편익현가	82
그림 3.4 누적편익현가(전국공항 확대 시)	84
그림 3.5 공항 관련 사업의 생애주기 비용	85
그림 3.6 누적비용현가	88
그림 3.7 사회적 할인율에 따른 민감도 분석 결과(편익-비용비율)	95
그림 3.8 전국 확대 적용 시 민감도 분석 결과(편익-비용비율)	96

그림 3.9 유럽 CER 선물가격	97
그림 3.10 현재 기술과 미래 기술 비교	103
그림 3.11 위성항법 기반 지역 보장시스템 인증기술 개발 배경	104
그림 4.1 GBAS 탑재시스템의 H/W 구성도	111
그림 4.2 GBAS 탑재시스템(예)	112
그림 4.3 GBAS 지상 원격 모니터링 시스템	112
그림 4.4 System Design Approval 구성	113
그림 4.5 GBAS 시스템 구성도	119
그림 4.6 운항절차 Simulation 구성 예	121
그림 4.7 비행시험 수행 예	124
그림 4.8 비행시험 수직 공간 고려사항	125
그림 4.9 비행시험 수평 공간 고려사항	125
그림 4.10 비행시험 절차도 예	126
그림 5.1 GBAS Test_Bed 지상시스템 예(미국 Honeywell 사)	141

제 1 장 위성항법 보강시스템(GBAS)의 개요

제 1 절 GBAS의 정의

- 기존의 지상의 항법시설 (ILS, VOR, INS등) 방식의 단점을 극복하기 위한 대안으로 1980년대부터 GPS를 이용하는 항공항법 연구[1]
- GPS보강시스템을 이용한 항로항법 및 정밀접근항행에 대한 기술연구 (DGPS)를 수행한 결과 항공항법에 적용 가능성을 확인하고 이를 국제적인 표준으로 채택하고자 노력을 기울이게 됨
- 1991년 9월 국제민간항공기구(ICAO) 10차 항행회의에서 기존 지상항행시설 (VOR, NDB, ILS 등)대신 위성항법을 이용할 때 전 세계적 비용편익효과가 있음을 확인하고 2010년부터 위성항법을 전 세계 표준항법시스템으로 의무화할 것을 의결[1]
- 국내에서도 ‘국가 R&D 사업 Total Roadmap’ (2007.02, 과학기술부) 및 ‘제2차 과학기술기본계획’ (2007.12) 국가중점육성기술 중 “위성항법시스템 기술”, “항공운항효율화 및 안전향상기술” 과 ‘국가교통기술개발계획’ (2009.02, 국토해양부)주요 교통기술분야 중 항공교통분야의 항공선진화사업에 대한 추진과제에 포함하는 등 꾸준히 준비를 진행하였고 마침내 2009년 11월 심의 의결된 ‘차세대 항행안전시설 구축 기본계획’ (2009.11, 국토해양부)에 GBAS CAT-I 인증기술 개발계획이 수립, 확정[2]
- GNSS 단독 측위의 정확성을 개선하고 정확성의 완전성을 보장하여 항공항법에 이용하고자 개발된 보정시스템(Augmentation System) 기술로 방식에 따라 ABAS(Aircraft Based AS - RAIM, AAIM), SBAS(Satellite Based AS - WAAS, EGNOS, MSAS), GBAS(Ground Based AS - LAAS)로 구분 됨[6]
- GBAS는 인공위성(GPS 등)에서 제공되는 신호를 이용하여 공항 지역을 포함한 한정된 영역(약 50Km)에서 항공기의 정밀 접근 및 이·착륙을 유도하기 위한 시스템[6]
- 국제민간항공기구(ICAO : International Civil Aviation Organization)에서는 지상기반지역 보강시스템을 활용한 LAAS(Local Area Augmentation System)를

차세대 이·착륙 시스템으로 정하고 이를 개발하여 활용하도록 권고[3]

- 최종 정밀접근 단계에서의 운용을 주목적으로 하지만 터미널 공역과 지상에서도 사용가능한 GNSS 보정 기술로 현재 CAT-I급¹⁾ 시스템의 상용화 개발이 완료 단계에 있고 CAT-II/III급 개발을 위한 기술 표준화도 활발히 진행[4]

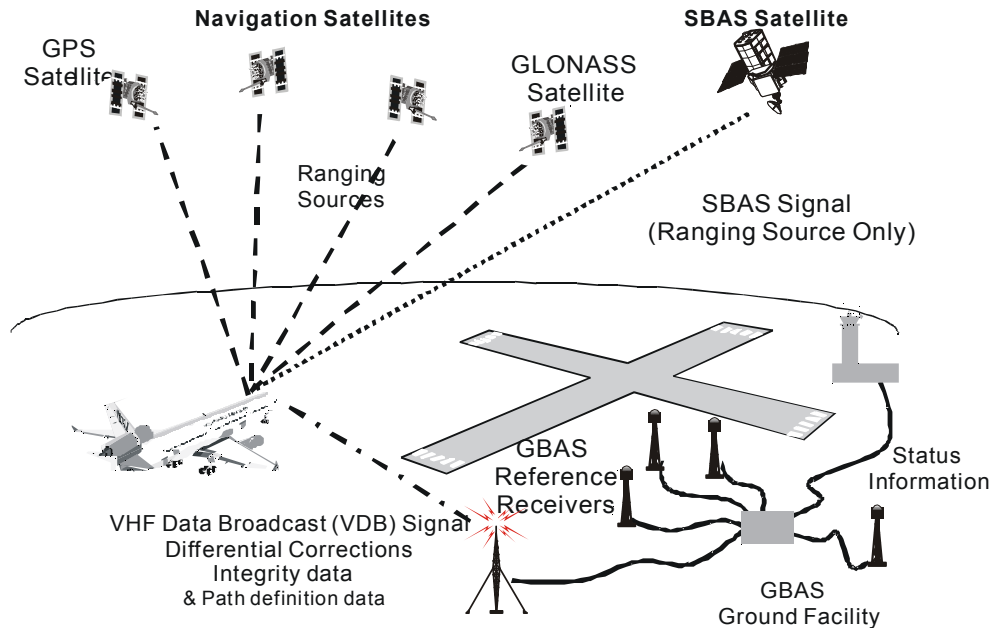


그림 1.1 GBAS 구조도[6]

- 현재 GBAS는 CAT-I 정밀접근의 정확도 정도를 지원할 수 있는 시스템으로 개발되고 있으나 앞으로 GPS 현대화 또는 GNSS 위성시스템의 추가 등으로 인한 GNSS 위성시스템의 시스템 정확도가 향상되면 현재의 ILS와 같이 CAT-II 및 CAT-III 정밀접근 서비스도 제공할 수 있을 것으로 전망[125]

1. GBAS의 종류

가. GBAS CAT-I

- LAAS로 알려진 GBAS는 1990년대부터 미국에서 초기에 구축되어 개발에 착수

1) 활주로운영등급(CAT-I, II, III)

- CAT-I (Category-I) : 운고 60m 시정 800m 이상의 기상상태에서 항공기가 ILS나 GCA를 이용하여 이 착륙
- CAT-II (Category-II) : 운고 30m 시정 400m 이상의 기상상태
- CAT-III (Category-III) : 운고의 제한 없이 항공기가 ILS나 GCA를 이용하여 이 착륙

- GBAS는 정밀접근과 착륙서비스를 제공함으로써 ABAS와 SBAS가 제공할 수 없는 항법 서비스를 보충
- GBAS는 시야에 있는 각 위성에 대하여 단일한 보강정보를 발생시키는데 그 보강정보를 VHF 데이터 방송 방식을 통해 사용자에게 전달
- 단일 보강정보는 지상국과 같은 고도 사용자를 위하여 위성시각오류, 궤도오류 (Ephemeris error), 전리층오류 (Ionospheric error), 대류권오류 (Tropospheric error) 영향에 대한 보강을 수행 [6] [50]
- GBAS 보강정보의 정확성 및 관련 무결성 Bound는 GBAS 기준국으로부터 거리가 증가함에 따라 감소되지만 GBAS 지상국 근처에 있는 SBAS의 정확성 및 무결성 Bound보다 더 정밀함
- GBAS는 CAT-I 착륙서비스를 지원할 수 있으며 미래에는 CAT-II와 III 착륙서비스를 지원할 수 있을 것으로 예상 [125]
- GBAS CAT-I이 미국에서 비연방 시스템으로 개발 중이나 FAA는 제작사인 Honeywell사와 함께 GBAS CAT-I의 시스템설계가 승인받도록 지원 중
- 호주나 독일, 스페인, 브라질 및 기타 국가들이 운영을 위한 승인을 할 수 있음. 특히 이들 국가들은 GBAS 설치에 대하여 현재 테스트가 진행 중²⁾ [1]
- 적도 부근 지역에서는 GBAS CAT-I 설치를 승인하기에 앞서 적도지역에서의 전리층위험 모델을 더 분석할 필요가 있는데 이는 미국 FAA의 시스템 설계 승인은 중위도 (Mid-latitude) 지역에서 겪게 되는 전리층 영향만을 다루고 있기 때문 [46]

나. GBAS CAT II/III

- Category II/III (CAT-II/III) 접근 및 착륙운용(GBAS CAT-II/III)을 지원할 수 있는 GBAS의 ICAO 표준은 ICAO NSP의 산하그룹에서 개발 중 [1]
- GNSS SARPs의 표 (Annex 10, 1권, 표 3.7.2.4-1)에는 GNSS 기반 비행운용의 성능 요구조건을 제시
- 이 접근방법은 SBAS, GRAS, GBAS CAT-I에는 충분했으나 GBAS CAT-

2) 호주 Sydney 공항에 있는 GBAS 기지국은 실제로 이미 비행 운영 승인이 났지만 여러 가지 운영상의 제한 사항(결심 높이(DH) 및 시계 요구조건 등)이 있는 상태로 운영되고 있다. 미국 FAA에 의한 시스템설계승인(System Design Approval)이 완료되면 해결될 것으로 예상된다.

II/III 표준의 개발의 장애를 초래함(CAT-II/III 접근에 내재된 보수성으로 인해 달성 가능한 서비스 가용성 수준에 심각하게 영향을 미치기 때문)

- NSE (Navigation System Error)를 제약하고 있지만 TSE (Total System Error)는 처리하지 못함
- GBAS CAT-III 표준은 GBAS CAT-I 표준을 단순히 확장하는 정도로 개발할 수는 없음
- GBAS CAT-II/III 운영을 수행할 수 있는 항공기 성능은 이제 감항성 (Airworthiness)관점에서 결정될것으로 예측되며, GBAS CAT-II/III 승인은 항공기의 운항을 위한 승인과정 동안에 보여주었던 위치영역에서 TSE성능에 기반으로 하게 되며, 다시 말해 항법시스템은 개별적으로 평가되지 않고 항공기 통합적인 관점에서 평가될 것으로 예상[1]
- Annex 10 "기본 SARPs (Baseline SARPs)" 자료가 2009년 NSP의 승인을 위하여 제출될 것으로 보이며, "Baseline SARPs " 자료가 최초운영을 위한 승인 지원에 사용될 것이다 이후 초기 운영 승인을 통해 획득한 기술과 정보를 바탕으로, 필요한 경우 "Baseline SARPs" 내용의 검토 및 조정 작업이 이뤄지며, 그 뒤 Annex 10 공표가 최종 승인 될 것임

2. 시스템의 구성

- Differential GNSS의 개념에 따라 오차보정 데이터를 방송하는 지상 서브시스템과 이를 수신하여 정밀한 자기 위치를 계산하는 항공기의 탑재시스템, 그리고 시스템의 운용 상태를 확인하여 오동작 여부를 알려주는 모니터링 시스템(지상서브시스템)으로 구성되어 활주로로부터 근거리지역에 있는 항공기의 정밀접근 착륙을 유도

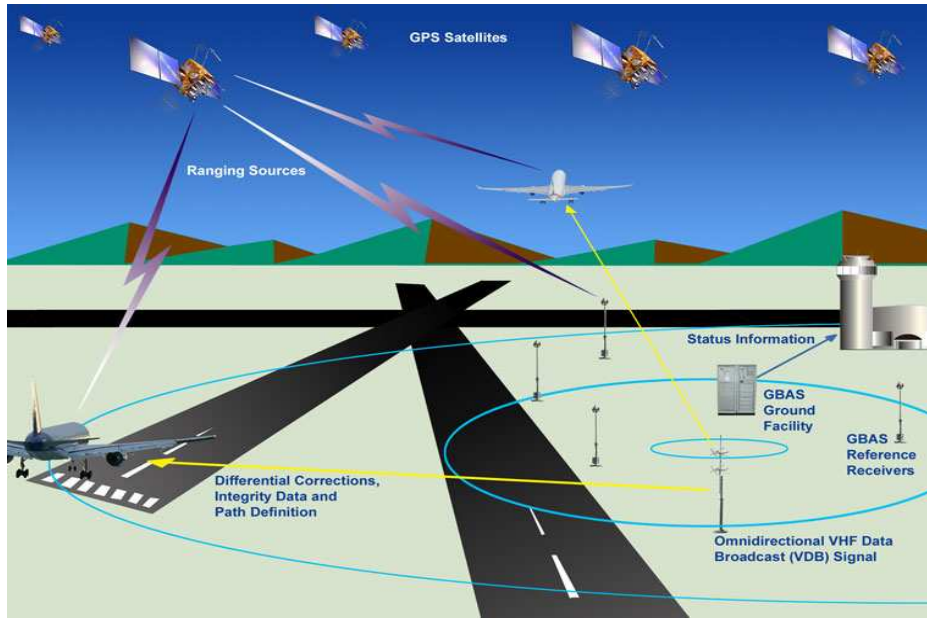


그림 1.2 지역항법보강시스템(GBAS) 구성도[6]

- GBAS는 위성 시스템(SV), 지상시스템, 항공기 탑재시스템으로 구성된다. 지상시스템은 보통 2-4개의 GNSS 기준국 수신기, 보정정보를 계산 하는 프로세서와 보정정보와 최종접근경로(FAS)정보를 방송하는 VDB 장치로 구성되며, 항공기 탑재시스템은 MMR(Multi Mode Receiver)을 통해 지상 송신 정보를 획득하여, GLS(GNSS Landing System)나 FMS를 통해 계산된 유도정보를 다양한 형태로 조종사에게 제공[6]

가. 인공위성 부분(GPS)

- 위성 부분은 고도 20,200km 상공에서 경사각이 55° 인 6개 궤도면에 24개 위성으로서 12시간의 주기로 지구 주위를 회전하는 각 위성은 L1(1,575.42 MHz)과 L2(1,227.6MHz) 2개의 L밴드 반송 주파수에 코드와 항법데이터를 전송
- 지상제어 부분은 5개의 감시국으로 구성되며, 주 제어국은 미국 Colorado Springs에 위치하고 위성의 위치계산 및 궤도 예측/조정, GPS 시각의 유지 및 제어, 위성의 작동상태를 감독하는 등의 기능을 담당
- 사용자 부분은 안테나와 수신기로 구성되며, 위성신호를 받아 현재의 위치, 속도, 시간을 계산하여 응용 분야에 알맞은 형태로 재가공[6]

나. 지상 서브시스템

- 지상 서브시스템이란 인공위성(GPS)으로부터 제공받은 정보를 사용하여 항공기를 포함한 사용자 부문에 알맞은 형태로 VDB(VHF Data Broadcast)를 통해 전송하는 역할
- 인공위성 및 항공기 서브시스템을 포함하는 GBAS 전체 시스템의 운영 및 제어를 담당
- GBAS 지상국 시스템은 미국의 Honeywell사, 유럽의 Thales사 제품이 대표적으로 그 중 Honeywell사의 SLS 시리즈는 미국뿐 아니라 호주, 스페인, 독일 등지에서 신규 구축이나 업그레이드 사업이 추진 중으로, 해당 국가의 시스템 운영기관과 인증기관은 실용화에 근접한 시스템 확보가 이제 가능하다는 판단 하에 해당 시스템의 운용기술 확보와 인증기술 확보에 전념 [125]
- 제작사에 의해 제시된 성능지표를 독립적인 시험을 통해 확인하고 시스템의 변경시의 효과를 확인할 수 있는 공인된 툴을 사용하는 방법이 효율적
- GBAS는 공항 또는 그 주변에의 비교적 좁은 지역에 내에 3~4개의 기준 수신기들로 이루어진 몇 개의 수신기 집합들로 구성 [6]
- 보정 값과 무결성 정보는 VDB(VHF Data Broadcast)를 이용하여 108.0~117.975MHz로 이용자에게 전송
- GBAS는 ILS와 같은 100MHz대를 사용하고 있지만 ILS가 하나의 활주로에 하나의 접근만을 유도할 수 있는 반면 GBAS는 한 활주로에 대해 이론상으로 192개의 접근을 유도할 수 있어 GBAS는 현존하는 ILS 운용에 상당한 유연성을 제공가능
- LAAS의 경우 GPS 코드-반송파 스무딩을 이용하여 위치오차에 대한 보강 정보를 생성 하지만 CAT-II, CAT-III급의 성능을 만족시켜 주기 위해서는 반송파 측정값을 이용하여 항법을 수행해야 함. [10] [11]
- 지상 서브시스템의 표준 구성
 - 일정한 순서로 배치된(collocated) 4쌍의 기준국 GPS 수신기/안테나
 - 송수신 및 모니터링 기능이 가능한 VDB 장비, 보호용 쉘터, 안테나
 - 차분보정/무결성 감시 프로세서 및 전원공급장치, 보호용 쉘터

표 1.1 LAAS 메시지 형식

Type	세부 내용
1 (의사거리 보정정보)	의사거리 보정 값
	의사거리 증가량 보정 값
	의사거리 보정 값의 공분산 정보
	의사거리 B Value
2 (GBAS 데이터)	기준국 정확도 정보
	기준국 연속성/무결성 정보
	전리층 공분산 정보
...	...
6 (반송파 보정정보)	반송파 보정 값
	반송파 증가량 보정 값
	반송파 보정 값의 공분산 정보
	반송파 B Value

다. 항공기 서브시스템

- 항공기 서브시스템은 사용자 부문은 안테나, 수신기 및 데이터 처리장치로 구성되며, 위성신호를 받아 현재의 위치, 속도, 시간을 계산하여 응용 분야에 알맞은 형태로 재가공
- 국제 표준 문서에서 제시하는 항공기 서브시스템의 기능의 예

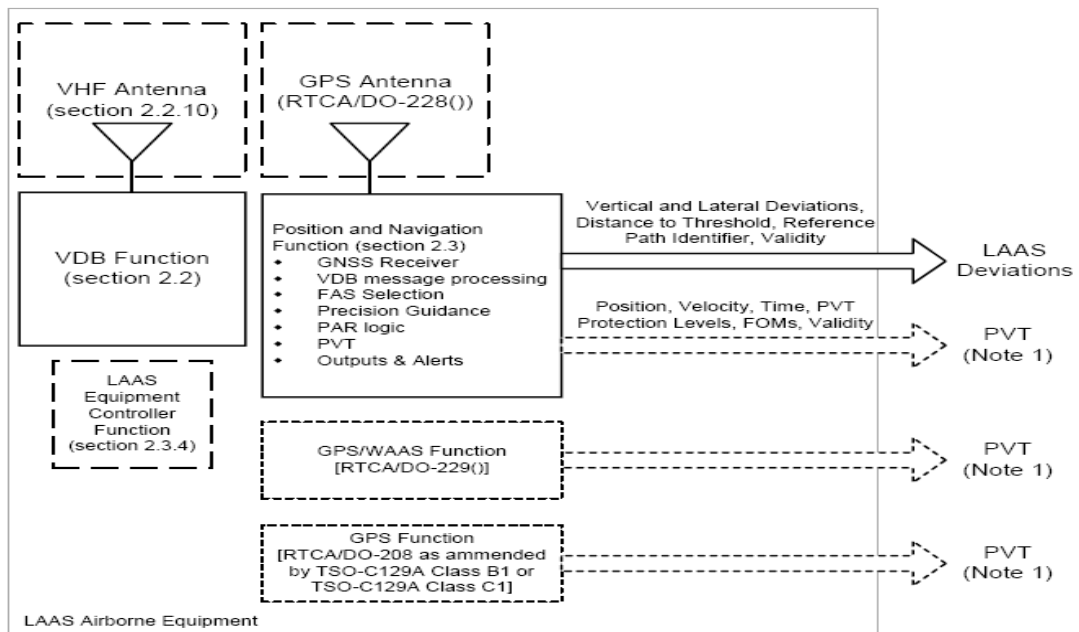


그림 1.3 항공기 서브시스템 기능에 대한 블록도[6]

- 737NG GLS option
- 787 GLS basic
- 747-8 GLS basic
- CAT-III all platforms in study

- A-380 GLS option
- A-320 GLS option
- A-330/340 option (2009)
- A-350 basic (2010)

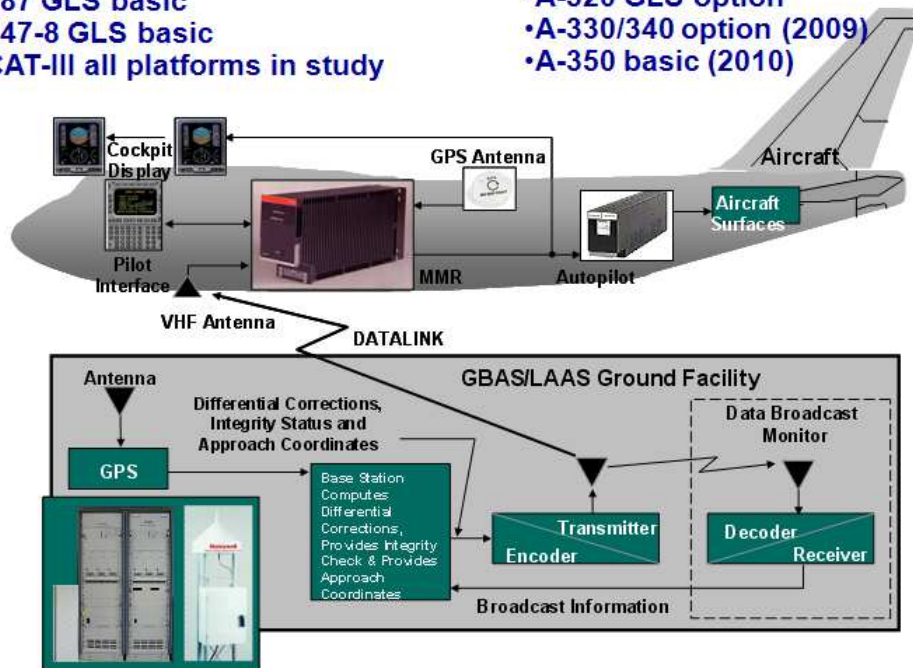


그림 1.4 GBAS Aircraft Implementation[11]

제 2 절 GBAS 시스템 기능 및 성능

- 현존 계기착륙시설(ILS)을 대체할 항공용 위성 항법보정시스템인 (GBAS : Ground-Based Augmentation System)의 실용서비스를 위한 행보가 가속화
- CAT-I 급의 GBAS 성능 요구조건은 공간상 신호(Signal In Space, SIS) 요구사항을 4개의 성능지표(정확성, 무결성, 가용성, 연속성)화하여 국제민간 항공기구(ICAO) 표준 및 권고사항(SARPs)에 명시되어 있으며 RTCA, EUROCAE 등은 탑재장비를 위한 기능과 성능 요구사항을 정의한 문서를 이미 공포
- 시스템의 신뢰성과 안전성이 무엇보다 중요시되는 항행시스템으로써, GBAS 실용화의 가장 큰 걸림돌이었던 무결성(integrity) 감시와 검증을 위한 알고리즘들이 보강되고 그 효과가 조금씩 입증됨에 따라 안전성 검사와 인증을 통과한 GBAS CAT-I급 시스템의 본격적인 상용서비스가 2010년경부터 가능할 것으로 전망[125]
- GNSS의 정확성 특성은 GNSS 위성 배치의 변화와 측정치에 영향을 주는

전리층 및 대류층이 천천히 변하게 됨[40][43][46]

- 오차들은 바이어스의 형태를 가지기 때문에 긴 시간의 테스트를 통해서 정확성에 대한 평가를 할 수 있음[74~78]
- 평가 결과는 통계적으로 처리되어야 하기 때문에 충분한 시간 동안의 데이터 수집이 필요[74~78]
- 위치 오차는 이와 같은 경보 한계치를 초과하게 될 경우에 반드시 사용자에게 통보해야 함
- 가용성을 포함한 4가지의 성능 요구조건들을 서로 직접적으로 관련되어 있으며 특히 무결성 감시 기능을 수행하는 경우 가용성과 무결성은 밀접한 관계를 가짐[11]

표 1.2 항공기의 정밀접근 및 이착륙을 위한 요구조건[6]

Phase of Flight	Accuracy (95% error)	Integrity		Alert Limit	Continuity	Availability
		Time to Alert	Pr(HMI)			
LPV (APV1.5)	H: 16m V: 20m	10s	2×10^{-7} / approach	H: 40m V: 50m	5.5×10^{-5} / approach	0.99 ~ 0.99999
APV-2	H: 16m V: 7.6m	6s	2×10^{-7} / approach	H: 40m V: 20m	5.5×10^{-5} / approach	0.99 ~ 0.99999
CAT-I	H: 16m V: 4~7.6m	6s	2×10^{-7} / approach	H: 40m V: 10~20m	5.5×10^{-5} / approach	0.99 ~ 0.99999
CAT-II	H: 6.9m V: 2.0m	2s	2×10^{-9} / approach	H: 17.4m V: 5.3m	4×10^{-6} /15s	0.99 ~ 0.99999
CAT-III	H: 6.1m V: 2.0m	1~2s	2×10^{-9} / approach	H: 15.5m V: 5.3m	H: 2×10^{-6} /30s V: 2×10^{-6} /15s	0.99 ~ 0.99999

제 3 절 GBAS의 유지 및 보수의 장점

- 공항마다 있는 다수의 ILS에 비해 하나의 GBAS는 모든 활주로종단을 커버하기 때문에 GBAS는 장기간의 시스템 유지기능과 낮은 보수비용을 가짐
- 항공기가 GLS 장비가 장착되는 추세를 보면, 향후 ILS는 점차 사용되지 않고 GBAS사용량이 증가할 것으로 예상
- GBAS는 정기적인 비행 정밀검사를 (매 12~18개월, ILS는 6개월) 필요로 하지 않음
- ILS 정기적인 비행 정밀검사는 활주로운영을 중단하고 접근하는 다수의 항공기는 안내 및 장소를 잃게 되지만 GBAS는 이러한 강제성이 없고, 마지막 접근 세그먼트만 확인하면 됨 [91~93]
- 게다가 ILS 비행 정밀검사 동안 NOTAM 'ILS off' 알람 테스트를 하는 경우 발행되어야 함 [91~93]
- GBAS는 정기적인 비행 정밀검사 동안에도 작동가능 [91~93]
- GBAS 장비는 최신의 디지털 Electronics 고유의 Long Mean Time Between Failure(MTBF) 특성을 가짐
- 낮은 고장률로 인해 정비작업도 용이하며, GBAS 고장방지의 착륙작업이 정지되는 조건으로 하여 정비가 미뤄지도록 설계를 제공

표 1.3 GBAS와 ILS의 기능 및 이점 상세비교 1 [38] [59]

TABLE.1 GBAS/ILS COMPARISON	
ILS의 한계	GBAS의 장점
CAT-I ILS	CAT-I GBAS
- ILS 유도는 라디오 신호를 의존하고 FM 또는 다중간섭이 적다. - ILS 간섭을 초래하거나 불안정하거나 심지어 잘못된 로컬라이저 경로 또는 glide path 구조를 갖는다.	- GBAS 디지털 전송, CRC-wrapped data 항공기에 전송. - 데이터 무결성과 품질을 지속적으로 GBAS 지상 시설 및 이륙 시스템으로 선택된다.

표 1.4 GBAS와 ILS의 기능 및 이점 상세비교 2

TABLE.1 GBAS/ILS COMPARISON	
ILS의 한계	GBAS의 장점
특성: - 초기에 오토파일럿 단절, 조종사의 업무량 증가 또는 실패접근 - ILS가 대형항공기(A380)에 의해서 불안할 때 공항의 처리량은 감소 - 산악 지형에 적합하지 않음	기대 이득: - 비행경로 안정성과 예측가능성 - CAT-I 상태로 활주로 유지 - 정확한 접근 능력이 요구되는 공항에서 안정성과 접근성 향상
각 ILS 접근은 특유의 주파수를 요구 특성: - 확장 가능한 ILS채널은 40개로 제한	공항의 접근을 위한 GBAS 장비는 한 개의 주파수만 요구기대 이득 : 기존 무선항법 주파수를 효율적으로 사용
각 접근 구성은 로컬라이저와 글라이드 패스의 장비 설정에 의존 특성: - 추가 안테나 요구	추가적인 접근은 FAS 블록의 소프트웨어 업로드를 통해 추가할 수 있음 기대 이득: - 지상 장비 구성을 변경하지 않고 새로운 절차를 추가할 수 있는 유연성
- 활주로당 하나의 ILS 요구 특성: - 장비가 비싸다 - 고가의 유지관리비용	하나의 GBAS 지상 장비가 공항의 모든 활주로를 컨트롤 기대 이득: - 같은 활주로에 변수 운영 활성화 - ILS를 사용하고 있는 공항 - ILS장비를 해체시 비용 절감 - ILS가 제한된 공항 - 비용 절감 - ILS를 사용할 수 없을 때 - ILS 백업 - 안정성 및 접근성 향상
ILS 로컬라이저 유도	GBAS는 지속적으로 서비스 지역에 정확한 정보를 전송

표 1.5 GBAS와 ILS의 기능 및 이점 상세비교 3

TABLE.1 GBAS/ILS COMPARISON	
ILS 한계	GBAS 이득
특성: - 공항이 산들로 둘러싸여 있거나 주위 지형에 가깝게 있을 때 계기비행으로 독립적인 접근을 지원하지 못함	기대 이득: - 특유 지형의 공항 수용력 증가 - 계기비행으로 활주로 접근이 가능
잡은 비행검사 요구 특성: - 비행 검사 항공기의 착륙 슬롯의 손실 - 비행검사 동안 ILS 사용할 수 없음	잡은 비행검사 필요 없음 기대 이득: - 비행 검사 동안 CAT-I에 차질 없음 - CAT-I 상태로 공항 유지
빔유도를 허용하지 않음 특성: - 실패 접근이나 이륙을 위한 명확한 유도 없음	실패 접근이나 이륙을 위한 명확한 유도 기대 이득: - 페이로드와 지형 회피 안전을 개선
ILS 설치 제한 특성: - 활주로 수용력 감소	지역 제한 없음 기대 이득: - CAT-I 활주로 유지 - 공항 토지 활용도 개선
CAT-III ILS	Medium-to-long term(CAT-II/III GBAS)
다수의 중요하고 민감한 지역의 보호 조건 특성: - 낮은 시정으로 인해 공항의 수용력 감소 (처리량의 50% 감소) - 낮은 시정 이륙 지원 불가능	낮은 시정 이륙 지원 기대 이득: - 모든 기상 조건에 공항 수용력 유지 - 낮은 시정 이륙 지원에 따른 공항 처리량 향상 - ILS가 없는 공항에 안정성 및 수용력 향상 - 특수한 지역, 많은 양의 트래픽, 낮은 저가시정 상태에는 ILS 필요

제 2 장 국내 · 외 관련기술 및 연구동향

제 1 절 국내 관련 기술 및 연구동향

- 국내에서는 학·연구계를 중심으로 근거리 오차보정시스템 등이 개발되었으며, 2000년대 들어 해양수산부 및 건설교통부에서 광역보정시스템 구축방안 수립되었음
- 지상기지국 중심의 기존 항행교통시설에서 위성기반의 차세대 항행시스템으로의 전환을 위해 차세대 항행시스템에 대한 기반기술, 상용화기술, 구축기술, 시험평가 기술, 안정화 기술, 인증기술과 운용기술 등 시스템 전반에 대한 체계적 기술개발의 필요성은 느끼고 있으나, 현재까지 국제기술동향 파악 수준에 있으며 범부처적인 국가연구 개발 사업으로 발전하지 못하고 국가차원의 명확한 계획도 수립되지 않았음
- 현재까지는 일부 대학과 한국항공우주연구원 중심으로 한 GNSS 관련 제한적인 기초연구만 수행되었고, 산업체에서는 저가 중심의 GPS 수신기가 생산되고 있을 뿐 부가가치가 높은 위성항행체계관련 연구개발은 구체적으로 진행되고 있지 않음
- 차세대 위성항행시스템 기술개발을 위한 각 요소기술의 기술수준은 평균 60%수준이며, 전문인력 보유 50% 이하, 인프라 구축정도 또한 30% 이하로 연구 인프라 및 역량의 보강이 필요함
- GBAS 지상 장비를 국내 공항에 설치하기 위해서는 인증 과정이 필수적이다. 우리나라의 경우 GBAS 관련 장비를 인증한 선례가 없기 때문에, 미국 FAA의 LAAS장비 인증을 참고 인증을 위한 방법을 마련할 필요가 있음
- GBAS 관련 장비의 인증을 위해서는 그림 2.1의 순서로 인증 절차를 거치게 된다.
 - Avionics Approval
 - －GBAS 항공기 탑재장비의 인증 (항공기 탑재장비 제작업체 책임)
 - System Design Approval
 - －GBAS 지상 장비 인증 (지상 장비 제작업체 책임)
 - Facility Approval

- GBAS 지상 장비 사용에 대한 인증 (공항이 책임)
- Service Approval
 - GBAS 서비스 제공에 대한 인증 (공항이 책임)
 - GBAS 탑재장비 및 항공기 운영에 대한 인증 (항공사가 책임)



그림 2.1 GBAS 인증단계

표 2.1 GBAS 인증을 위한 세부 확인 항목

대분류	업무내용
Avionic Approval	탑재장비 개발은 본 과제의 연구 분야가 아님
System Design Approval	System Engineering
	System Safety Assessment
	System Level Verification
	Software Design Assurance
	Complex Electronic Hardware Design Assurance
	Commercial Instruction Book
Facility Approval	Training
	Pre-installation
	Installation
	Integration and Commissioning
	Transfer to operations
Service Approval	Post-implementation
	GBAS sponsor must be concerned with service plans
	Air carrier applicant must submit their airborne avionics/aircraft certification request through established certification channels

1. 국내시장 현황 및 예측

- 공항운영등급 마스터플랜(2007년 1월 제작성, 항공안전본부)에 따르면 국제 공항 및 관문공항은 양방향 모두 CAT-II 이상 운영할 예정이며, 지방공항은 양방향 모두 CAT-I 이상 운영할 예정
- 현재 국제공항 (인천, 김포, 제주, 김해, 청주, 대구, 양양, 광주, 무안) 중 양방향 CAT-II 이상 운용 공항은 인천 공항만 해당하며, 현재 지방공항은 양방향 모두 CAT-I 이상 운영 군산 공항만 해당
- 국내 18개 공항 중 16개 공항에 추가적인 항행안전시설 설치가 필요할 것으로 예상

2. 국내 주요 관련업체 및 연구기관

표 2.2 국내 주요 관련업체

업체명	업체별 능력	비 고
(주)네비콤	- GPS Chip-set related manufacturing - Location based solution for mobile and telecommunication - Timing and Frequency application	- GPS 수신기 제조 - GPS Sensor 설계/제작
한국 공항공사	- ILS, VOR, DME, FTS	- 개발능력 및 운영 능력 보유
LIG 넥스원	- 항공용 장비 개발	- 시스템 통합 업무
한국항공 우주연구원	- GNSS Signal Integrity Monitor Test-bed - 항행안전시설 성능 검증	- 제주공항 설치 및 운영 - 성능 적합 증명 기술

가. 국내 전문가 및 연구기관 현황

표 2.3 국내 전문가 및 연구기관 현황

항목	전문가	소속기관	기술개발현황	수준 (국외대비)
위성항법 활용 정밀 착륙시스템	허문범	한국항공 우주연구원	미군용 항공기 정밀 착륙시스템 알고리즘	90%
	이은성	한국항공 우주연구원	항공용 위성항법신호 감시기법	60%
항공용 위성항법 활용기술	기창돈	서울대학교	항공용 위성항법 알고리즘 개발	80%
	이영재	건국대학교	항공용 위성항법 알고리즘 개발	80%
	이상정	충남대학교	항공용 위성항법 알고리즘 개발	80%
	김정래	항공대학교	위성항법시스템 전리층 폭풍 연구	80%
인증관련 기술	이종희	한국항공 우주연구원	항공기 부품 인증 기술	60%
	박중혁	한국항공 우주연구원	항행시설 성능분석 기술	60%

나. 국내연구 인프라 수준

표 2.4 국내연구 인프라 수준

기술 분야	인프라 항목	선진국 대비 인프라 수준				
		부족	다소 부족	동등	우월	보다 우월
GNSS 원천 기술	- Chipset 개발 - 장비(GNSS 수신기) 개발 기술 - 기초 인력	○	○ ○			
항공항법	- 연구시설 및 기초 인력 - 산업기술인력 - 산학연공동연구기반 - 표준화 기반 - 국제기술협력기반 - 위치정확도 향상 기술 - 무결성, 연속성, 이용성 증강 기술 - GNSS 접근 절차	○ ○	○ ○ ○	○		
GNSS 기타 응용	- Car Navigation 시스템 개발 - 측량 & 측지 기술			○ ○		

다. 국내 기술개발 수준

표 2.5 국내 기술개발 수준

세부기술 내용	국외 현황 (주요선진국명)	국내 개발 현황	수준 (국외대비)
GNSS 수신기 기술	미국, 캐나다, 유럽	(주)네비콤 외	70%
항공 항법 응용기술	미국, 유럽	한국항공우주연구원, 서울대, 충남대, 항공대	60%
GNSS 요소 기술	미국, 유럽	건국대, 서울대, 충남대, 충북대	60%

라. 국내 공항의 연구현황(MITRE)

- 우리나라에서 민간 항공용으로 사용되는 공항의 수가 적다는 것을 감안할 때 CAT-I 접근서비스를 필요로 하는 모든 공항에 GBAS 기지국의 점진적인 설치를 고려
- MITRE사는 표 2.6에 목록으로 나온 공항에 설치된 GBAS에 대한 CAT-I 서비스 가용성을 모델화 함. MITRE사가 수행하는 분석에서는 GBAS CAT-I 기지국이 18개의 우리나라 공항에 설치 될 것이라고 가정

표 2.6 우리나라 GBAS 대상 공항

공항 ID	도시	북쪽 경도			동쪽 위도			높이(M)
		deg	min	sec	deg	min	sec	
RKSI	인천	37	27	45.0	126	26	21.0	6.9
RKSS	김포	37	33	25.0	126	47	51.0	18.0
RKPK	김해	35	10	50.0	128	56	17.0	13.0
RKPC	제주	33	30	44.0	126	29	34.0	36.2
RKTN	대구	35	53	38.0	128	39	32.0	36.6
RKJJ	광주	35	7	35.0	126	48	32.0	14.5
RKTU	청주	36	43	14.0	127	29	38.0	58.2
RKNY	양양	38	3	41.0	128	40	9.0	73.4
RKPU	울산	35	35	36.0	129	21	8.0	13.7
RKJY	여수	34	50	32.0	127	37	2.0	16.0
RKJM	목포	34	45	35.0	126	22	46.0	3.0
PKPS	사천	35	5	16.0	128	4	14.0	7.6
RKTH	포항	35	59	16.6	129	25	13.4	21.3
RKTY	예천	36	38	0.0	128	20	59.0	
RKNW	원주	37	26	17.0	127	57	37.0	100.3
RKJK	군산	35	54	14.0	126	36	57.0	8.8
RKJB	무안	34	59	29.0	126	22	58.0	15.5
RKPD	장석	33	23	54.0	126	42	47.0	357.8

- 그림 2.2는 표 2.6에 나온 18개 우리나라 공항에서의 비정밀접근 및 Category 접근서비스의 가용성 추정치를 보여주고 있다. 표준 IFOR 임계점 상태 확률(Threshold state probabilities)의 GPS-24 Constellations는 이런 결과를 도출하기 위하여 사용됨

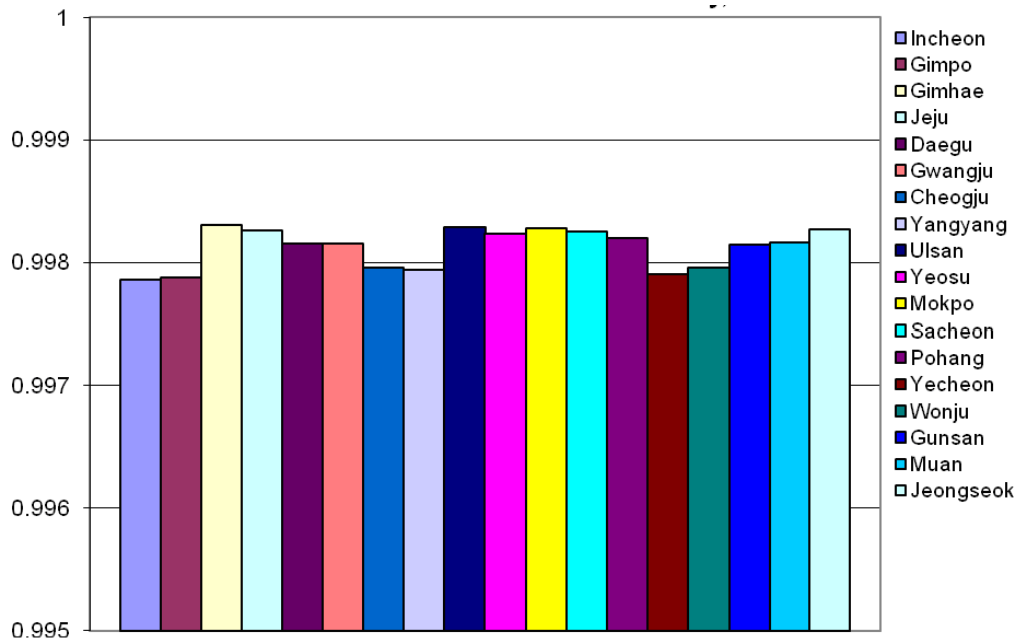


그림 2.2 한국 공항의 GBAS CAT-I 가용성 추정

- I-BEAM 툴을 이용하여 MITRE사는 각공항의 VHF의 통달범위를 분석 함. 이는 공항에 배치된 GVS 및 GBAS가 통달범위를 결정하고 서비스를 대략적으로 최대화하기 위하여 배치된 3m 전송안테나를 사용하기 위함(예를 들어 지리적 특성상 짧은 거리 내에 공항이 위치하면 산 근처나 산등성이 윗부분이 이에 해당함)
- MITRE사가 이 연구 범위 내에서 VHF통달범위의 분석을 수행하였지만 분석이 좀 더 필요 함. 예를 들어 MITRE사는 상세한 측정데이터를 접하지 못함(SRTM 디지털 지형데이터가 사용 됨). 이러한 분석은 또한 VHF 통달범위에 대한 만족할 만한 초기 결과를 제시하여야 함. 그러나 GVS나 GBAS를 설치하기에 앞서 각 사이트에 대한 실질적인 신호 통달범위를 조사하여야 함
- 18개 공항의 GVS 기지국이 제공하는 1,800ft MSL(N Route 통달범위 용)

에서의 VHF 통달범위는 그림 2.3과 같음. 각기 다른 색은 각 지점에서 수신된 중복신호의 수를 나타냄.

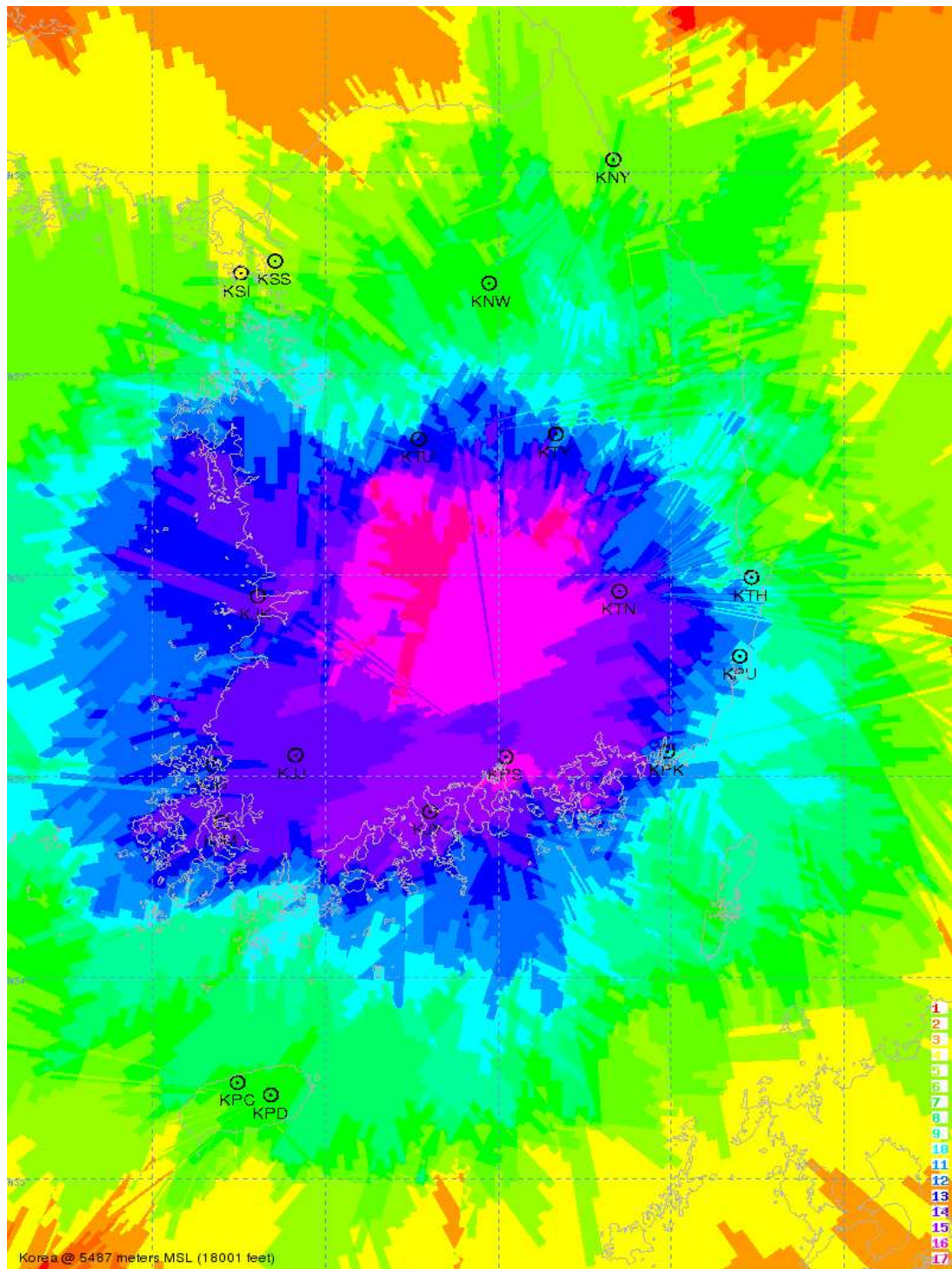


그림 2.3 18,000ft (MSL)에서의 통달범위

제 2 절 국외 관련기술 및 연구동향

□ 2025년까지 미국의 항공교통량은 현재의 2-3배 수준으로 증가할 것으로 예상됨

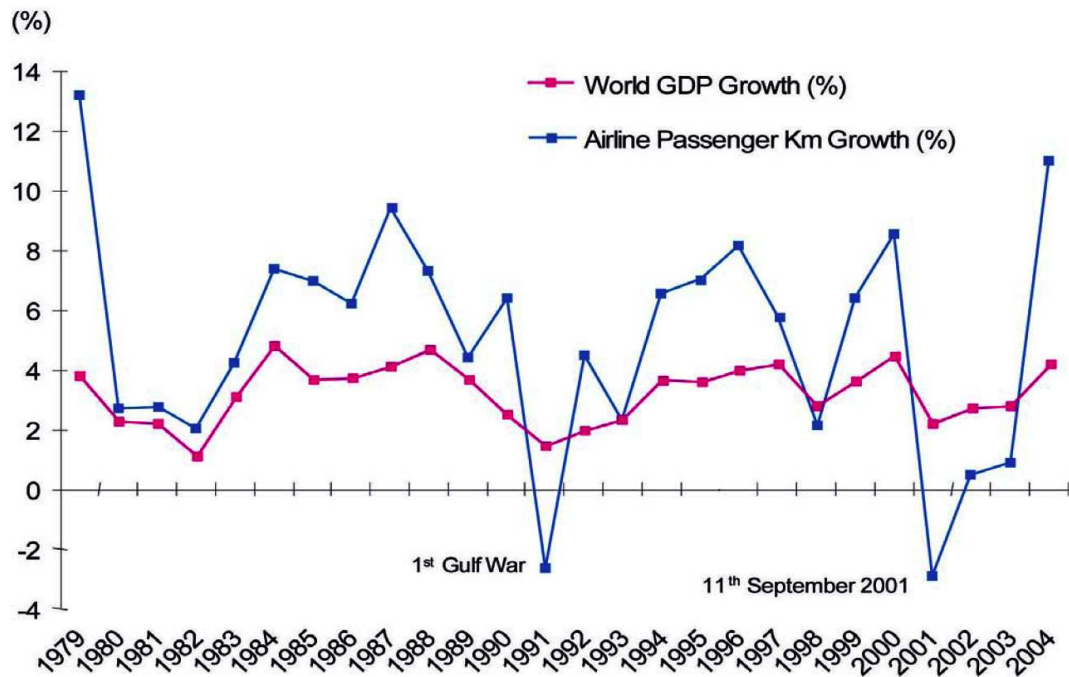


그림 2.4 지난 15년간 GDP와 민간 여객 운송량의 성장률 변화

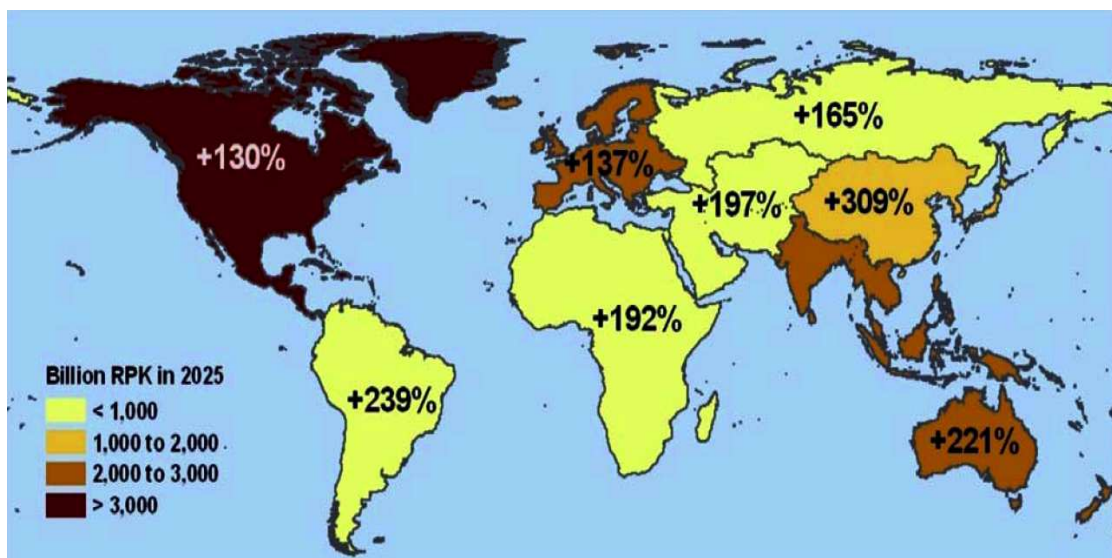


그림 2.5 세계 항공교통량 성장 예측(장기, 2005년-2025)

- 유럽의 경우 2025년 항공교통 수요는 2005년 대비 2.4배 이상 될 것으로 추산됨³⁾. (RPK, revenue passenger kilometers 기준) [10] [11]
- 유럽은 위성항법 보강시스템인 EGNOS⁴⁾ 개발이 진행 중이고 독자적인 위성항법시스템인 GALILEO 위성체계를 개발 중
 - EGNOS는 현재에도 신호를 전송하고 있으나 아직 항공 항법용으로는 공식 허가되지 않았으며 2009년경부터 가능할 것으로 예상

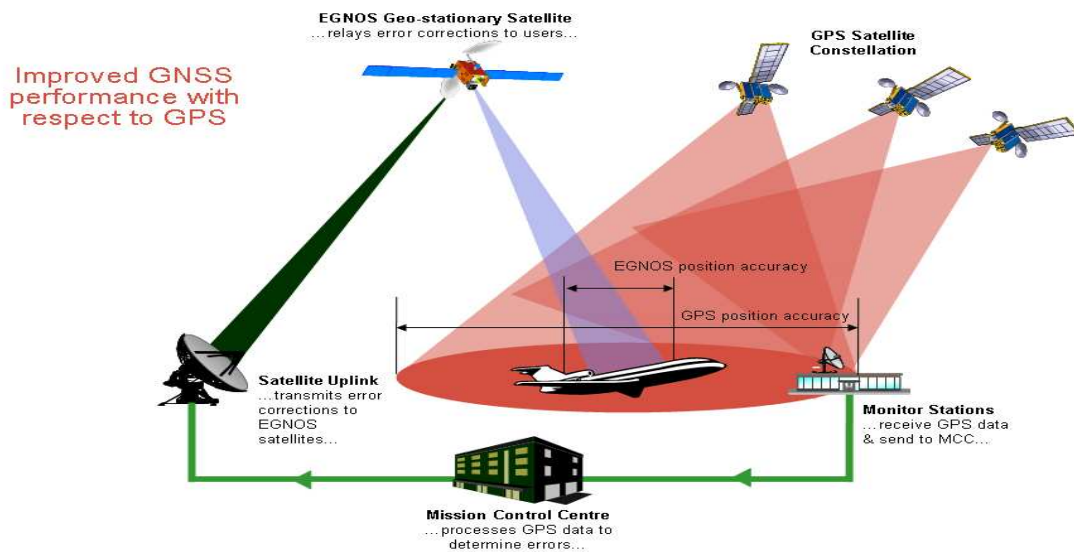


그림 2.6 유럽의 EGNOS 구성도

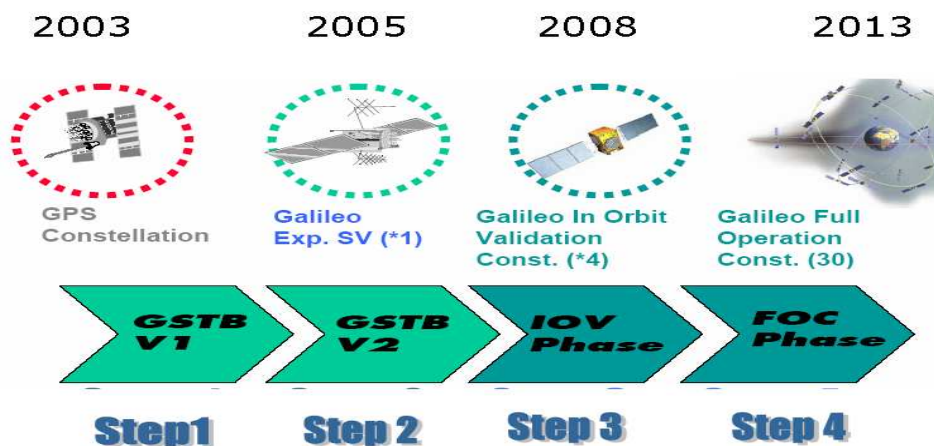


그림 2.7 유럽의 Galileo 위성항법체계 구축 계획

3) SESAR consortium, Deliverable 1 (D1), 'Air Transport Framework, The Current Situation', DLM-0602-001-03-00, Version 3.0, July 2006.

4) EGNOS: European Geostationary Navigation Overlay Service, 미국이 WAAS에 대응 되는 SBAS 시스템

- 전 세계적으로 위성항법시스템(GNSS)의 사용이 급증하고 있음. 대부분의 RNAV 대양 경로(oceanic route)는 GNSS의 지원을 받으며 RNP 개념을 사용하여 분리 간격(Spacing)을 축소시키고 있음. 많은 국가들이 자국의 비행정보구역 안에서 RNAV 항로 비행 루트를 확대하고 있음
- 위성항법보강시스템으로 GBAS CAT-I, SBAS, GRAS 방식의 기술 표준화가 ICAO에서 완료되었으며, 각국에서 이를 활용한 시스템 구축 및 시범서비스를 진행 중임
- 기존 지상기반 항행시설(NAVAID)들은 위성항법 기반 시설과 병용되다가 점차 폐쇄될 것으로 전망됨
- Galileo 체계의 등장, GPS의 현대화 등이 추진되어 항법위성체계의 다양화를 통한 항법 성능 향상 및 가용 신호의 다변화를 통한 이점이 기대되고 있음
 - 2013년 이후 Galileo 서비스 본격화 기대
 - 2013년 이후 GPS 위성 현대화 계획에 의거 L5 신호 항공항법 사용



그림 2.8 전세계 GBAS 장비 설치 지역

표 2.7 주요국가 GBAS 탑재장비 설치 현황

Country	Company	Model	RMKs/Status
USA	Rockwell Collins	GLU 925 GNLU 930 GNLU 955 ITAR	MMR (red label SBAS) Aftermarket analog/digital (red label SBAS) GBAS/SBAS military/FAA
USA	Honeywell	Integrated Navigation Radio (INR)	Provides GLS and is standard equipment on 787
France	Thales	Thales MMR	Incorporates ILS, MLS, GBAS, FLS and GPS,

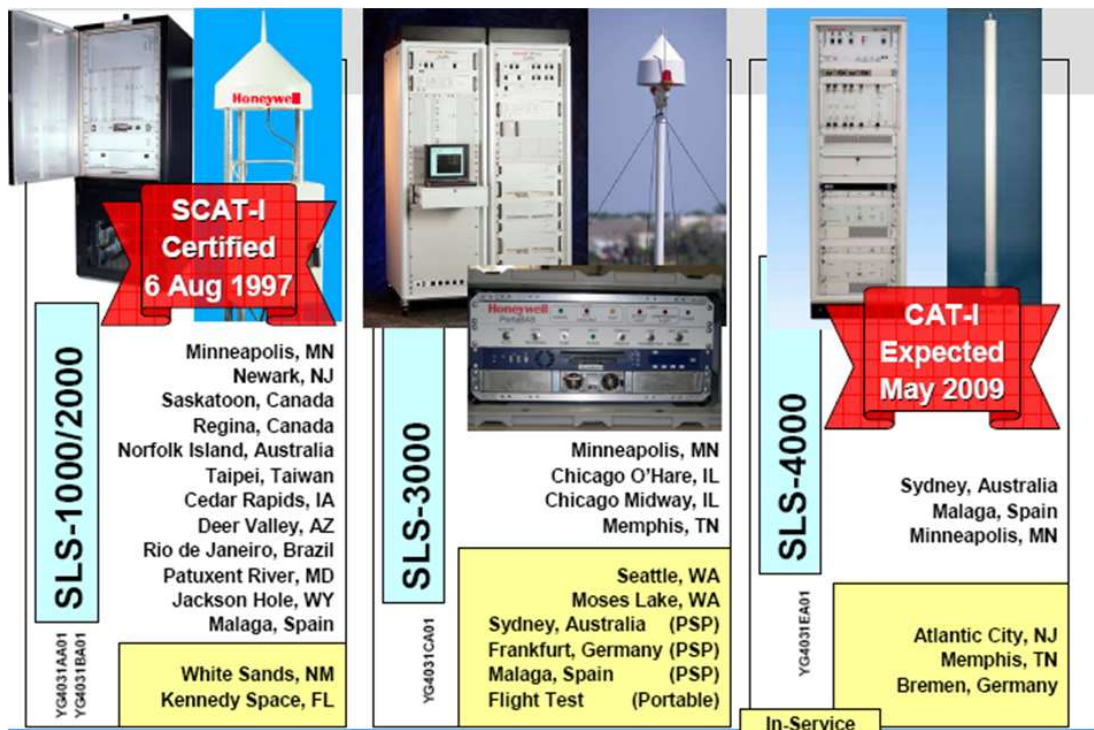


그림 2.9 각국의 GBAS 설치 현황

표 2.8 주요국가 GBAS 지상 장비 설치 현황

Country	Company	Model	RMKs/Status
USA	Honeywell Inc	SLS 3000	SLS 4000 after FAA Cert 1st quarter 2009
France	Thales	AS 610/615	SIS compliant to: ICAO GNSS SARPs (including Amendment 76 & 77)
Russia	NPPF SPECTR	LKKS-A-2000	Certified in Russia only GPS/GLONASS
DK	LENS/MERC	GM GBAS 530	In Development
USA	FAA	N/A	Research prototype
Japan	Electronic Navigation Research Institute (ENRI)	N/A	Research prototype
Korea	Korea Aerospace Research Institute (KARI)	N/A	Research prototype

표 2.9 주요국가 GBAS 탑재장비 설치 현황

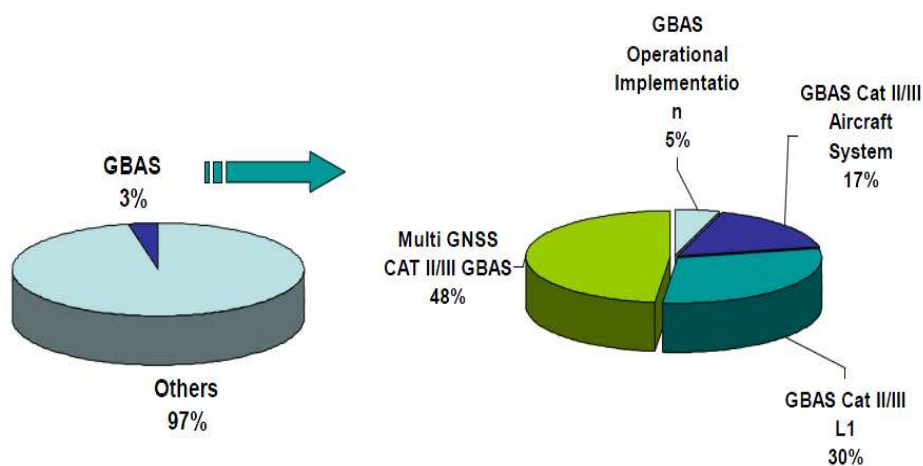
설치 장소	특징
Baatsfjord	SCAT-1
Braunschweig	Research facility by TU Braunschweig
Bremen	Honeywell SLS-4000 GBAS operated by DFS and in use by Air Berlin with Boeing 737
Ceder Rapids	GBAS used by Rockwell Collins for certification and testing of their MMR
Frankfurt	Honeywell GBAS used by DFS for research and testing
Guam	CAT-1 facility manufactured by LENS
Las Palmas	Proposed site for GBAS operated by AENA
Malaga	Honeywell SLS-4000 GBAS operated by AENA. Planned to be certified for CAT-1 oper
Memphis	Honeywell SLS-4000 GBAS in use with FEDEX.
Mombai	Planned location for Thales CAT 1 GBAS facility
Moses	LakeHoneywell CAT-1 facility – used by Boeing for testing and certification of GLS facility
Munich	Proposed site for GBAS operated by DFS
Namsos	SCAT-1 facility manufactured by Park Air
New Delhi	Proposed site for Thales CAT-1 GBAS
Newark	Proposed site for Honeywell SLS-4000 GBAS
Svolvær	SCAT-1 GBAS Station manufactured by Park Air. In operation by Widerhoe Airlines
Sydney	Honeywell SLS-4000 GBAS In Operation with Qantas Boeing 737NG and Airbus A380
Toulouse	Thales GBAS used by Airbus for certification and testing of GLS function in thei
기타지역	Hammerfest, Bronnoysund, Bovanenkovo, Khabarovsk, Krasnoyarsk, Tyumen, Vadsø, Palermo, Rio de Janeiro, Sakhalin, Samara, Santiago, Seattle, Sendai, Surgut, Moscow

1. 국가별 주요 연구 현황

가. 유럽연합

- 유럽연합은 ECAC 항행 어플리케이션과 지원 인프라의 개발을 위한 원칙을 정하고 2005-2020년을 대비한 비용 대 효과가 우수하고 고객지향적인 유럽 항행시스템의 발전을 위한 조화롭고 통합적인 작업 프레임과 함께 기존 시스템과 새로운 항행시스템들 간의 통합 및 조화를 위한 기준을 정함
- ECAC에서는 정밀접근 요구조건들에 의하여 현재 주요 공항에서 CAT-II/III 등급 운영이 위협을 받고 있으나 현재 가용할 수 있는 해결책을 찾고 있으며, CAT-II/III 능력은 MLS 또는 GLS를 통해 얻어질 수 있을 것으로 보고 있으며, GBAS CAT-I는 GBAS CAT-II/III로 발전하는 연구개발 과정임

Develop & Validate GBAS II/III



SESAR budget (2.1 B€)

그림 2.10 유럽의 GBAS CAT-II/III 개발비 규모

- 현재 CAT-I을 만족하는 시스템으로 ILS (Instrument Landing System)를 지속적으로 사용할 예정
- 유럽의 Thales가 ILS 시장을 상당부분 장악하고 있으며, ILS를 대체할 GBAS의 연구개발에 적극적이지 않음
- ILS CAT-III는 2015년까지 기술적으로나 경제적인 운용이 가능하다면 유지될 것이며, 2015년 이후에는 급격히 감소되거나 대체될 것으로 예상

- MLS는 운용과 경제성이 보장되는 공항에서는 ILS CAT-III를 대체할 수 있으며 계속 사용될 것으로 보이며, GLS의 경우 2015년까지는 운용과 경제성이 보장되는 공항에 한하여 지속적으로 CAT-I이 도입예정
- 2015년 이후에는 GBAS CAT- II/III가 가능한 시스템을 사용할 수 있을 것으로 예상되어 MLS와 경쟁을 할 것으로 예상



그림 2.11 유럽의 GBAS 개발 현황

나. 미국[15]

- 미국은 GPS RNAV 접근절차를 개발하여 적용하고 있으며 대부분의 계기 비행 활주로에 수직유도접근⁵⁾ 방식을 개발하여 승인하고 활용을 추진 중임. 이는 주로 소형항공기(GA급 항공기)의 이착륙 안전성을 제고하고 수많은 지역 공항(Regional Airport)의 활용성을 극대화할 목적임
- FAA가 주축이 되어 전공역 내에서 가장 비용 대 효과가 우수하고 효율적인 방식으로 항행 서비스를 제공하고자 추진
- FAA 주도로 SBAS 기술인 광역보정시스템(WAAS : Wide Area

5) 이러한 접근 절차에 대한 미국 용어는 LPV 및 LNAV/VNAV 임. ICAO 용어인 APV와 일부 유사

Augmentation System), GBAS 기술인 지역보정시스템(LAAS : Local Area Augmentation System) 연구개발 및 시범 운영 추진 중

- 2006년 중 LAAS에 대한 표준모델을 개발하여 LAAS 지상설비를 업그레이드한 후 비정밀접근 공항에 서비스를 시작하여 운용비용 감소를 위해 전략적으로 추진
- Honeywell SLS-4000 HMI (Hazardously Misleading Information) 보고서는 완료 및 Honeywell SLS-4000 안정화 시험이 진행 중
- Honeywell의 CAT-I 장비 (SLS-4000)가 FAA에 의하여 2009년 9월 System Design Approval 완료
- Memphis 공항의 지상 장비 및 운영 인증을 위한 진행 상황
 - Facility Approval Plan 완성
 - Facility Approval Check List 완성
 - Siting Documentation 검토 중
- Honeywell을 중심으로 단일 주파수를 기반으로 하는 CAT-II/III 성능의 GBAS 장비 연구개발 수행 중

Memphis (MEM) Project

MISSION

Serve as the FAA's initial non-Fed Local Area Augmentation System (LAAS) approval site

- Following LAAS System Design Approval (SDA), Memphis will become the first operational LAAS site in the NAS.
- MEM will serve as a FAA Future Technology Test Bed in support of NextGen requirements



SCOPE

A Single Honeywell Satellite Landing System *(SLS) - 4000 LAAS Unit Will Be Installed at Memphis Airport

- System will belong to Memphis Shelby County Airport Authority (MSCAA)
- FedEx will be the launch customer
- Will serve all 8 Runway Ends with Cat I capability
- Test site for FAA Satellite Navigation based Next Gen Concepts

PARTNERSHIP

Memphis Shelby County Airport Authority (MSCAA)

- Federal Express
- Honeywell Corporation
- FAA

그림 2.12 멤피스 공항의 FAA 진행 프로젝트

- 공항 3곳 (Newark, New Jersey, New York)이 인접해 있는 지역에서 GBAS를 활용하여 공역을 안정적이고 효율적으로 사용할 수 있는 Newark 프로젝트 진행 중

Newark Project

MISSION

To conduct an operational demonstration project using the satellite navigation technology of the Local Area Augmentation System (LAAS)

- Demonstrate the Operational Capabilities of LAAS in a Complex Airspace Environment to Achieve Efficiency, Safety and Capacity Enhancements
- To Provide Airport Airspace Separation in a Highly Congested Area



SCOPE

A Single LAAS Unit Will Be Installed at Newark Airport

- Will Serve Multiple Runway Ends
- With the Intent to Replace Multiple ILS Facilities
- Can Support Up to 48 Distinct Precision and Complex Approaches in the Terminal Airspace
- Flight Test with Continental Airlines B-737's
- Begins With an Overlay of Existing ILS and Area Navigation (RNAV/RNP) Approach Procedures

PARTNERSHIP

The Port Authority of New York and New Jersey (PANYNJ), Continental Airlines, and Honeywell are establishing a Government Industry Partnership (GIP) with Navigation Service's Global Navigation Satellite Systems (GNSS) Program Office

그림 2.13 Newark 공항의 FAA 진행 프로젝트

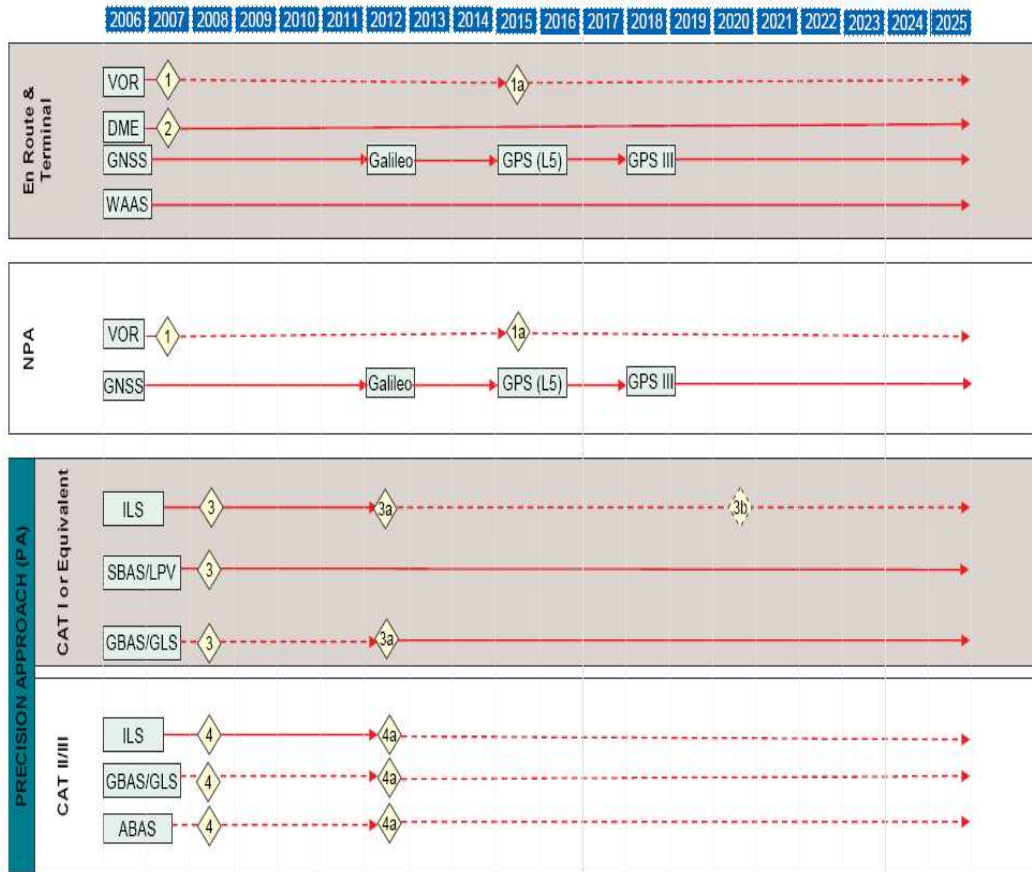
- 2010년 초 Memphis 공항과 Newark공항에서 GBAS CAT-I Facility Approval, Service Approval 완료 예정



그림 2.14 New York 공항 전경

□ NextGen 예산을 활용하여 다른 공항에 CAT-I GBAS 설치 예정

○ Minneapolis, Houston, Seattle, Guam, Philadelphia, John F Kennedy, Atlanta



1 2007 - VOR decision for drawdown based on GNSS

1a 2015 - VOR decision on remaining drawdown

2 2007 - Develop rightsizing DME Requirements, e.g., service volume, architecture, pathway

3 2008 - Decision on next generation Cat I landing system

3a 2012 - Begin ILS Cat I drawdown - limited backup at OEP airports

3b 202X - Decision on CAT I ILS drawdown

4 2008 - Decision on next generation Cat II/III service mandate, pending feasibility & schedule of potential ABAS/GBAS solutions and risk mitigation strategies

4a 2012 Determination if CAT II minima is the appropriate requirement at specific airports

그림 2.15 미국의 Navigation Evolution Roadmap [출처: FAA]

□ 장비 (Memphis 공항)

- Honeywell SLS-3000 Beta LAAS Plus 운영
- Honeywell SLS-4000 Red Label 2008년 설치 예정



그림 2.16 미국 Memphis의 LAAS 안테나와 항공기

□ 기술개발

- Honeywell 장비의 알고리즘 개선 수행
- Red Label GBAS 장비를 활용한 시험 예정

□ 인증 준비

- Memphis 공항의 Facility Approval, Service Approval을 2009년 초에 완료할 계획

□ FAA의 GBAS 구축 활동 현황

- 차세대 항공교통시스템 (NextGen) 계획에서 정밀항법 분야에 GBAS 구축 연구가 포함되어 있음



그림 2.17 전 세계 GBAS 장비 설치 지역

- 2009년에 CAT-I을 만족하는 LAAS (Local Area Augmentation System) 첫 장비가 인증을 받을 것으로 예상
- 2013년에 CAT-III를 만족하는 LAAS가 개발될 것으로 예상

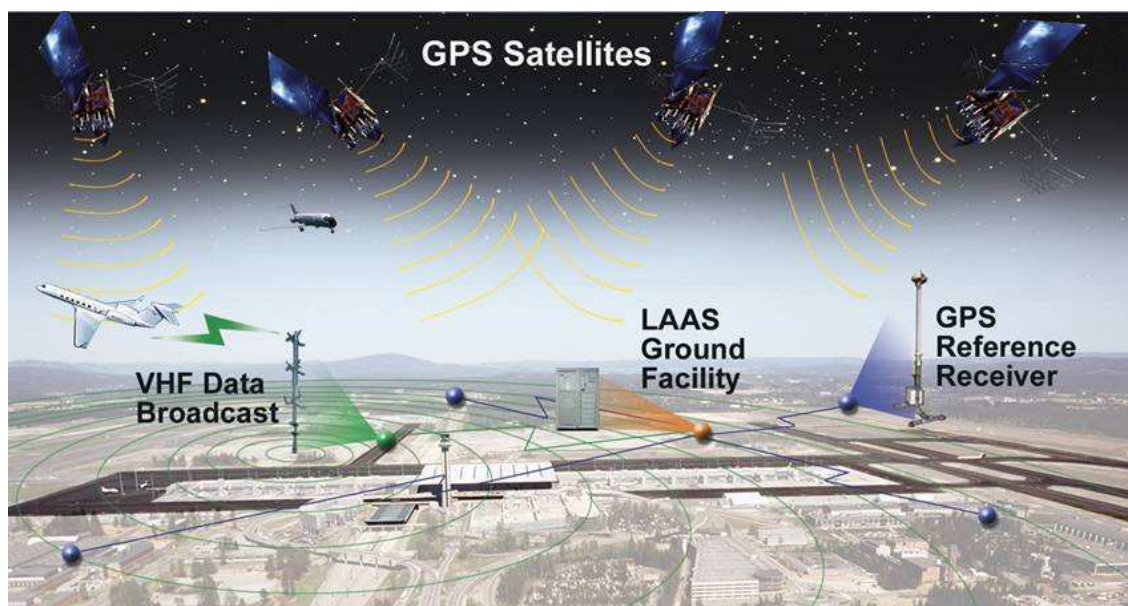


그림 2.18 LAAS 구성도

다. 호주[14]

- 2006년 11월부터 시드니 공항에서 Provably Safe Prototype Honeywell SLS-3000 GBAS 운영



그림 2.19 호주 시드니 공항의 GBAS 구성

- 시드니 공항에 Honeywell의 SLS-3000 장비가 2009년 4분기에 SLS-4000으로 대체될 예정
- 자국의 관할구역 내에서 해당 서비스의 연속성, 가용성, 무결성, 정확성, 신뢰성이 보장되도록 추진
- 시스템의 오작동 또는 오류로 인한 운용 측면에서의 영향을 최소화하고 조속한 서비스 복구를 가능하게 하는 효과적인 방법을 마련
- GBAS CAT-I SARPs는 이미 공포하고 Part 171에 의하여 ICAO 호환 시스템을 승인
- 장비(Sydney 공항)
 - Honeywell SLS-3000 운영 중 (2006년 11월부터 사용)

- Honeywell SLS-4000 Red Label 2008년 4분기에 구축(장비 인증 후 Black Label로 업그레이드 예정)
- 현재는 Qantas 항공사의 B737-800 NG 항공기만 서비스



그림 2.20 호주 시드니 공항의 GBAS 장비

□ 인증 준비

- Facility Approval, Service Approval을 동시에 진행 중이며 2010년 인증 예정

□ 기술개발

- 2006년 4월 10일 계약(HI-ASA)
- ICAO SARPs CAT-I 만족을 목표
- Non-Fed Spec. FAA-E-AJW44-2937A에 기반을 두어 개발
- PDR 완료

□ 호주 시드니 공항의 GBAS의 사용 예

- ILS의 경우 항공기를 허위로 포착하게 되면 Localizer 신호 영역의 접근 지침이 허위 Localizer 방향을 지시 하게 됨. 이 위험을 줄이기 위해서는 일부공항들은 (호주의 Perth공항, 뉴질랜드의 Auckland공항) 조종사들의 요구에 의해 ILS의 주파수 영역 중앙에 확실하게 항공기가 위치하기 전 까지 활성화 되지 않음

- GBAS는 모든 조종사의 개입이 없이 일정한 범위 내에서 GBAS 안내 신호의 수신을 통해 GLS로 항공기 네비게이션 시스템을 자동으로 전환. GBAS의 수평면과 수직면에AS한 항로변경의 안내는 ILS의 안내 보다 안정적이며 예측 가능
- GBAS가 설치된 항공기는 로컬라이저 전에 글라이드 패스를 잡음. GBAS는 ILS보다 넓은 수직편차지역의 수직기준표면을 지원. 이러한 GBAS의 성능은 지속적인 도착강화와 RNP/GLS접근의 효율적 지원이 가능



Sydney SLS-3000 GBAS Installation

그림 2.21 호주 시드니의 GBAS 장비

- GLS는 활주로 시작점에서 4NM가까이 항로를 줄일 수 있음. RNP에서 GLS에 이르기까지 원활한 전환 및 조종사의 작업량을 최소화 함. 일단 글라이드 패스를 잡으면 항공기는 순조롭게 착륙 분계점으로 내려갈 수 있음. Qantas 에서 수집한 2009. 5.22일 RNP/GLS 접근 데이터에 의하

면 Qantas 보잉 B737NG 항공기에서 연간 1400만kg의 연료 절약과 4400만kg의 CO2 배출량을 줄일 수 있음

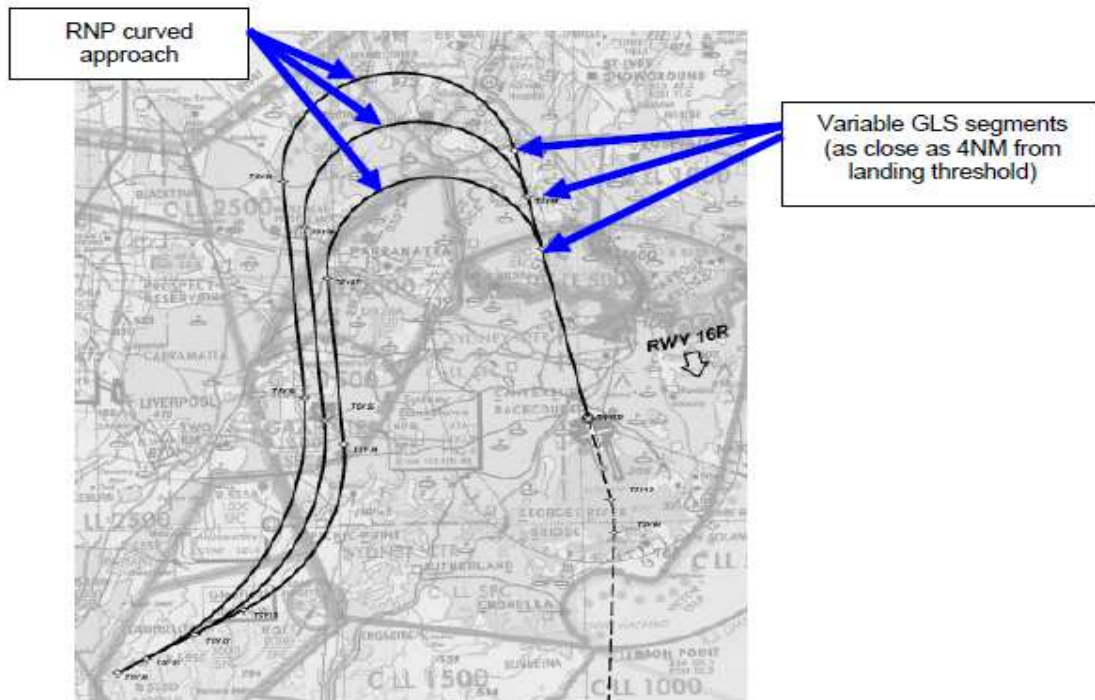


그림 2.22 GBAS RNP/GLS Curved Approach

라. 프랑스

- SESAR (Single European Sky ATM Research) 프로젝트 안에서 GBAS CAT-II/III 연구개발을 수행 중
- Airbus의 GLS (GNSS Landing System) 장비 인증을 위하여 Toulouse의 GBAS 지상 장비를 운용 중
- 장비(Toulouse Blagnac 공항)
 - 1999년 Thales AS615 설치
 - 2003년에서 2007년까지 시스템 업그레이드
- 기술개발
 - 2003년부터 2006년까지 GBAS Signal in Space의 검증 수행
 - Airbus A380 사용하여 시험 비행 수행



그림 2.23 프랑스의 Toulouse Blagnac 공항의 GBAS 장비

마. 스페인

- Honeywell의 지상시스템을 인증 가능한 CAT-I급으로 업그레이드하기 위한 사업을 추진
- 장비 (Malaga 공항)
 - 2007년부터 Honeywell의 SLS-3000 Beta LAAS Plus 사용 중
 - 2008년 말까지 인증 가능한 GBAS CAT-I 장비 (Honeywell, Thales 검토)를 설치할 예정



그림 2.24 스페인 Malaga의 GBAS 장비

□ 기술개발

- 공항 인근에서 GBAS VHF 신호의 강도 시험
- GBAS Monitoring Station 운용 (Thales GMS 670)

바. 독일[16]

- 2008년까지 중기목표를 세우고 Bremen에 GBAS CAT-I 시스템 운용을 위한 “GBAS Bremen” 프로젝트를 추진
- 2005년 어플리케이션 사용을 위한 개념정립 및 ATC와의 인터페이스를 개발하여 1단계 독립적인 GBAS Monitor 개발을 성공
- 2006년 GBAS 지상국 설치 위치 조사 및 GBAS 가용성 툴을 개발
- Bremen 공항에 2008년 11월 Honeywell SLS-4000 장비를 설치하였으며 독립적인 GBAS 모니터링 장비를 추가로 설치하여 공항주변에서 GBAS 신호 환경을 분석
- 장비(Bremen 공항)
 - 2007년 4월 Honeywell SLS-3000 Beta LAAS Plus 설치
 - 2008년 중반 Honeywell SLS-4000 설치

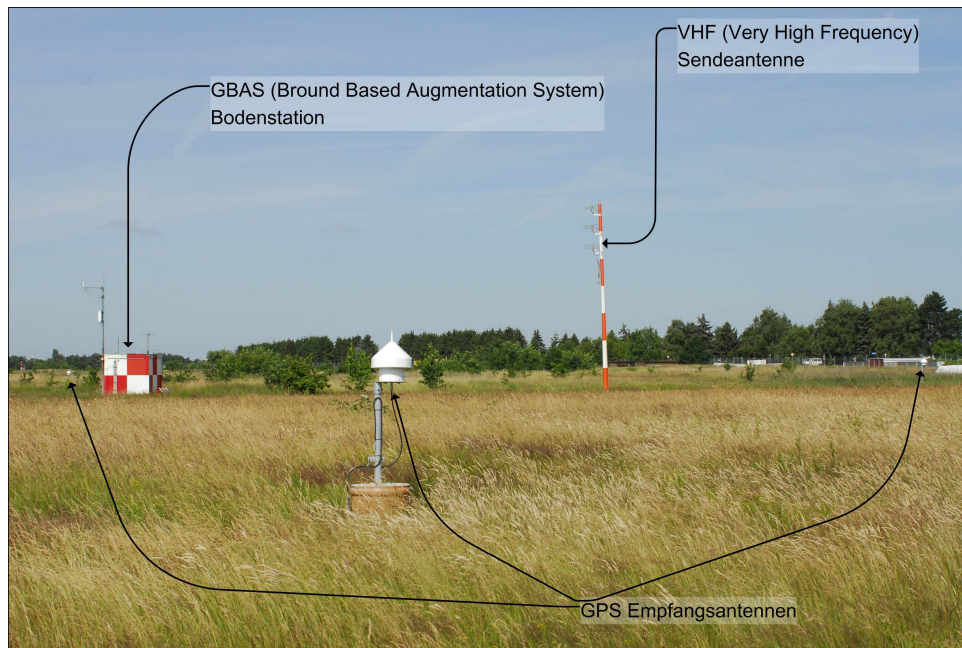


그림 2.25 Bremen 공항의 GBAS 장비

- 2011년 GBAS CAT-I 지상 장비 구축 완료 후 2012년 GBAS CAT-I 운영 계획수립
- 인증준비
 - Ground Subsystem 인증 준비 중(Air Traffic Control Interface 개발 System Safety Assessment 진행)
- 기술개발
 - 2008년 4월 3일까지 TUIfly 항공과 GLS 연구 진행
 - Air-Berlin과 공동 연구 추진 중
- 비행시험
 - Hapag-Fly B737-800 NG 항공기 사용 예정
 - Hapag-Fly, Boeing, Rockwell-Collins, DFS 등 관련 당사자 간 협의 진행 중
 - 비행 시험을 통해 브레멘 공항에서 공식 사용을 위한 운용 승인과정 지원
 - 획득한 운용 데이터는 CAT-III 등의 검토 목적으로도 활용



그림 2.26 독일 Bremen의 GBAS 장비

사. 이탈리아

- 2006년 Malaga 공항에 Honeywell SLS-3000 Beta LAAS Plus Provable Safe Prototype 설치 (2009년 7월 Honeywell SLS-4000으로 업그레이드)



그림 2.27 Malaga 공항의 GBAS 시설 및 장비

- Thales에서 GBAS 장비 모니터링 장비 도입
 - 공항 지역 안에 GBAS 장비 인근에 설치
 - Honeywell SLS 4000과 공동 활용가능

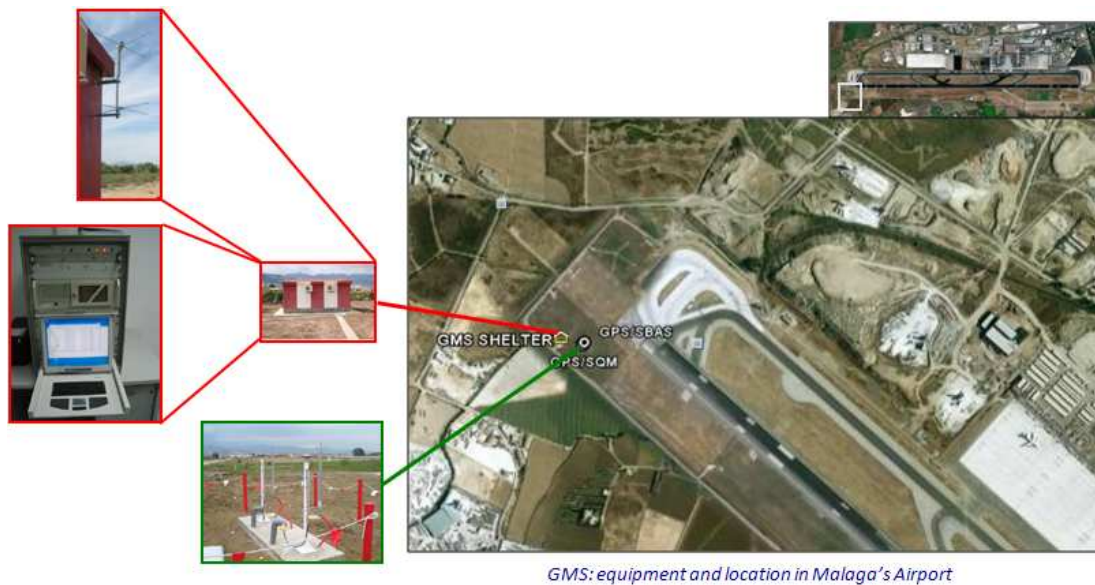


그림 2.28 Malaga 공항의 GBAS 모니터링 장비

□ 장비 (Palermo 공항)

○ 2008년 Thales AS615 설치 예정

○ 팔레르모 공항의 GBAS 관련 프로젝트

– SIAM (Integrated CNS/ATM System for Approach and Monitoring on regional airports)

– 지역공항의 CNS 시스템 성능을 효율적으로 개선하는 작업을 저비용으로 수행

– 운영에 제한이 심한 국제공항에서 통합시스템 구현 혹은 백업시스템 구현에 활용

○ 팔레르모 국제공항의 지역 특성

– 지형 장애물로 공항운영에 어려움 봉착

– 불완전 착륙 (Missed Approach)의 빈번한 발생으로 공항운영에 어려움

– 측면으로 불어오는 바람으로 활주로를 정상적으로 이용하기 어려운 경우가 많음



그림 2.29 이탈리아 팔레르모 공항 활주로 전경

- GBAS 장비의 설치
 - 1개의 GBAS 기준국
 - 2개의 GBAS 모니터국

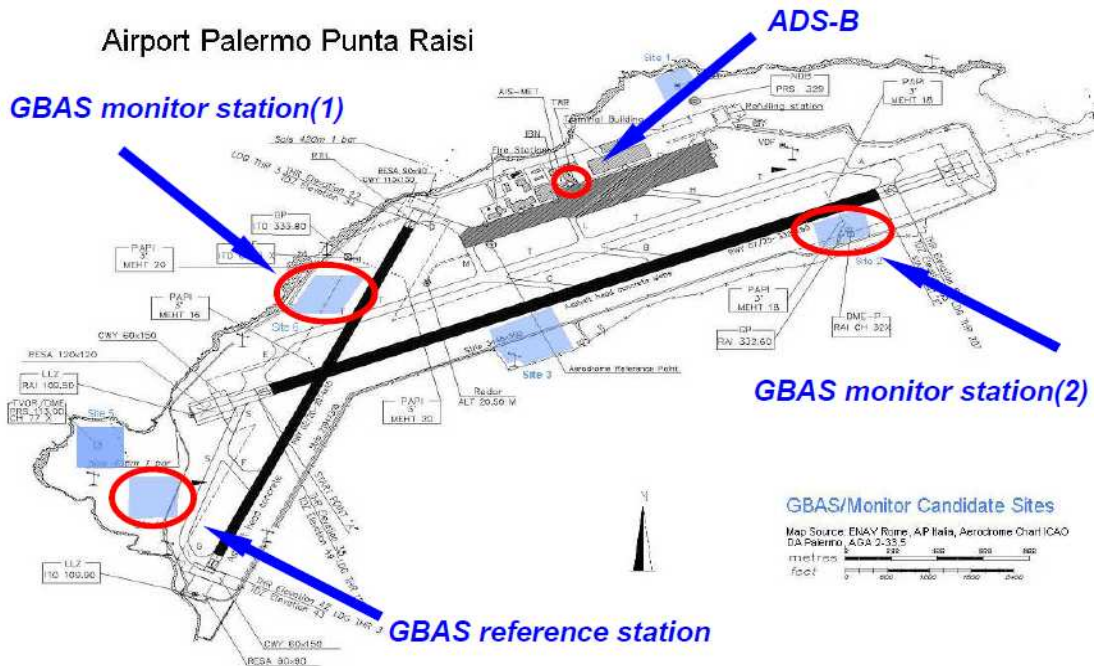


그림 2.30 이탈리아 팔레르모 공항의 GBAS 장비 설치 모습

□ 기술개발

- GBAS 기준국 설치를 위한 GPS 신호 측정 시험 수행
- VDB 도달 거리 분석 시험

아. 중국(Linzhi 공항)

- CAAC/CAUC에서 GBAS에 대한 이론적 가능성 연구(feasibility Study), MACAU가 공동 연구한 GBAS 접근 및 착륙 가능성 연구 등에 기인하여 CARSNIMS (China Air-Route Navigation Initial Monitor System) 시도
- GBAS trial로 LAAS trial을 선택하여 항공기에 MMR을 탑재하여 동적 환경 하에서 모든 시험을 하거나, 지상차량에 MMR을 탑재하여 지상국의 성능, MMR의 성능 시험을 제시하고 있으며, 적정시스템의 선택을 고려

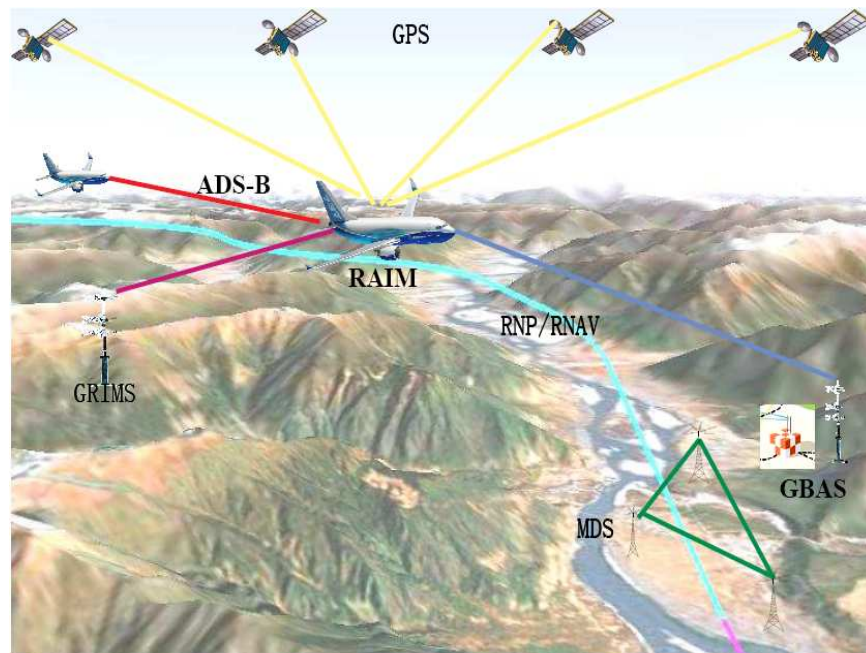


그림 2.31 중국 린지공항에 고려중인 차세대 항행시스템 개념

자. 일본[17]

- JCAB(Japan Civil Aviation Bureau)는 GBAS를 2008년부터 2012년까지 구축할 것을 검토 중

Schedule – GBAS prototype

	•FY2009	•FY2010	•FY2011
•Selection of Airport			
•Decision of Test Airport	△ •Aug		
•Preparation of Installation			
•Installation			
•Evaluation Test			

•Flight patterns (Visual) under coordination

- (1)ENRI: ILS-like approaches T&G, Orbit/Arch/level flights
 (2)JAXA: RF Leg+ILS-like Approaches with fixed wings / Helicopters
 (3) B787s by Japanese operators

그림 2.32 일본의 GBAS Prototype 구축 계획

- ANA(All Nippon Airway)와 JAL는 2008년부터 GBAS 기능을 탑재한 항공기를 매년 8대씩 도입 예정
- ENRI (Electronic Navigation Research Institute)는 GBAS 관련 연구로 무결성 모니터링 알고리즘 연구, 전리층의 플라즈마 버블 연구 등을 수행하고 있음
- NEC은 CAT-I을 위한 GBAS Prototype을 개발 중이며, 일본 자국의 공항을 대상으로 독자적인 GBAS 장비를 개발할 예정
- 2010년 3월 Prototype CAT-I GBAS 완성 예정
- 간사이공항에 설치
- 2010년 JAL, ANA, JAXA와 협력하여 비행시험 예정

차. 브라질

- 미국 FAA LAAS Test Prototype을 Rio De Janeiro 국제공항에 설치
- 데이터를 수집하여 자국의 전리층 위협모델을 개발 중



그림 2.33 브라질 Rio De Janeiro 국제공항의 GBAS 수신국

2. 주요업체별 연구 현황

가. 에어버스사(Airbus)

- 탑재시스템의 비행시험은 Thales ATM사의 지상 시스템을 이용 중
- 스페인 말라가에 설치되는 Honeywell GBAS CAT-I 시스템을 통해 지상국과의 호환성 검증 예정
- EUROCONTROL의 GBAS 연구 지원: GSL-D 운용 개념 정립에 기술 지원
- 2007년 6월 GLS 접근절차 수행이 가능한 Airbus A380 개발
- 2009년 1월 21일 Qantas항공의 A380 첫 번째 GLS 접근절차 수행



그림 2.34 GLS 접근절차 수행이 가능한 Airbus A380

- 2009년 10월 7일 A320 family 기종의 GLS CAT-I + Autoland 인증
- 2010년 4분기 A330/A340 family 기종의 GLS CAT-I + Autoland 인증 예정



그림 2.35 Airbus사의 GLS CAT-I + Autoland 인증기종

나. 보잉사(Boeing)

- Qantas 항공에 GLS가 탑재된 9대의 신규 B737NG 항공기 제공
- Qantas 항공의 737 GLS 운용 평가 시험 지원
- 괌 공항에 2007년 6월/7월 경 GBAS 설치 예정
- 독일 브레멘 공항의 GBAS 설치에 맞춰 Hapag-Fly와 GLS 탑재 B737 NG 제공 계약
- 787기종과 747-800 기종은 GLS가 기본 장착
- 향후 GBAS CAT-I 서비스를 전적으로 지원할 예정

다. Qantas 항공

- 2005년 5월 세계최초로 GLS 가능한 Boeing 737-800을 도입
- 현재 보유기종 중 Boeing 737-800이 50%를 점유하며, 3년 이내에 모든 항공기에서 GLS 사용 가능예정
- 보유중인 A380은 모두 GLS 사용가능

라. Honeywell사(SLS-4000)



그림 2.36 Honeywell SmartPath SLS-4000 GBAS

□ 특징

- ICAO SARPs, FAA Non-Fed CAT-I (GSL-C) 성능
- 새로운 설계와 구성품 변경 내역
- DCPS (Differential Correction Processor Subsystem)
- Dual channel-dual lane(command/monitor), Pentium M-1GHz
- Ethernet backbone, PCIMG 호환
- DEOS real-time operating system
- GPS MLA : BAE ARL-1900
- CMC electronics의 인증된 GPS 수신기 사용, 새로운 RSMU enclosure
- RPDP(Robust Power Distribution Panel)
- Telerad사의 VDB Subsystem

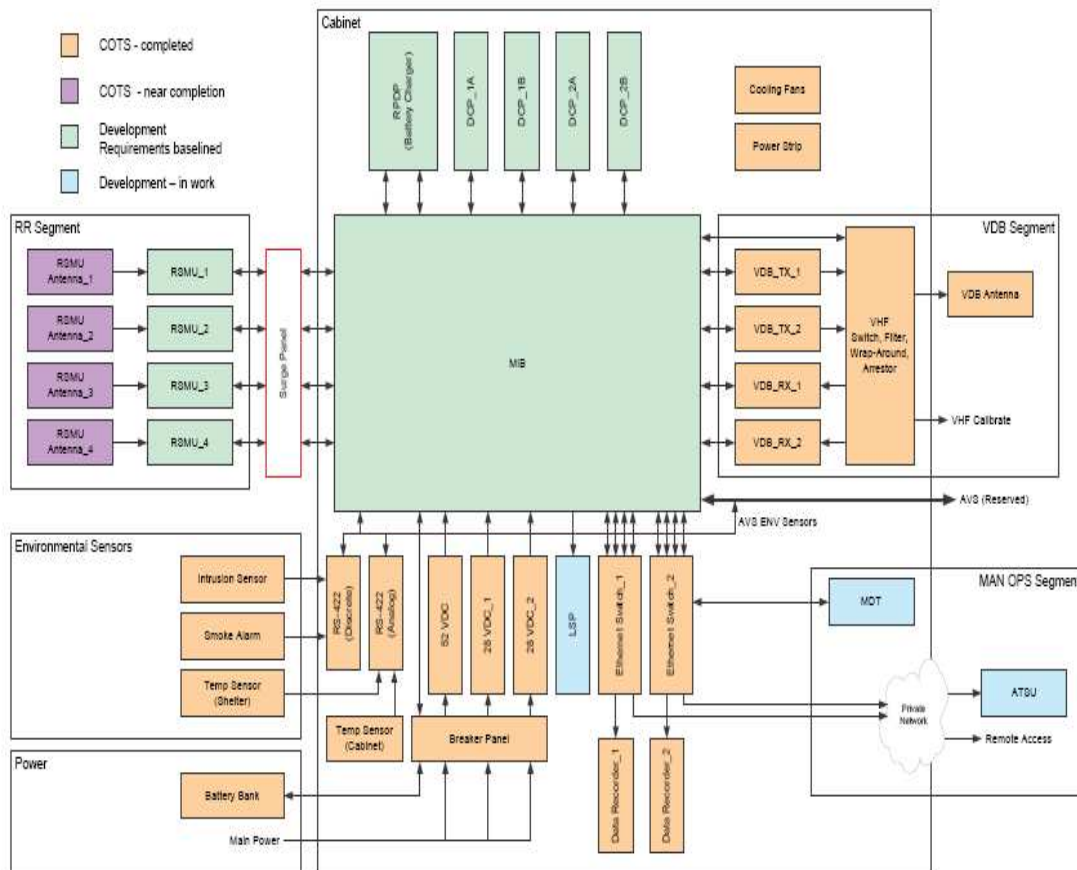


그림 2.37 Honeywell사의 SLS-4000 구성

□ 개발현황

- 시스템 설계에 대한 공식 인증방안을 모색 중
- 2006년 4월 FAA에 SDA(System Design Approval) 요청
- 2006년 10월 PDR 종료
- SDA에 필요한 계획, 프로세스, 문서화 정립 완료
- 2008년 2사분기 중 SDA를 위한 문서 최종 제출 목표
- 초기버전 하드웨어(“Red label”)는 2007년 12월 나옴: 멤피스 업그레이드, FAA TC에 설치

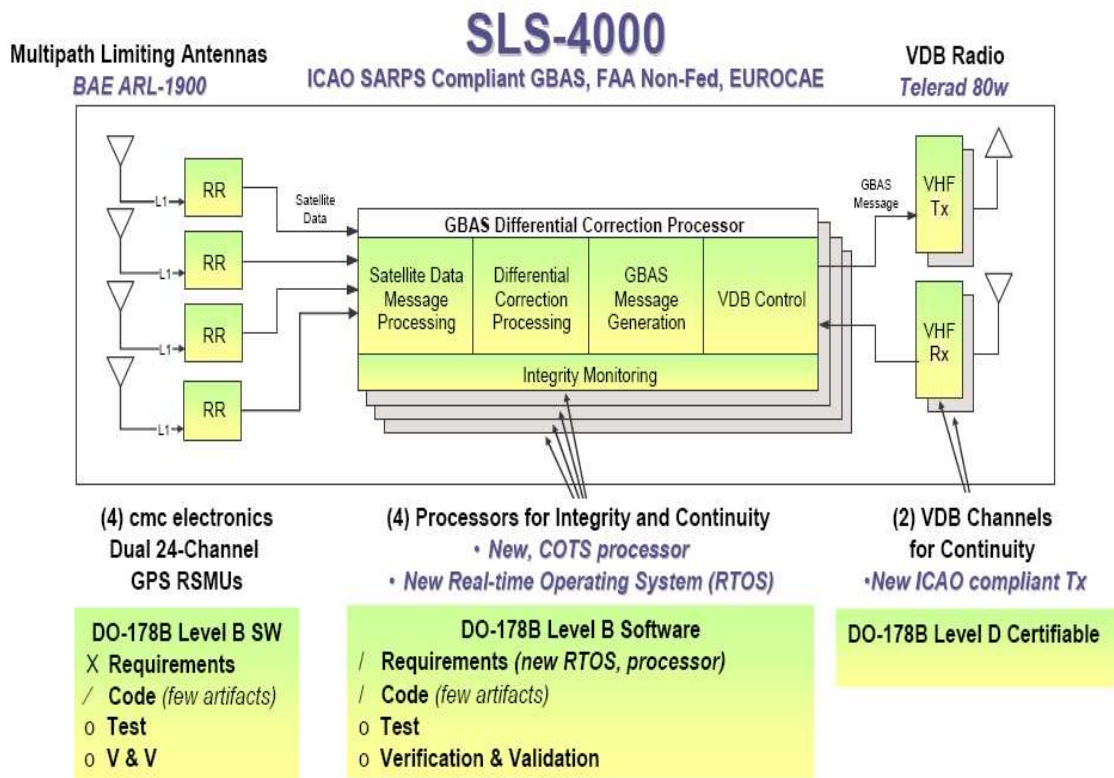


그림 2.38 SLS-4000 구조도

마. Rockwell Collins사

- GNLU와 GLU를 이용한 GLS 비행 시험 추진
- 다양한 GBAS 지상 시스템과(Honeywell, Raytheon, Thales, Oklahoma)의 호환성 시험 완료

제 3 절 항행안전시설 인증관련 현황

1. 국내 항행안전시설 인증관련 현황

가. 법·제도 및 규정 현황

- 국내 항행안전시설에 대한 명시적인 국가 인증체계는 구체적으로 규정되지 않았으나 항행안전시설의 제작과 설치·운용을 위해서는 항공법에 의거하여 정해진 기준과 절차를 준수하여야 함
- 국내에서 항행안전시설의 제작을 위해서는 항공법 제80조의2 (항행안전시설의 성능적합증명)에 의거 항행안전시설의 성능적합증명(국토해양부령으로 정하는 바에 따라 그 제작된 시설이 국토해양부장관이 정하여 고시하는 항행안전시설에 관한 기술기준에 적합하게 제작되었다는 증명)을 받을 수 있음.(비강제적 조항)
- 국내 공항에 항행안전시설을 설치·운용하기 위해서는 항공법 제80조 및 관련 규정에 의거 비행검사 등 항행안전시설이 시설관리기준에 적합하게 관리되는지를 확인하기 위한 필요한 검사를 받아야 하며, 검사결과가 기준치 이상을 충족하여야 함
- 항행안전시설의 관리를 위한 근거 법과 관련 훈령은 다음과 같음
 - 항공법 제80조 (비행장 및 항행안전시설의 관리)
 - 항행안전시설 비행검사 규정(국토해양부고시 제339호)
- 비행검사는 항행안전시설 비행검사 규정에 의거 국토해양부 서울지방항공청 비행점검센터에서 수행함
- 항행안전시설 설치와 운용을 위해 실시하는 비행검사는 다음과 같음
 - 위치평가검사 : 신설 예정인 항행시설의 설치 위치가 적합한지 여부를 확인하는 검사
 - 운용개시검사 : 신설된 항행시설을 운용하기 전에 운용 가능여부를 판단하는 검사
 - 정기검사 : 항행시설의 기능을 유지하기 위하여 일정기간마다 실시하는 검사
 - 감시검사 : 검사대상 항행시설을 검사하는 중에 다른 항행시설의 동작 상태를 감시하는 검사

- 특별검사 : 다음 각목의 경우에 실시하는 검사
 - 항공기사고와 관련된 검사
 - 항행시설의 운용중단 또는 고장 수리후 실시하는 검사
 - 비행검사 기한이 경과된 항행시설에 대한 검사
 - 연구 개발 중인 장비의 평가 등을 위한 검사
 - 기타 필요시 실시하는 검사

표 2.10 비행검사 대상이 되는 항행안전시설과 검사주기

대상 항행시설	주기(일)/횟수
계기착륙시설(LLZ, GP, Marker)	90/1회, 120/1회, 180/1회
레이더시설(ASR, SSR, ARSR)	360/1회
무지향표지시설(NDB)	360/1회
전방향표지시설(VOR)	240/1회
전술항행표지시설(TACAN)	240/1회
거리측정시설(DME)	관련 항행시설 검사 시 동시에 검사
항공등화	360/1회
단거리이동통신시설(VHF, UHF) 및 항공정보방송시설	레이더시설 검사 시 동시검사 (단 레이더 시설이 없는 곳은 360일)
계기비행절차	관련 항행시설 검사 시 동시에 검사

□ 비행검사의 결과에 따라 항행안전시설은 다음의 운영등급을 부여받음

- 사용(USABLE) : 비행검사에서 운용 가능한 것으로 판정된 항행시설에 부여되며 다음의 세부등급이 있음
 - 제한사용 없음(UNRESTRICTED) : 항행시설의 운영 통달범위 내에서 규정된 형태로 공간신호가 형성되어 항행시설의 안전성과 지속성을 유지할 수 있고 정밀한 공간신호를 제공할 수 있는 경우에 부여
 - 제한사용(LIMITED 또는 RESTRICTED) : 항행시설의 운영 통달범위 내에서 전부 또는 일부구역이 정상적인 신호를 제공하지 못하는 공간이 존재하는 경우에 부여(항공기가 동 항행시설을 이용하는데 지장이 없는 구역에 대하여는 항행시설을 이용할 수 있도록 제한사용을 부여할 수

있음)

- 사용불가(UNUSABLE) : 항행시설의 운영 통달범위 내에서 항행시설의 안전성과 지속성을 확보하기가 곤란하여 당해 항행시설을 이용할 수 없다고 판단되거나, 신호의 불량 또는 비행금지구역 등의 제한구역으로 비행검사를 실시하지 못하는 구역이 존재하는 경우에 부여
- 비행검사의 결과는 “합격” 또는 “불합격” 으로 구분되어 비행검사보고서와 함께 수검기관에 통보됨
- 기타 “항행안전시설 비행검사 규정” 에서 정하지 않은 비행검사 절차, 종류 및 허용범위 등은 국제민간항공기구(ICAO) Doc 8071을 적용하되, 이에 규정되어 있지 않은 사항은 미연방항공청의 기준을 적용함

※ 참고자료

- 항공법 제80조 (비행장 및 항행안전시설의 관리)
 - 국토해양부장관이나 비행장 또는 항행안전시설을 관리하는 자는 국토해양부령으로 정하는 시설의 관리기준(이하 "시설관리기준"이라 한다)에 따라 그 시설을 관리하여야 한다.
 - 국토해양부장관은 대통령령으로 정하는 바에 따라 비행장 또는 항행안전시설이 시설관리기준에 적합하게 관리되는지를 확인하기 위하여 필요한 검사를 하여야 한다.
 - 항행안전시설 설치자 또는 항행안전시설을 관리하는 자는 국토해양부장관이 항행안전시설의 성능을 분석할 수 있는 장비를 탑재한 항공기를 이용하여 실시하는 항행안전시설의 성능 등에 관한 검사(이하 "비행검사"라 한다)를 받아야 한다.
 - 비행검사의 종류, 대상시설, 절차 및 방법 등에 관하여 필요한 사항은 국토해양부장관이 정하여 고시한다.
- 항공법 제80조의2 (항행안전시설의 성능적합증명)
- 항행안전무선시설 또는 항공정보통신시설을 제작하는 자는 국토해양부령으로 정하는 바에 따라 그 제작된 시설이 국토해양부장관이 정하여 고시하는 항행안전시설에 관한 기술기준에 적합하게 제작되었다는 증명을 받을 수 있다.

ILS AND FAN MARKERS				
Type Check	Ref. Para. 219.xxx	Inspections		
		Commissioning	Periodic	Antenna and/or transmission lines Replacement/Adjustment
Spectrum Analysis	Reserved	Reserved	Reserved	Reserved
Identification and Modulation Tone	.3202	X	X	X
Coverage	.3203			
Major axis		X	—	—
Minor axis		X	X	X
Proximity Check		X	—	—
Holding Fixes	.3205	X	—	X
Standby Equipment	.3206 106.32	X	—	—
Standby Power	.3207 106.43	X	—	—

그림 2.39 비행검사 점검항목 예시(Marker Beacon)

2. 해외 항행안전시설 인증관련 현황

가. 미 연방항공청(FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION)

- 미 연방항공청의 경우 GBAS 등 항행안전시설의 인증은 다음과 같이 구분하여 실시하고 있음
 - System Design Approval (SDA)
 - 인증대상 : 제조사(Manufacturer)
 - 주요항목
 - Ground station system design meets requirements
 - Developed to appropriate design assurance levels
 - Accuracy, integrity, availability requirements satisfied

- 관련규정

- FAA-E-AJW44-2937A
- FAA Order 6700.20A

○ Facility Approval

- 인증대상 : 운용자(Owner/ANSP/Airport)

- 주요항목

- Ground station installed properly, safely
- Signal-in-space, coverage volume verified
- Maintenance technicians trained, certified
- Control tower personnel trained

○ Operational Approval

- 인증대상 : 운영자/항공사(Operator/Airline)

- 주요항목

- Aircraft equipped
- Pilot crews trained
- Approach plates/procedures developed

□ FAA의 주요 인증활동은 다음과 같음

○ 비행검사(Flight Inspection) : 접근절차, 신호강도, 통달거리 등을 확인

○ FCC License 취득 확인 : 주파수, 출력, Time slot 등을 확인

○ 설치 검증 : 정확도, 가용성, 안정성 및 장비수용검사 목록 확인

○ 운영 및 유지보수 : 유지보수 절차서, 원격감시 설정 등 확인

○ 예비품, 지원 장비 확인

○ 교육 및 인증 : 유지/보수자 및 운영자, 총괄 관리자에 대한 교육 및 인증

□ 기타 FAA의 비행검사절차 등에 대한 총괄적인 내용은 U.S Flight Inspection Manual(FAA Order 8200.1ig에서 구체적으로 기술되어 있음

나. 호주 민간항공국

□ 호주의 경우 호주 민간항공국(Australia Civil Aviation Safety Authority)에서 항행안전시설의 인증절차를 총괄하며 호주 민간 항공국 규정

(Airservices' Operating Certificates Part 171, 172, 173)이 근간이 되고 있음

○ Part 171 : Aeronautical Telecommunication and Radio navigation Services

○ Part 172 : Air Traffic Services

○ Part 173 : Instrument flight procedure design



그림 2.40 항행안전시설의 인증절차

다. 국제민간항공조약기구(ICAO)

□ ICAO에서는 부속서 10에 의거 항행안전시설에 대한 협정을 근거로 항행시설의 운영등급 등이 기술되어 있으며 ICAO Doc 8071에 항행안전시설의 시험절차가 명시되어 있음

□ ICAO의 비행검사 등 항행안전시설의 제조, 설치 및 운용에 대한 지침 및 관련 문서는 다음과 같음

○ ICAO Annex 10 to the Convention on International Civil Aviation, Volume I Radio Navigation Aids.

○ ICAO Doc 8168: Procedures for Air Navigation Services - Aircraft Operations - Construction of Visual and Instrument Flight Procedures Volume II.

○ ICAO Doc 4444: Procedures for Air Navigation Services - Air

Traffic Management.

- ICAO Doc 8071: Manual on Testing of Radio Navigation Aids.
Volume II
- ICAO Doc 9750: Global Air Navigation Plan.
- ICAO Doc 9613: Performance-Based Navigation (PBN) Manual

3. 그 외 관련 GBAS 관련 규정

- GBAS를 운영 및 개발함에 있어 국제표준 및 규약을 준수하여야, 개발 되는 시스템간의 상호 호환성 유지 및 개발 시스템의 세계 시장의 진출이 용이함
- GBAS와 관련하여 규정을 제정하여 운영하는 기관으로는 ICAO, FAA, EUROCONTROL이 대표적인 기관임
- 앞 절에서 기술한 인증에 필요한 직접적인 해외규정 이외 간접적으로 고려되어야 할 탑재장비의 Data 전송, VHF 채널상의 문제, GPS Data의 신뢰성 요구사항, 장비 운용 등 본 연구팀에서 조사한 연관된 관련 규정은 아래 표로 기술하였음

표 2.11 ICAO의 GBAS관련 규정 목록

문서번호	문서제목
Annex 2	Rules of the Air
Annex 10 (Vol. 1)	Radio Navigation Aids
Annex 10 (Vol. 3 – Part 1)	Communication Systems – Digital Data Communication Systems
Annex 10 (Vol. 5)	Aeronautical Radio Frequency Spectrum Utilization
Doc. 4444	Procedures for Air Navigation Services – Air Traffic Management
Doc 8071	Manuals and Circulars Manual on Testing of Radio Navigation Aids
Doc 9828, AN CONF/11	Report of the Eleventh Air Navigation Conference (2003)
Doc 9718	Handbook on Radio Frequency Spectrum Requirements for Civil Aviation including Statement of Approved ICAO Policies
Doc 9776	Manual on VHF Digital link (VDL) Mode 2
Doc 9805	Manual on VHF Digital Link (VDL) Mode 3
Doc 9816	Manual on VHF Digital Link (VDL) Mode 4
Doc 9849	Global Navigation Satellite System (GNSS) Manual
Doc 9613	Manual on Required Navigation Performance (RNP)
Doc 9750	Global Air Navigation Plan for CNS/ATM Systems

표 2.12 FAA의 GBAS 관련 규정 목록

문서번호	문서제목
AC 120-29A	Criteria for Approval of Category 1 and Category 2 Wether minimal for Approach
Order 7210.3U	Facility Operation and Administration
Order 7210.55C	Operational Data Reporting Requirements
Order 7400.2F	Procedures for Handling Airspace Matters
Order 8260.48	Area Navigation(RNAV) Approach Construction Criteria
Order 8260.51	Required Navigation Performance(RNP) Instrument Approach Procedure Construction
N JO 7210.645	Air Traffic Organization Policy : Operational Error Severity and Proximity Events
N JO 7210.661	Air Traffic Organization Policy : Terminal/TRACON Audit Process for Operational Errors & Operational Deviations
N JO 7210.663	Air Traffic Organization Policy : Operational Error Reporting, Investigation and Severity Polices
Order 7400.8N	Special Use Airspace

표 2.13 EUROCONTROL의 GBAS 관련 규정 목록

문서번호	문서제목
ED-23B	MOPS for airborne VHF Rx-Tx operating in the frequency range 117.975-136.975 MHz
ED-92A	MOPS for Airborne VDL Mode-2 Transceiver operating in the frequency range 118-136.975 MHz
ED-100A	Interoperability Requirements for ATS Applications using Arinc 622 Data Communications
ED-108A	MOPS for the Very High Frequency (VHF) Digital Link (VDL) Mode 4 Aircraft Transceiver
ED-72A	MOPS for Airborne GPS Receiving Equipment used for Supplemental Means of Navigation
ED-75B	MASPS Required Navigation Performance for Area Navigation
ED-88	MOPS for MMR including ILS, MLS and GPS used for Supplemental Means of Navigation
ED-95	MASPS for a Global Navigation Satellite System GBAS to support CAT1 Operations
ED-114	MOPS for a GBAS ground facility to support CAT I approach and landing
ED-109	Guidelines for CNS/ATM Systems Software Integrity Assurance
ED-12B	Software Considerations in Airborne Systems and Equipment Certification
ED-76	Standards for Processing Aeronautical Data
ED-77	Standards for Aeronautical information
ED-90A	Radio Frequency Susceptibility Test Procedures

제 3 장 기술적 · 경제적 타당성 분석

제 1 절 기술성 분석

1. 국내 기술 수준 분석

- 위성 항법 지역보강 시스템 운용 기술 개발 시 필요한 업무에 대해 개략 업무분해구조(WBS, Work Breakdown Structure)를 정의함
- 업무분해구조를 근간으로 위성항법 지역보강 시스템 운용기술에 필요한 핵심 기술을 분류하고 이에 대한 국내기술수준을 정의함

가. 개략 업무분해구조(WBS)

표 3.1 개략 업무분해구조(WBS)

업무분해구조(WBS)				비고
1	2	3		
GBAS 운용기술 개발				
	GBAS CAT-I 인증체계 및 시험시스템 기술개발			
		GBAS CAT-I 인증기준 개발		
		ICAO/FAA/RTCA 국제기준 분석		
		GBAS 인증기준(System, Facility, Operation approval) 개발		
		GBAS CAT-I 비행시험시스템 및 인증체계 개발		
		GBAS CAT-I 탑재시스템 개발		
		데이터 측정 및 지상 모니터링 시스템 개발		
		GBAS CAT-I 인증체계 개발		
		GBAS CAT-I 시험 평가 기술개발		
		장비성능 적합성 검증(System design approval) 기술 개발 및 평가		
		시설인증(Facility approval) 기술 개발 총괄 및 평가		
		운용인증(Operation approval) 기술 개발 총괄 및 평가		
	GBAS CAT-I 시범공항 구현 및 시설 인증기술 개발			
		GBAS CAT-I 시설 운영 기준 및 절차 개발		
		GBAS CAT-I 장비 설치/운영/관리 기준 개발		
		사이트 적합성 시험 및 비행점검 방법 개발		
		GBAS CAT-I Broadcast 주파수 인가 및 채널 배정		
		GBAS CAT-I 시설 유지보수 절차 개발		

		GBAS CAT-I 장비 점검 및 유지보수 절차 개발	
		GBAS CAT-I 종사자 교육/훈련 절차 개발	
		GBAS CAT-I 시스템 감시 및 장애복구	
		GBAS CAT-I 시범공항 선정 및 시설 구축	
		시범공항 선정을 위한 안전성/기술성 분석	
		장비 도입지침서 개발	
		GBAS CAT-I 장비 선정 및 설치	
		GBAS CAT-I 시험평가 및 시범운영	
		GBAS CAT-I 기반 운항절차 수립 및 시뮬레이션	
		RNAV/GLS 운항절차 연구	
		GBAS CAT-I 운항절차 시뮬레이션 및 평가	
		지상 및 비행시험	
		정확도/무결성/연속성/가용성 시험	
		지상/비행 점검 및 서비스 영역 시험	
		GBAS CAT-I 운항절차 시험	

나. 국내 기술 수준

- 업무분해구조를 근간으로 위성항법 기반 지역보강 시스템 운용기술 개발에 필요한 핵심 기술을 분류하고 이에 대한 국내기술수준을 정의함
- 위성항법 기반 지역보강 시스템 운용기술의 핵심 기술은 크게 시스템 설계 기술, 소프트웨어 기술, 시험평가 기술, 인증체계 기술로 분류됨
- 시스템 설계
 - 시스템 요구 규격 개발 기술
 - 위성항법 기반 비행 및 관제절차 설계기술
 - 고가용성 기반 실시간 시스템 설계 기술
 - 시스템 영향도 평가 설계 기술
 - 백업 및 장애대응 설계 기술
- 소프트웨어 기술
 - 소프트웨어 공학 (S/W 규격, 설계, 코딩, 시험)
 - 다중 위치 추적 및 데이터 통합 기술
 - 비행 정보에 의거한 경보/경고 생성 기술
 - 사용자 인터페이스 기술
 - 시나리오 기반 시뮬레이션 기술

- 시험 평가
 - 시험 평가 Test-Bed 환경 구축기술
 - 시스템 신뢰도 감시 및 평가기술
 - Multi process 기반 데이터 분석 기술
 - 시스템 시험 평가 기술
- 인증체계 기술
 - 단계별(Avionics, System, Facility, Service) 인증항목 평가 기술
 - 단계별 시험인증 검증기술
 - 위성항법 유도 데이터 및 비행자료 분석기술
- 각 항목에 대해 전문가의 의견을 반영하였으며, 그 결과를 기준으로 정리된 국내 기술 수준 (현재 및 과제 종료 시 선진국 대비 기술수준(%))은 아래와 같음

표 3.2 국내 기술수준 현황 및 과제 종료 시 목표

세부기술 내용	국외 현황 (주요 선진국)	선진국 대비 기술수준(%)	
		현 재	과제종료 시
GNSS 수신기 운용기술	미국, 캐나다, 유럽	70	86
항공 항법 응용기술	미국, 유럽	60	81
GNSS 요소기술	미국, 유럽	70	84
지역보강 시스템 인증 기술	미국, 유럽, 호주	60	88

2. 기술 개발 성공 가능성

가. 기술 개발 현황

- 선진국에서는 위성항법 기반 지역보강 시스템 인증기술과 관련하여 GBAS CAT-I 수준의 기술에 대해서는 연구개발 완료 단계로서, 현재 인증절차를 확립하고 관련 장비 및 운용시스템에 대한 인증업무를 수행하고 있으며, ICAO와 같은 국제기구에서는 CAT-III 기반 기술에 대한 표준 권고안을 추진 중에 있으며 이를 위해 로드맵을 수립하여 각국의 시스템 도입 및 연구를 장려하고 있음

- 위성항법 기반 지역보강 시스템 인증 기술은 특성상 운용지역, 설치지형에 적합한 현지화 작업이 필요하므로, 본격적인 운용을 준비하고 있는 호주 등에서는 시스템 도입에 필요한 운용환경 최적화를 수행하여 완료 단계에 있음
- 국내에서는 항공용 위성항법기반 정밀 이착륙 시스템 기본기능 구현 및 시험운용을 위한 “위성항법시스템 구축 및 시범운용” 과 위성항법 고장검출 알고리즘 개발 및 시험평가용 Test-bed 제작을 위한 “항공용 위성항법시스템 기반기술 개발” 연구가 대표적이며 서울대, 건국대 등 일부 대학을 중심으로 기초선행연구가 진행된 바가 있으나, 대부분 위성항법 시스템에 대한 알고리즘 개발과 적용 가능성을 입증해 보는 학술적 수준에 머물러 있음
- 특히 위성항법 기반 지역보강 시스템 운용기술과 관련해서는 국내 실제 운용 사례가 거의 전무하였으며 국제기술세미나 등을 통해 기술 동향과 ICAO의 표준 권고안에 대한 파악하는 수준에 있음

나. 개발 소요 기술

- 위성항법 기반 지역보강시스템 운용기술 개발에 소요되는 기술은 시스템 설계, 소프트웨어 개발 기술, 시험평가 기술, 인증체계 기술 등으로서, 성공적인 운용기술 개발을 위해서는 선진사례에 대한 면밀한 분석과 현지화 작업, 항공, 운항, 관제, 전기/전자/통신, 컴퓨터 소프트웨어 등의 요소 기술을 활용하여 시스템을 통합하는 기술이 필수적임
- 운용기술 개발에 필요한 IT 기술 등 요소기술의 역량은 충분하며, 관제시스템 등 공항운용 기술 또한 세계적인 수준이나, 독자적으로 안전한 항공기 이착륙 유도를 위한 고도의 신뢰성, 가용성, 안전성이 요구되는 복잡한 시스템을 설계, 개발, 시험한 경험이 거의 전무함

다. 기술 위험 요소 및 대응 방안

- 국내에서는 위성항법 기반 지역보강 시스템을 도입하여 인증한 사례가 없으며, 사고 시에 인적, 물적 피해가 상당한 대형사고로 이어지는 특성 및 항공안전의 중요성 등을 감안할 때 개발 위험성 감소 및 시행착오에 따른 손실방지를 위해 미국 FAA의 LAAS 장비 인증 등 선진국의 경험과 사례를 활

용하여 인증을 위한 방법을 마련하는 것이 필수적임

- 위성항법 기반 지역보강 시스템 인증 기술 개발을 위해서는 정부의 적극적인 개발 의지와 투자가 전제되어야 하며, 이에 따라 정부출연연구소의 대형 체계개발 수행 경험, 정부/공항공사의 공항운영 경험, 기업의 IT 기술, 학계의 기반 기술 등 우리나라의 강점을 충분히 활용할 수 있으면 선진국과의 격차를 단기간에 극복할 수 있을 것임
- 위성항법 기반 지역보강 시스템 인증 기술 개발은 사업 성격상 실제 운용을 전제로 하는 실용화 연구기술 개발이 목적이므로, 개발경험이 풍부한 연구기관과 실제 시험운용 가능한 공항 및 비행검사 수행기관 등이 참여하는 연구개발 추진체계를 구축하는 것이 매우 중요함
- 결론적으로 우리나라가 항공기술 선진국 대비 후발 주자이기는 하나, 정부의 개발 의지와 더불어 국내기술의 강점을 살려 유관 기관의 역량이 효과적으로 결집한다면, 개발 위험도가 상존함에도 불구하고, 성공 가능성 높음

3. 기존 연구와의 중복성 검토

가. 기존 관련 연구과제 검토

표 3.3 위성항법 관련 연구과제

주관	수행기관	연구기간	과제형태	과제명
국토해양부	한국항공우주연구원	2005~2009	연구개발	차세대 항공데이터 통신 시스템 개발
국토해양부	한국항공우주연구원	1997~2002	연구개발	위성항법시스템 개발
국토해양부	한국항공우주연구원	2004~2008	연구개발	항공용 위성항법시스템 기반 기술 개발
국토해양부	서울대학교	2002~2003	연구개발	전 공역 위성보정시스템 구축방안
교육과학기술부	한국항공우주연구원	2005~2007	연구개발	차세대 항공데이터 통신시스템 핵심기술 개발
교육과학기술부	한국항공우주연구원	2001~2004	연구개발	항공사고예방을 위한 시뮬레이션 연구
한서대학교	한서대학교	~2003	일반용역	비행장 및 레이더 관제 시뮬레이터 개발

(1) 차세대 항공데이터 통신 시스템 개발

- ‘차세대 항공 데이터 통신 시스템 개발’은 항공무선통신 신기술을 개발하는 과제로 VHF에 사용되는 데이터 통신 시스템(VHF Data Link)을 개발하는 항공 통신장비와 관련된 과제임

(2) 위성항법시스템 개발

- ‘위성항법시스템(GNSS) 개발’ 과제는 항법(Navigation) 관련 연구과제로 차세대 위성항행시스템 형태인 GNSS(Global navigation satellite system)의 구축을 위한 개발과 성능 향상을 위한 연구이며 다음 사항을 포함함
 - GPS 항법 위성을 이용한 항공기 이착륙 시스템 개발
 - DGPS(Differential GPS)를 이용한 CAT-I의 정확성의 성능으로 제작
- 위성항법 기반 지역보강 시스템 인증기술은 위성항법시스템(GNSS) 개발과는 달리 위성항행시스템의 안전성과 신뢰성을 검증하고 새로운 비행계획수립 절차 등을 구현하는데 필요하기 때문에 목적과 연구내용이 상이함

(3) 항공용 위성항법시스템 기반 기술 개발

- ‘항공용 위성항법시스템 기반 기술 개발’ 과제는 항법(Navigation) 관련 연구과제로 차세대 위성항행시스템 형태인 GBAS(Ground Based Augmentation System) Test-Bed 개발과 위치좌표 보정시스템 및 위성신호 영향에 대한 연구이며 다음 사항을 포함함
 - GPS 항법 위성을 이용한 GBAS Test-Bed 개발
 - 해외의 관련 규정에 준하는 항공 항법용 보정시스템 개발
 - GPS신호의 고장검출 및 제거를 통한 시스템 무결성 향상 방안 연구
 - 갈릴레오 위성의 신호 분석 및 향후 적용 방안 연구
 - 전리층 폭풍에 의한 항법위성 신호 영향 연구
- 위성항법 기반 지역보강 시스템 인증기술은 앞서 서술한 바와 같이 위성항행시스템의 구축을 위한 과제가 아니라 새로운 항행시스템의 안전성과 신뢰성을 검증하고 새로운 비행계획수립절차 등을 구현하는데 필요하기 때문에 목적과 연구내용이 상이함

(4) 전 공역 위성보정시스템 구축방안

- ‘전 공역 위성보정시스템 구축방안’ 과제는 SBAS (Satellite Based Augmentation System)인 WAAS (Wide Area Augmentation System)의 구축 방안을 위한 연구로 ‘위성항법 기반 지역보강 시스템 인증기술 개발’ 과제가 공항 지역 기반의 GBAS를 이용하는데 반해 SBAS는 한반도 전 지역을 한꺼번에 Cover하는 위성 기반의 사업의 타당성 등을 연구하는 과제로 성격과 연구내용이 상이함

(5) 차세대 항공데이터 통신시스템 핵심기술 개발

- ‘차세대 항공데이터 통신시스템 핵심기술 개발’ 과제는 항행 감시 (Surveillance) 신기술 개발과 관련하여 ADS-B 및 ADS-B와 관련된 데이터 링크 (VDL M4, UAT, 1090E)를 통해 차세대 항공 감시 시스템 연구를 목표로 하며 다음 사항을 포함함
 - ADS-B 후보 데이터 링크 기술표준 분석
 - ADS-B 후보 데이터 링크 소요 요소기술 정의
 - 각 데이터 링크 프로토콜 구조 연구
 - ADS-B 연구동향 분석 및 응용기술 정의 충돌감시, 유도기술 연구동향 분석
 - 국내외 CNS/ATM 산업 및 시장분석

(6) 항공기사고예방을 위한 시뮬레이션 연구

- ‘항공기사고예방을 위한 시뮬레이션 연구’ 는 항공교통관리(ATM : Air Traffic Management)와 관련된 연구로 동적 개체 모델링을 통해 가상의 공항내의 지상 운행체(차량, 항공기)에 대한 충돌 감시 시뮬레이터를 개발하며 다음 사항을 포함함
 - 공항 지상에서 움직이는 항공기 및 차량 관제 시뮬레이터
 - 공항내 동적 개체의 모델링을 통한 충돌 및 침투 감시 시스템
 - 김포공항의 실제 ATC 콘솔 장비에 시현되는 GUI 환경 기반

(7) 비행장 및 레이더 관제 시뮬레이터 개발

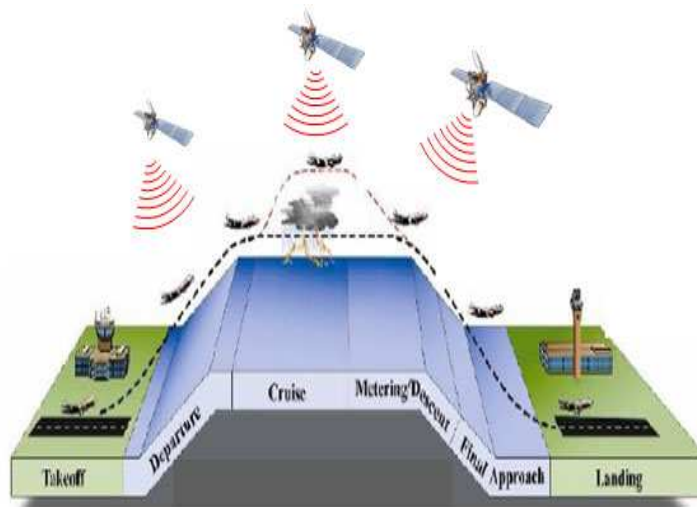
- 한서대학교 “비행장 및 레이더 관제 교육용 시뮬레이터 개발” 연구는 실제

항공관제 운영 시스템이 아닌 순수 항공관제사 교육을 위한 시뮬레이터에 대한 연구로 가상 시뮬레이션 정보를 통한 데이터 생성 및 처리 연구를 포함하고 있음

나. 기존 연구와의 연계성 및 중복성 검토

(1) 기존 과제와의 연계성 및 중복성

- 차세대 항행기술개발과 관련하여 통신, 항법, 감시 기반기술 관련 다수 국내 연구 개발 사례 있음
- 지금까지 항행기술의 연구는 항공관제를 위한 정보를 제공하는 역할을 수행하고, 항공관제시스템이 항행기술 장비로부터의 정보가 항공관제로 현실화될 수 있도록 역할을 수행하는 기본 인프라를 보다 효과적이고 안전하게 구현하는 것에 초점을 맞춰 진행되어 왔음
- 연구개발 측면에서 “위성항법 기반 지역보강 시스템 인증기술 개발” 과제는 새로운 항행시스템 중 하나인 GBAS 시스템의 안전성과 신뢰성을 검증하는 절차, 체계 및 과학적인 분석을 연구하는 과제로 항공기 이착륙의 직접적인 유도 등을 담당하는 항행시스템을 개발하는 역할과 상이하며 기존의 위성항법 기반 장비 개발과제의 범위와는 전혀 다름
- 현재까지 위성항법시스템의 안전성과 신뢰성을 검증하는 기술은 전무하였으며, 또한 연구목적 이외에 공항에서 위성항법 기반으로 실제 항공기 운항을 적용한 사례가 없기 때문에 연구 개발 관련 국내 사례는 없음
- 위성항법 기반 지역보강 시스템 인증기술 개발은 실제 운용 목적의 과제로 순수 훈련용 시뮬레이터 개발과제와 특정 목적(항공기 사고 예방)용 연구 시뮬레이션 개발과제와는 상호 연관성이 없음



Communication
 차세대 항공데이터 통신 시스템 개발

Navigation
 위성항법 시스템 개발
 항공용 위성항법시스템 기반 기술 개발
 전공역 위성 보정시스템 구축방안

Surveillance
 차세대 항공데이터 통신시스템 핵심기술 개발

Air Traffic Management
 항공사고예방을 위한 시뮬레이션 연구
 비행장 및 레이더 관제 시뮬레이터 개발

⇒ 기존과제는 새로운 항행기술 개발에 초점

V.S

인증기술 개발

위성항법 기반 지역보강 시스템의
 실제 운용을 위한 안전성과 신뢰성을 검증
 ⇒ 새로운 항행기술의 인증 기술 개발

그림 3.1 기존 연구와 중복성 검토

(2) 기존 연구와의 중복성 검토 요약

- 기존의 차세대 항행시스템 기술 개발 관련 과제는 항공기의 통신, 항법, 감시 등을 위한 직접적인 항행기술 개발 목적으로 진행되었으며, 항공교통관리(ATM) 측면의 시뮬레이션 과제는 공항 지상 이동체에 대한 충돌회피 시뮬레이션, 항공관제사 양성을 위한 교육용 가상 시뮬레이터 연구 등 연구목적과 내용이 상이한 과제임
- 결론적으로 실제 운용 목적으로 위성항법 기반 지역보강 시스템의 안전성과 신뢰성 검증을 핵심으로 하는 인증기술 개발은 기존 연구과제와 중복성 없음

- ‘위성항법 기반 지역보강 시스템 인증기술 개발’ 과제는 기존 과제의 성과물을 활용하여 실제 공항의 운용기술을 개발하는 첫 번째 단계로 향후 차세대 항행시스템 기술의 도입과 기술 개발을 촉진하는 효과를 가져다줄 수 있으며 새로운 항행시스템의 운용 효율을 향상시키고 기술을 발전시킬 수 있을 것임

제 2 절 경제성 분석

1. 경제성 분석 방법론

가. 편익-비용분석 개요

- 대형 국가연구개발사업과 같은 공공투자사업의 경제성 분석은, 해당 사업의 추진에 의해 국민경제 전체에서 발생이 예상되는 편익과 비용을 추정하고 이를 이용해 편익-비용분석(Benefit-Cost Analysis)을 수행하는 방법을 사용하는 것이 일반적임
- 편익비용분석에서 이용되는 기준으로는 순현재가치(NPV, Net Present Value), 편익-비용비율(B/C Ratio), 내부수익률(IRR, Internal Rate of Return) 등 다양한 방법 있음
- 이들은 각각의 장단점에 의해 상황에 따라 선택적으로 이용되며, 때로는 여러 개의 방법이 상호보완적으로 이용이 되기도 함

나. 순현재가치 (NPV, Net Present Value)

- 순현재가치란 투자 사업으로부터 사업의 최종년도(T)까지 얻게 되는 순편익(편익에서 비용을 뺀 금액)의 흐름을 현재가치로 계산하여 이를 합한 값으로서, 다음과 같이 나타낼 수 있음. 여기서 B_t 는 t기의 편익, C_t 는 t기의 비용, r 은 할인율임

$$NPV = \sum_{t=0}^T \frac{B_t - C_t}{(1+r)^t} \quad (3.1)$$

- 순현재가치가 0보다 크면 이 사업은 경제성이 있는 것으로 볼 수 있음
- 순현재가치는 모든 타당한 경제적 자료를 단일 계산하여 심사나 순위 매김이 가능함

- 현재가치를 계산하기 위해서는 적절한 할인율 산정이 요구되며, 일반적인 과정은 순편익 흐름내의 미래가치를 현재가치로 계산함
- 일반적으로 순현재가치가 0보다 작거나 같으면 사업안을 기각하는 것이 원칙이며, 사업의 예산에 대한 제약이 없을 경우 가장 높은 순현재가치를 나타내는 사업이 우선순위로 결정됨
- 예산이 제약될 경우라도 예산집행제약 내에서 가장 높은 순현재가치를 보이는 사업이 결정되는 것이 일반적임

다. 편익-비용비율

- 편익-비용비율은 편익의 현재가치의 합을 비용의 현재가치의 합으로 나눈 것으로 다음과 같이 나타낼 수 있음

$$\frac{B}{C} = \sum_{t=0}^T \frac{B_t}{(1+r)^t} / \sum_{t=0}^T \frac{C_t}{(1+r)^t} \quad (3.2)$$

- 편익-비용비율이 1보다 크면 해당 사업은 사회적으로 바람직한 것임
- 만약 여러 개의 사업을 동시에 평가하는 경우에는 B/C비율이 큰 순서로 성과가 큰 것이 됨
- 편익-비용비율은 순 현재가치법과 마찬가지로 단일계산에 의한 통상적인 평가방법임
- 편익-비용비율 방법은 실제비용과 편익의 크기가 나타나 있지 않다는 점 때문에 동 분석만으로는 충분한 분석을 할 수 없다는 단점이 있음
- 타당한 사업규모의 결정에서 순현재가치와 비용-편익 비율은 사업 규모의 증가에 따라 어느 규모까지는 증가시킬 수 있으며, 이 경우 순현재가치가 최대가 되는 곳에서 사업규모가 결정됨

라. 내부수익률

- 내부수익률은 투자 사업이 원만히 진행된다는 전제 하에 기대되는 예상수익률로서 투자사업의 전 기간에 걸쳐 발생하는 순현재가치가 0이 되게 하는 할인율을 의미함
- 다른 말로 표현하면, 편익흐름의 현재가치의 합이 비용흐름의 현재가치의 합과 같아지는 할인율임

- 이 내부수익률은 케인즈의 자본의 한계효율 혹은 투자사업의 예상수익률이며, 이를 수식으로 표현하면 다음과 같음. 다음 수식에서 R은 내부수익률임

$$\sum_{t=0}^T \frac{B_t - C_t}{(1+R)^t} = 0 \quad (3.3)$$

- 내부수익률은 투자 사업에 대한 재무 분석에 종종 이용되는 기준으로 만일 사전에 선택된 이율(보통 실질시장이자율)보다 계산된 내부수익률이 크다면 이 사업은 투자가치가 있다고 판단됨
- 여러 투자대안이 있는 경우에는 시장이자율보다 큰 내부수익률의 크기 순서에 의해 투자우선순위가 결정됨
- 이 기준은 순현재가치 기준이나 편익-비용비율 기준에서와 같이 사전에 할인율을 선택할 필요가 없다는 장점 때문에 할인율을 선택하는 어려움을 피하고자 할 때 많이 사용됨
- 내부수익률을 계산하기 위해서는 반복법을 사용하며, 사업의 내부수익률이 사업평가에 이용된 수익률보다 작을 경우 그 사업은 기각됨
- 이 방법은 순현재가치법이나 편익-비용비율을 구하는데 어떤 할인율을 적용해야 할지 명확하지 않은 경우에 이용될 수 있으며, 사업의 규모에 대한 정보가 반영되지 못하므로 투자의 우선순위를 결정하는 평가에는 독립적으로 이용이 불가능함

마. 편익비용분석 방법 비교 및 선택

- 앞에서 설명한 3가지 경제성 평가기준은 적용하는 목적과 사업의 특성에 따라 각각 장단점을 가지고 있으나, 이 기준들은 비용과 편익이 측정되면 모두 쉽게 구할 수 있으므로, 경제성을 평가하는 상호보완적 기준으로 사용될 수 있음
- 아래 표는 한국개발연구원에서 작성한 “예비타당성조사 수행을 위한 일반지침 수정 보완 연구(제4판)”에서 인용한 것으로서, 3가지 경제성 분석기준의 장점과 단점을 비교한 것임

표 3.4 경제성 분석기법의 비교

방법	판단	장점	단점
순현재가치 (NPV)	$NPV \geq 0$	• 대안 선택 시 명확한 기준 제시 • 장래발생편익의 현재가치 제시 • 한계 순현재가치 고려 • 타 분석에 이용 가능	• 이해의 어려움 • 대안 우선순위 결정시 오류 발생 가능
편익/비용비율 (B/C)	$B/C \geq 1$	• 이해용이 • 사업규모 고려 가능	• 상호배타적 대안 선택의 오류 발생 가능
내부수익률 (IRR)	$IRR \geq r$	• 사업의 수익성 측정 가능 • 타 대안과 비교가 용이 • 평가과정과 결과 이해가 용이	• 사업의 절대적 규모 고려하지 않음 • 몇 개의 내부수익률이 동시 도출 가능성 내재

- 순현재가치는 순편익의 흐름을 사업 개시연도의 가치로 평가하므로, 규모가 다른 사업간 비교에는 적당하지 않으며, 따라서 성격은 동일하지만 규모가 다른 두 사업의 순현재가치만으로 수익성을 비교하는 것은 바람직하지 않음
- 편익/비용비율은 특정 항목을 편익 또는 비용으로 처리하는가에 따라 값이 달라지는 단점이 있으나, 일반적인 투자심사기준으로 사용되고 있음
- 내부수익률은 사업의 규모가 달라도 적용할 수 있는 장점은 있으나 수익성이 극히 낮거나 높은 사업의 경우는 계산되지 않는 단점이 있음
- 따라서 항공관제시스템 개발의 경제성 분석에서는 이상의 분석방법론의 장단점을 고려하여, 순현재가치, 비용/편익비율, 내부수익률을 모두 구하여 분석함

2. 경제성 분석 기본 전제

가. 사업 규모와 내용

- 정부 연구 개발 사업으로 추진되고 있는 "항공선진화사업-위성항법 지역보강 시스템 인증기술 개발"의 내용을 본 사업의 계획으로 정의함
- 연구개발사업은 4년이 소요되고, 본 사업을 통해 시범설치 대상공항으로 김해공항에 GBAS 시스템이 2013년까지 구축 완료되는 것으로 가정함
- 본 사업은 국내 연구개발사업을 통해 개발된 시스템으로, 현재 운용중인 해

외 도입 시스템을 대체하는 것이 목표이므로, 경제성 분석은 기존 운용중인 해외 도입 시스템의 편익 및 비용과 연계하여 수행하는 것이 타당함

나. 분석 대상 기간

- 본 사업은 2010년 착수하여 2013년까지 연구개발사업을 수행하여 실용화를 마무리하여, 시범공항에서는 2014년부터 본격적인 시스템 운용이 시작된다고 가정함
- 경제성 분석에서의 평가기간은 법인세법 시행령 및 동 시행규칙에서 제시하고 있는 내구연한 기준을 적용하는 것이 보통임
- 경제성 분석 평가기간은 본 연구과제 완료 후 시범공항의 실용화 운용기간(2014년)과 한국개발연구원에서 작성한 “공항부문사업의 예비타당성조사 표준지침 연구(개정판)”에 근거하여 공항투자사업의 완료시점(2015년)부터 20년(2034년까지)을 포함하여 총 21년간으로 함

다. 할인율

- 경제성 분석을 위해서는 실제 자본의 기회비용(Opportunity Cost)을 적절히 반영하여 서로 다른 기간 중에 발생하는 비용과 편익을 비교할 수 있도록 할인율이 채택되어야 함
- 사업의 순현재가치(NPV)와 편익-비용비율(B/C) 등을 계산하기 위한 할인율(Discount Rate)로서, 한국개발연구원에서 “예비타당성조사 수행을 위한 일반지침 수정·보완 연구(제4판)”을 통해 제시한 6.5%를 적용함

라. 물가 상승률

- 본 경제성 분석에서는 물가상승을 전혀 고려하지 않으며, 본 조사에서 사용한 할인율은 명목할인율(Normal Discount Rate)이 아니라 실질할인율(Real Discount Rate)에 해당함

마. 경제성지표 및 분석

- 순현재가치(NPV), 편익-비용비율(B/C), 내부수익율(IRR) 등의 평가지표 산출

- 편익과 비용의 추정에는 어느 정도 불확실성이 포함을 고려한 민감도 분석 수행 (민감도 분석은 경제성 분석 과정에서 발생할 수 있는 편익과 비용 및 할인율의 변화 등에 대한 경제적 타당성의 변동 여부를 밝힘으로써 사업 착수로 인한 위험률을 최소화하기 위한 것임)

3. 편익 산정

가. 편익 산정 개요

- 편익 산정은 “공항부문사업의 예비타당성조사 표준지침 연구(개정판)”에 근거하여, 공항투자사업의 완성시점을 의미하는 단기목표년도, 투자 사업의 효용과 실효가 끝나는 시점인 장기목표년도, 그리고 단기와 장기 목표연도의 중간시점에 해당하는 2개의 중기목표년도에 대해서 수행하는 것을 기본으로, 목표연도 사이의 연도에 대해서는 보간법을 적용하는 것이 원칙임
- 공항 관련 사업에 있어 일반적으로 적용되는 편익 항목으로는, 항공기 이착륙 지체 감소, 항공기 주기장 지체 감소, 승객 지체 감소, 화물 지체 감소, 차량 지체 감소, 항공기 운항시간 감소, 승객 이운항시간 감소, 항공기 운항비용 감소, 공항 운영 및 유지 보수비용 절감, 전환 수요의 통행시간/통행비용 절감 등이 있으며, 사업의 성격에 따라 포함 여부를 결정하게 됨

나. 본 사업에서의 편익 산정 방법

- 본 사업에 대한 경제성 분석은, 국내 연구개발 사업을 통해 개발된 시스템으로 현재 운용 중인 해외 도입 시스템을 대체하는 방안과 부가적인 효과에 대해 상대적으로 분석하는 것을 목표로 하였음
- 본 사업을 통해 직접적으로 발생이 예상되는 편익은 독자적인 운용기술 개발로 미국 FAA 등 해외 항공선진국에 의존하지 않고 자체 비행검사 등 GBAS 인증활동을 수행함으로써 예상되는 비용절감 부분을 편익으로 추정하였음
- 독자적인 운용기술 개발효과는 일차적으로 비용절감효과가 본 사업을 통해 GBAS시스템이 설치되는 시범공항에 한정된다고 가정하여 산정하였으며, 두 번째로는 전국공항에 GBAS시스템이 단계적으로 구축됨을 가정하였을 때 발

- 생이 예상되는 효과를 별도로 산정하였음(2015년부터 매년 1개 공항씩 추가)
- 간접적으로 발생이 예상되는 편익은 GBAS 운용기술 개발을 통한 GBAS 시스템의 본격적인 운용으로 발생이 예상되는 부가적인 효과를 편익으로 추정하였음
 - 부가적인 효과로는 에너지 절감효과, 계기착륙시설 신규 설치효과 및 비행시간 단축을 통한 경제적 파급효과를 산정하였으며, 편익-비용분석에는 포함시키지 않았으나 온실가스 감축효과를 추가적으로 산정하였음
 - 에너지 절감효과 및 온실가스(이산화탄소) 감축효과는 지난 '09년 5월 22일에 호주에서 실시한 사례(위성항법 기반 지역보강 시스템을 이용하여 항공기 approach 및 착륙 실증시험)를 근거로 우리나라 도입 시에도 동등한 비용절감 효과가 발생할 것이라는 추정을 전제로 하였음

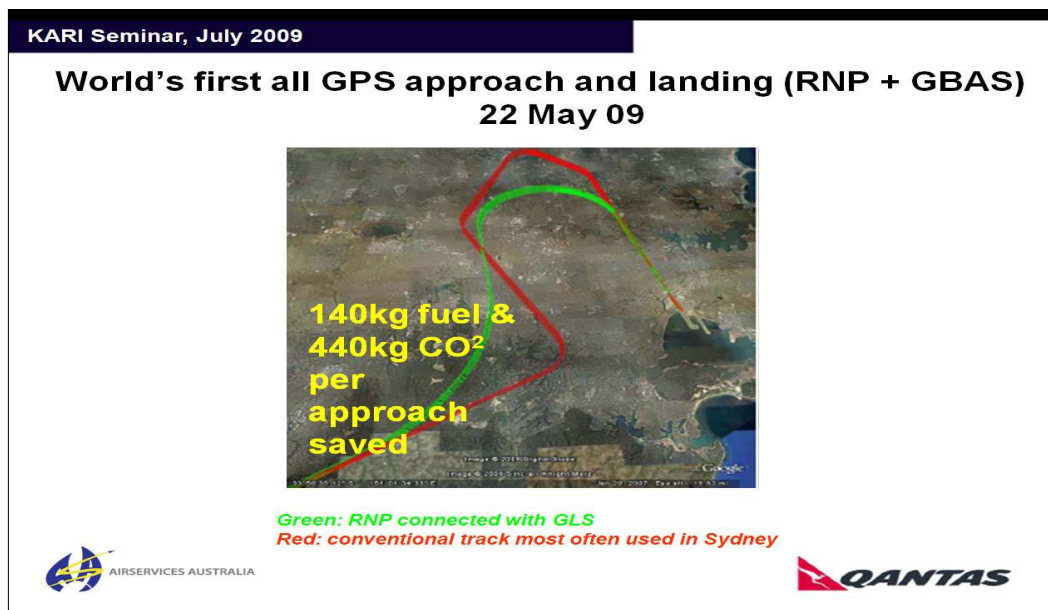


그림 3.2 호주 GBAS 적용 시 비용절감 사례

- 계기착륙시설(ILS) 신규 설치효과는 시범공항을 김해공항으로 가정하여 산정하였음
- 본 사업을 통해 GBAS 시스템을 설치하였을 경우 1개의 GBAS시스템으로 모든 활주로에 ILS를 추가 설치하는 효과를 예상할 수 있어 ILS 설치비용을 편익으로 추정하였음
- 비행시간 단축효과는 GBAS와 같은 위성항법시스템 운용으로 약 3분의 비행시간 단축이 예상됨에 따라 이를 통해 기대할 수 있는 경제적 가치를 추정하

여 편익으로 산정하였음

□ 편익산정의 기초자료 및 전제조건

- 본 연구 과제를 통해 시범공항은 2013년까지 GBAS시스템의 실용화가 완료되고 나머지 전국공항은 국가과학기술위원회 “국가 위성항법시스템 종합발전 기본계획”에 의거 2015년을 전후로 GBAS 시스템이 본격적으로 운용됨을 가정
- 독자적인 운용기술 확보에 따른 편익은 FAA 등 해외기술에 의존했을 때의 비용을 추정하고 독자 운용기술 시행 시의 비용을 차감한 추정금액을 편익으로 산정하였으며, 독자 운용기술 시행 시의 비용은 현재 비행검사 비용과 동등하다는 전제조건에서 산정함
- GBAS 시스템에 대한 비행검사 등 인증절차는 현행과 같이 연 2회 발생한다고 가정하였으며 2013년에 김해공항에 구축이 완료됨을 전제하였으며, 1회당 비행검사 시간은 4시간이고 우리나라 비용은 시간당 267만원, FAA의 비용은 시간당 500만원에 인건비, 체재비, 왕복교통비 등 부대비용이 비행검사 비용에 250% 정도 발생한다고 가정하여 추정함

표 3.5 비행검사 비용 비교

구분	주기	단가(원)	비용(원)
우리나라	연 2회	10,680,000	21,360,000
FAA	연 2회	50,000,000	100,000,000
차감 편익			78,640,000

- 항로 최적화(항공기 입/출항절차 등의 최적화)에 따른 에너지(항공유) 절감효과는 호주 GBAS 적용 시 비용절감 사례와 동등 수준의 효과를 발생함을 가정하였음(GBAS 접근절차 이용에 따른 에너지 절감효과)
- 에너지 절감효과와 온실가스 감축효과는 중형 항공기인 B737 기종으로 항공편을 운용하는 것으로 추정하여 산정(호주 GBAS 비용절감 사례는 B737기종으로 측정한 결과임)

※ 6) 우리나라의 등록된 항공기 435대 중 정기 운송용 항공기는 203대이

6) 출처 : 국토해양부 보도자료(2008. 9. 19)

며, 보유 항공기도 대부분 대형으로서 400석 정도의 B747계열 57대를 포함하여 미국 보잉사 제작 항공기가 140대, 300석 정도의 A330계열 27대를 포함하여 유럽 에어버스사 제작 항공기가 58대, 캐나다 봄바르디아의 Q400이 5대임

- 항공기에 장착되는 GBAS 장치는 2014년에 시범공항을 운항하는 전체 항공기의 5%가 장착하여 이용함을 가정하였으며, 2034년에는 시나리오에 따라 이용률을 추정하여 산정

표 3.6 GBAS 항공기 이용률에 따른 시나리오

구 분	시나리오1	시나리오2	시나리오3	시나리오4	시나리오5
2034년 GBAS장치 항공기 이용률	60%	70%	80%	90%	100%

- 에너지(항공유) 절감 편익은 2008년 항공통계 자료를 근거로 하였으며, 국적 항공기(대한항공, 아시아나, 제주항공, 진에어, 에어부산)에 한해 편익을 산정함
- 2008년 김해공항 국적항공기 총 도착 운항편 통계는 다음과 같음

표 3.7 항공사별 도착별 운항횟수

항 공 사	2008년 도착편 운항횟수
아시아나	7,132
에어부산	747
제주항공	1,301
대한항공	15,024
운항회수 계	24,204

- 지역보강시스템의 내구연한은 15년이고, 1개 공항 당 구축비용은 20억원(15억 장비가, 5억 설치비)으로 산정
- 항공유 기초가격은 2009년 8월 싱가포르 거래가 갤런당 187.64센트를 기준으로 산정함(원/달러 기준 환율 1,150원)
- 운영유지비용은 정보시스템 구축 사업 사례 (국가환경종합정보시스템 구

축사업)를 근거로, 매년 구축비의 10% 소요되는 것으로 가정함

- 시스템 소요량, 도입 비용, 운영유지비를 고려하여 연도별 소요 비용을 계산함
- 산악 지형 등으로 인해 활주로에 단방향으로만 계기착륙시설(ILS)을 설치한 공항에서는 GBAS를 설치할 경우 계기착륙시설과 거리정보제공시설(DME) 및 방위각정보제공시설(DVOR) 등의 추가 설치효과를 가져올 수 있음
- VOR/DME, LLZ/DME 만으로 운용되었던 비정밀접근 및 착륙 공항을 양방향의 CAT-I 급의 항공기 정밀 접근 및 착륙공항으로 전환할 수도 있어 시계 비행이 어려운 기상 조건에서도 항공기 이착륙이 가능함
- GBAS시스템 운용으로 항공편의 운용을 확대함으로써 기상 악화로 인한 결항/지연 요인을 감소시킬 수 있음.
- 본 연구에서는 단방향 ILS 시설을 이용하는 김해공항에 GBAS를 설치함 가정하여 ILS/DME 추가 설치효과(ILS/DME 설치비용 및 유지보수비용)만을 경제적 편익으로 산정하였으며, 항공편 결항/지연 감소로 인한 항공편 운용 확대와 경제적 편익은 계량 수치화하여 산정하지 않았음(ILS 추가 설치 효과는 2014년부터 발생하는 것으로 가정함)

※ 계기착륙시설 설치효과 추정비용은 2009년 서항청 청주공항

ILS/DME 설치계약 기준으로 추정함

- 설치장비 : ILS(GP, LLZ), DME 각 1식
- 설치비용 : 1,366,266,000원(계약금액)
- 유지보수 비용 : 소요예산의 10%(1식당 136,626,600천원/년)
- 추가설치 효과 : ILS 2식(아래 표 참조) X (설치비용 + 유지보수비/년)

표 3.8 공항별 ILS 시설 현황

공항	ILS 시설	운영등급/시정치	수량	추가설치효과	비고
김포	14R ILS(LLZ, GP, DME, IM)	CAT-IIIa급(RVR 200m)	1식	-	
	14L ILS(LLZ, GP, DME, IM)	CAT-I 급(RVR 350m)	1식		

	32R ILS(LLZ, GP, DME, IM)	CAT- I 급(RVR 350m)	1 식		
	32L ILS(LLZ, GP, DME)	CAT- I 급(RVR 350m)	1 식		
김해	36R ILS(LLZ, GP, DME, MM)	CAT- I 급(800m)	1 식	2 식	
	36L ILS(LLZ,GP,DME,IM,MM)	CAT- I 급(RVR 550m)	1 식		
제주	06 ILS(LLZ, GP, IM)	CAT- I 급(RVR 550m)	1 식	-	추가 예정
	24 ILS(LLZ, GP, DME)	CAT- I 급(1200m)	1 식		
대구	31L, 13R ILS(LLZ, GP, DME)	CAT-1(800m)	2 식	1 식	
	31R (LLZ, DME)	(2,000m)	1 식		
청주	24R ILS(LLZ, GP, DME, MM)	CAT- I 급(800m)	1 식	-	1 식 추가 예정
울산	36 ILS(LLZ, GP, DME, MM)	CAT- I 급(800m)	1 식	1 식	
양양	33 ILS(LLZ, GP, DME)	CAT- I 급(RVR 550m)	1 식	1 식	
무안	01 ILS(LLZ, GP, DME)	CAT- I 급(RVR 550m)	1 식	-	
	19 ILS(LLZ, GP, DME)	CAT- I 급(RVR 550m)	1 식		
광주	04R ILS(LLZ, GP, DME, MM)	CAT- I 급(800m)	1 식	1 식	
여수	17 ILS(LLZ, GP, DME)	CAT-I(RVR 550m)	1 식	1 식	
사천	24R ILS(LLZ, GP, DME)	CAT- I 급(1,600m)	1 식	-	
	06L(LLZ, DME)	(2,400m)	1 식		
포항	10 (LLZ, DME)	비 정밀(2,400m)	1 식	1 식	
군산	18, 36 ILS(LLZ, GP)	CAT-I(RVR 1,200m)	1 식	1 식	
원주	-	-	-	2 식	
인천	15L/33R, 15R/33L	CAT-IIIb	4 식	-	
합 계				11 식	

○ 본 과제를 통해 GBAS를 설치, 운용하였을 경우 1편당 약 3분의 비행시간단축효과가 발생할 것으로 예상됨⁷⁾에 따라 이를 통해 발생하는 경제적 효용성을 임금 통계를 기초로 추정하여 산정하였음.

○ 시간단축에 따른 경제적 가치는 앞서 설정한 시나리오별 GBAS 이용 항공편 비율에 따라 예상 여객수를 추정하여 산정하고, 근로기준법 제50조에 따른 주 40시간의 근로시간과 우리나라 1인당 임금(2008년 통계기준) 기준으로 추정하여 경제적 가치를 산정하였음.

※ 비행시간 단축에 따른 경제적 가치 발생효과

· 경제적 가치 = GBAS 이용 항공편 예상 승객수 X 3분 X 국민 1인당 1분당 임금통계

· 국민 1인당 임금통계(2008년 기준) = 월 2,810,000원

· 국민 1인당 1분당 경제적 가치 = 192원

(산식 = 국민 1인당 임금통계 ÷ (365일 ÷ 12개월) ÷ (40시간 ÷ 5일) ÷ 60분)

다. 추가 편익

□ 현재와 같이 지역보강시스템을 해외 도입하여 운영함에 따라 발생하는 기본적인 편익 이외에, 국내 연구 개발에 따라 발생될 추가적인 편익을 요약하면 아래와 같음

○ 항로 최적화에 따른 주변 장애물에 의한 충돌위험 감소 : 4%

○ 차세대 항행 시스템 확장성 적용에 따른 편익 : 3%

○ GBAS 운용에 따른 이산화탄소 배출 감소

□ 위에 정리된 수치 중 비율로 표시된 수치는 추가적으로 발생할 것으로 예상되어 전체 편익에 대비해 추정한 수치이나 편익 분석에는 포함하지 않음

□ 상기 추정된 편익은 순수 국내에서 발생할 편익으로 한정된 것으로서, 해외 수출에 따른 외화 획득 및 수입 대체에 따른 외화 소비 감소 등의 편익은 반영되지 않았음

□ GBAS 시스템 운용에 따른 이산화탄소 배출 감소 편익은 편익-비용분석에

7) 출처 : 부산지방항공청 보도자료(2009년 5월 6일)

는 제외하였으나, 별도로 편익을 추정하여 기타 경제적 편익으로 기술하였음
 라. 편익 산정 결과

□ 본 사업 완료 후에 시범공항에 한해 GBAS시스템을 운용했을 때의 직접적인
 예상편익을 추정하면 다음과 같은 편익발생이 추정됨

표 3.9 시나리오별 누적편익현가

(단위 : 백만원)

년도	시나리오1			시나리오2			시나리오3			시나리오4			시나리오5		
	편익	편익 현가	누적 현가	편익	편익 현가	누적 현가	편익	편익 현가	누적 현가	편익	편익 현가	누적 현가	편익	편익 현가	누적 현가
2009	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2010	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2011	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2012	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2013	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2014	3,011	2,198	2,198	3,011	2,198	2,198	3,011	2,198	2,198	3,011	2,198	2,198	3,011	2,198	2,198
2015	578	396	2,594	580	397	2,595	582	399	2,597	583	399	2,597	584	400	2,598
2016	608	391	2,985	612	394	2,989	616	396	2,993	619	398	2,995	622	400	2,998
2017	642	388	3,373	649	392	3,381	655	396	3,389	661	399	3,394	666	402	3,400
2018	681	386	3,759	691	392	3,773	700	397	3,786	709	402	3,796	716	406	3,806
2019	724	386	4,145	739	393	4,166	752	400	4,186	764	407	4,203	775	413	4,219
2020	774	387	4,532	793	397	4,563	812	406	4,592	828	414	4,617	844	422	4,641
2021	829	389	4,921	856	402	4,965	880	413	5,005	903	424	5,041	923	433	5,074
2022	892	393	5,314	927	409	5,374	959	422	5,427	988	435	5,476	1,015	447	5,521
2023	964	399	5,713	1,008	417	5,791	1,049	434	5,861	1,087	450	5,926	1,123	465	5,986
2024	1,045	406	6,119	1,100	428	6,219	1,152	448	6,309	1,201	467	6,393	1,247	485	6,471
2025	1,136	415	6,534	1,206	440	6,659	1,271	464	6,773	1,334	487	6,880	1,392	508	6,979
2026	1,240	425	6,959	1,327	454	7,113	1,408	482	7,255	1,486	509	7,389	1,560	534	7,513
2027	1,358	437	7,396	1,464	471	7,584	1,565	503	7,758	1,663	535	7,924	1,755	565	8,078
2028	1,491	450	7,846	1,621	490	8,074	1,745	527	8,285	1,866	564	8,488	1,982	599	8,677
2029	1,641	465	8,311	1,800	510	8,584	1,953	554	8,839	2,102	596	9,084	2,245	637	9,314
2030	4,271	1,138	9,449	4,463	1,189	9,773	4,650	1,239	10,078	4,833	1,287	10,371	5,010	1,335	10,649
2031	2,005	501	9,950	2,237	559	10,332	2,464	616	10,694	2,688	672	11,043	2,906	727	11,376
2032	2,224	522	10,472	2,503	588	10,920	2,778	652	11,346	3,051	716	11,759	3,319	779	12,155
2033	2,471	545	11,017	2,806	619	11,539	3,139	692	12,038	3,471	765	12,524	3,798	838	12,993
2034	2,759	571	11,588	3,160	654	12,193	3,561	737	12,775	3,962	820	13,344	4,363	903	13,896
합계	31,344	11,588	11,588	33,553	12,193	12,193	35,702	12,775	12,775	37,810	13,344	13,344	39,856	13,896	13,896

□ 상기 누적편익현가를 그림으로 표현하면 아래와 같음

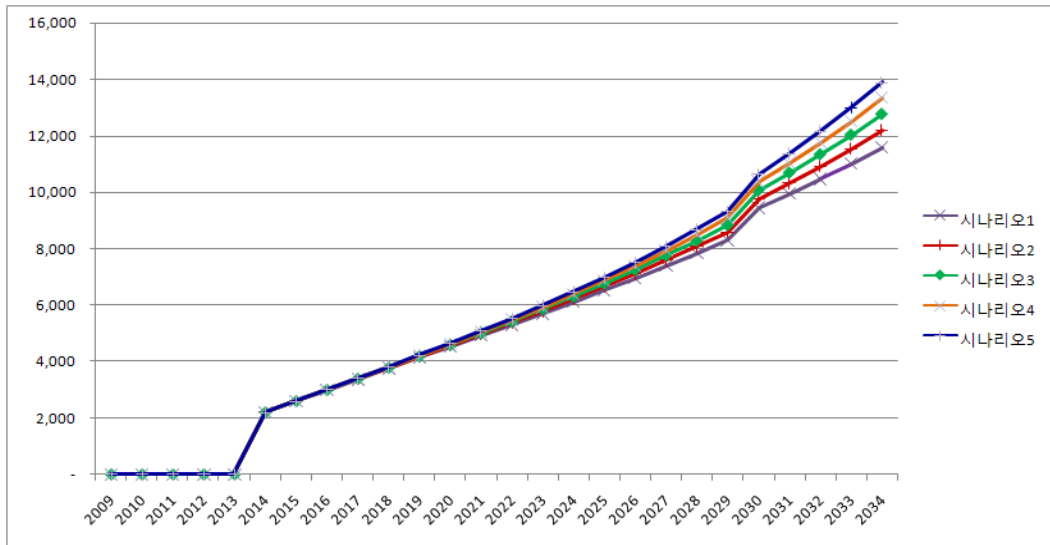


그림 3.3 누적편익현가

□ 상기 편익의 구성비는 다음과 같음

년도	시나리오1					시나리오2					시나리오3					시나리오4					시나리오5				
	A	B	C	D	소계	A	B	C	D	소계	A	B	C	D	소계	A	B	C	D	소계	A	B	C	D	소계
2009	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2010	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2011	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2012	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2013	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2014	78	96	2,732	104	3,011	78	96	2,732	104	3,011	78	96	2,732	104	3,011	78	96	2,732	104	3,011	78	96	2,732	104	3,011
2015	78	109	273	117	578	78	110	273	118	580	78	110	273	119	582	78	111	273	120	583	78	112	273	120	584
2016	78	123	273	133	608	78	125	273	135	612	78	127	273	137	616	78	128	273	138	619	78	130	273	140	622
2017	78	140	273	150	642	78	143	273	154	649	78	146	273	157	655	78	148	273	160	661	78	151	273	162	666
2018	78	158	273	170	681	78	163	273	176	691	78	167	273	180	700	78	172	273	185	709	78	175	273	189	716
2019	78	179	273	193	724	78	186	273	200	739	78	192	273	207	752	78	198	273	214	764	78	203	273	219	775
2020	78	203	273	218	774	78	212	273	229	793	78	221	273	238	812	78	229	273	247	828	78	236	273	255	844
2021	78	230	273	247	829	78	242	273	261	856	78	254	273	274	880	78	265	273	285	903	78	275	273	296	923
2022	78	260	273	280	892	78	277	273	298	927	78	292	273	314	959	78	306	273	330	988	78	319	273	344	1,015
2023	78	294	273	317	964	78	316	273	340	1,008	78	335	273	361	1,049	78	354	273	381	1,087	78	371	273	399	1,123
2024	78	333	273	359	1,045	78	360	273	388	1,100	78	385	273	415	1,152	78	409	273	440	1,201	78	431	273	464	1,247
2025	78	377	273	407	1,136	78	411	273	443	1,206	78	442	273	477	1,271	78	472	273	509	1,334	78	500	273	539	1,392
2026	78	427	273	460	1,240	78	469	273	505	1,327	78	508	273	547	1,408	78	546	273	588	1,486	78	581	273	626	1,560
2027	78	484	273	521	1,358	78	535	273	576	1,464	78	584	273	629	1,565	78	631	273	679	1,663	78	675	273	727	1,755
2028	78	548	273	590	1,491	78	611	273	658	1,621	78	671	273	722	1,745	78	729	273	785	1,866	78	784	273	845	1,982
2029	78	621	273	668	1,641	78	697	273	751	1,800	78	770	273	830	1,953	78	842	273	907	2,102	78	911	273	981	2,245
2030	78	703	2,732	757	4,271	78	795	2,732	856	4,463	78	885	2,732	953	4,650	78	973	2,732	1,048	4,833	78	1,058	2,732	1,140	5,010
2031	78	796	273	857	2,005	78	907	273	977	2,237	78	1,017	273	1,095	2,464	78	1,124	273	1,211	2,688	78	1,230	273	1,324	2,906
2032	78	901	273	970	2,224	78	1,035	273	1,115	2,503	78	1,168	273	1,258	2,778	78	1,299	273	1,399	3,051	78	1,428	273	1,538	3,319
2033	78	1,020	273	1,099	2,471	78	1,181	273	1,272	2,806	78	1,342	273	1,445	3,139	78	1,501	273	1,617	3,471	78	1,659	273	1,787	3,798
2034	78	1,159	273	1,248	2,759	78	1,352	273	1,456	3,160	78	1,545	273	1,664	3,561	78	1,738	273	1,872	3,962	78	1,931	273	2,080	4,363
합계	1,651	9,171	10,656	9,877	31,357	1,651	10,234	10,656	11,021	33,564	1,651	11,268	10,656	12,135	35,713	1,651	12,283	10,656	13,228	37,820	1,651	13,268	10,656	14,289	39,866
구성비	5.3%	29.2%	34.0%	31.5%	100%	4.9%	30.5%	31.7%	32.8%	100%	4.6%	31.6%	29.8%	34.0%	100%	4.4%	32.5%	28.2%	35.0%	100%	4.1%	33.3%	26.7%	35.8%	100%

※ A : 독자기술개발 편익, B : 에너지(항공유) 절감편익, C : 계기착륙시설 추가편익, D : 비행시간 단축편익
(구성 비율별 백만 단위 금액 절사에 따라 상기 편익집계수치와 다소 차이가 있음)

□ 본 사업 완료 후에 GBAS시스템이 전국 공항에 단계적으로 구축되어 전국적으로 운용되면 다음과 같은 예상편익 발생이 추정됨

표 3.10 시나리오별 누적편익현가(전국공항 확대 시)

(단위 : 백만원)

년도	시나리오1			시나리오2			시나리오3			시나리오4			시나리오5		
	편익	편익 현가	누적 현가	편익	편익 현가	누적 현가	편익	편익 현가	누적 현가	편익	편익 현가	누적 현가	편익	편익 현가	누적 현가
2009	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2010	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2011	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2012	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2013	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2014	3,011	2,198	2,198	3,011	2,198	2,198	3,011	2,198	2,198	3,011	2,198	2,198	3,011	2,198	2,198
2015	657	450	2,648	659	451	2,649	660	452	2,650	662	453	2,651	663	454	2,652
2016	766	493	3,141	770	495	3,144	773	497	3,147	776	499	3,150	779	501	3,153
2017	878	531	3,672	885	535	3,679	891	538	3,685	897	542	3,692	901	544	3,697
2018	995	565	4,237	1,006	570	4,249	1,015	576	4,261	1,023	580	4,272	1,031	585	4,282
2019	1,118	595	4,832	1,132	603	4,852	1,145	610	4,871	1,157	616	4,888	1,168	622	4,904
2020	1,245	623	5,455	1,265	633	5,485	1,284	642	5,513	1,300	650	5,538	1,315	658	5,562
2021	1,380	648	6,103	1,406	660	6,145	1,430	672	6,185	1,453	682	6,220	1,473	692	6,254
2022	1,522	671	6,774	1,556	686	6,831	1,588	700	6,885	1,617	713	6,933	1,644	725	6,979
2023	1,672	692	7,466	1,716	710	7,541	1,757	727	7,612	1,795	743	7,676	1,830	758	7,737
2024	1,831	712	8,178	1,887	733	8,274	1,939	754	8,366	1,988	773	8,449	2,033	790	8,527
2025	2,001	730	8,908	2,071	756	9,030	2,136	780	9,146	2,199	802	9,251	2,257	824	9,351
2026	2,184	748	9,656	2,270	778	9,808	2,352	806	9,952	2,430	833	10,084	2,503	858	10,209
2027	2,380	766	10,422	2,486	800	10,608	2,587	833	10,785	2,685	864	10,948	2,777	894	11,103
2028	2,592	783	11,205	2,722	822	11,430	2,846	860	11,645	2,967	896	11,844	3,083	931	12,034
2029	2,742	778	11,983	2,901	823	12,253	3,054	866	12,511	3,203	909	12,753	3,346	949	12,983
2030	5,372	1,431	13,414	5,564	1,482	13,735	5,751	1,532	14,043	5,934	1,581	14,334	6,111	1,628	14,611
2031	3,106	777	14,191	3,338	835	14,570	3,565	892	14,935	3,789	948	15,282	4,007	1,002	15,613
2032	3,325	781	14,972	3,604	846	15,416	3,879	911	15,846	4,152	975	16,257	4,420	1,038	16,651
2033	3,572	788	15,760	3,907	862	16,278	4,240	935	16,781	4,572	1,008	17,265	4,899	1,080	17,731
2034	3,860	799	16,559	4,261	882	17,160	4,662	965	17,746	5,063	1,048	18,313	5,464	1,131	18,862
합계	46,209	16,559	16,559	48,417	17,160	17,160	50,565	17,746	17,746	52,673	18,313	18,313	54,715	18,862	18,862

□ 상기 누적편익현가를 그림으로 표현하면 아래와 같음

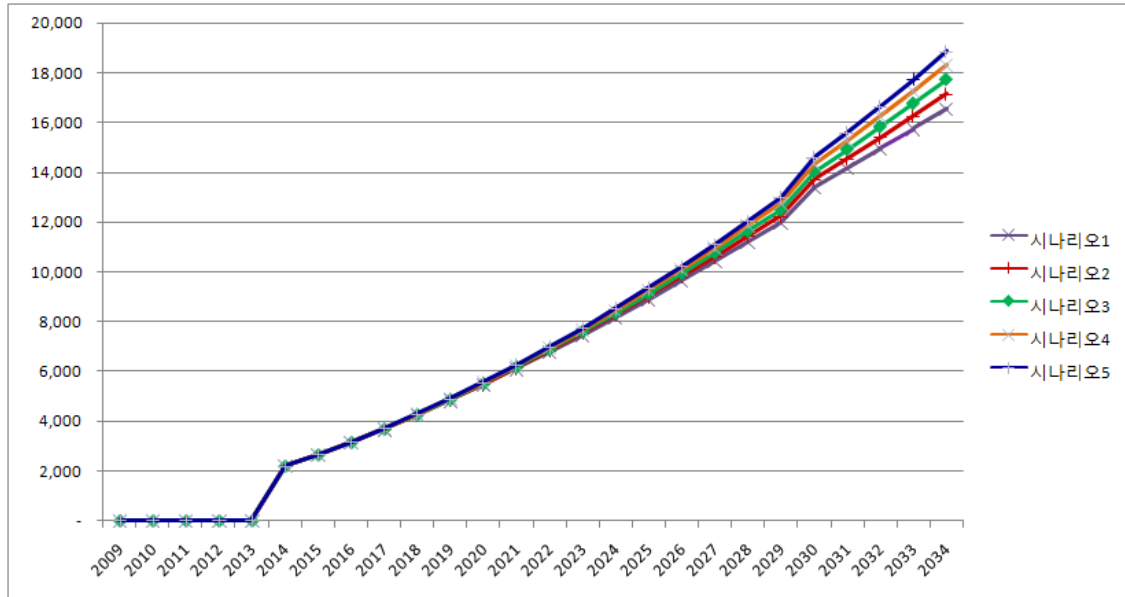


그림 3.5 누적편익현가(전국공항 확대 시)

년도	시나리오1					시나리오2					시나리오3					시나리오4					시나리오5				
	A	B	C	D	소계	A	B	C	D	소계	A	B	C	D	소계	A	B	C	D	소계	A	B	C	D	소계
2009	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2010	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2011	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2012	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2013	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2014	78	96	2,732	104	3,011	78	96	2,732	104	3,011	78	96	2,732	104	3,011	78	96	2,732	104	3,011	78	96	2,732	104	3,011
2015	157	109	273	117	656	157	110	273	118	659	157	110	273	119	660	157	111	273	120	662	157	112	273	120	663
2016	235	123	273	133	764	235	125	273	135	770	235	127	273	137	773	235	128	273	138	776	235	130	273	140	779
2017	314	140	273	150	877	314	143	273	154	885	314	146	273	157	891	314	148	273	160	897	314	151	273	162	901
2018	393	158	273	170	994	393	163	273	176	1,006	393	167	273	180	1,015	393	172	273	185	1,023	393	175	273	189	1,031
2019	471	179	273	193	1,116	471	186	273	200	1,132	471	192	273	207	1,145	471	198	273	214	1,157	471	203	273	219	1,168
2020	550	203	273	218	1,244	550	212	273	229	1,265	550	221	273	238	1,284	550	229	273	247	1,300	550	236	273	255	1,315
2021	629	230	273	247	1,379	629	242	273	261	1,406	629	254	273	274	1,430	629	265	273	285	1,453	629	275	273	296	1,473
2022	707	260	273	280	1,520	707	277	273	298	1,556	707	292	273	314	1,588	707	306	273	330	1,617	707	319	273	344	1,644
2023	786	294	273	317	1,670	786	316	273	340	1,716	786	335	273	361	1,757	786	354	273	381	1,795	786	371	273	399	1,830
2024	865	333	273	359	1,830	865	360	273	388	1,887	865	385	273	415	1,939	865	409	273	440	1,988	865	431	273	464	2,033
2025	943	377	273	407	2,000	943	411	273	443	2,071	943	442	273	477	2,136	943	472	273	509	2,199	943	500	273	539	2,257
2026	1,022	427	273	460	2,182	1,022	469	273	505	2,270	1,022	508	273	547	2,352	1,022	546	273	588	2,430	1,022	581	273	626	2,503
2027	1,100	484	273	521	2,378	1,100	535	273	576	2,486	1,100	584	273	629	2,587	1,100	631	273	679	2,685	1,100	675	273	727	2,777
2028	1,179	548	273	590	2,590	1,179	611	273	658	2,722	1,179	671	273	722	2,846	1,179	729	273	785	2,967	1,179	784	273	845	3,083
2029	1,179	621	273	668	2,741	1,179	697	273	751	2,901	1,179	770	273	830	3,054	1,179	842	273	907	3,203	1,179	911	273	981	3,346
2030	1,179	703	2,732	757	5,371	1,179	795	2,732	856	5,564	1,179	885	2,732	953	5,751	1,179	973	2,732	1,048	5,934	1,179	1,058	2,732	1,140	6,111
2031	1,179	796	273	857	3,105	1,179	907	273	977	3,338	1,179	1,017	273	1,095	3,565	1,179	1,124	273	1,211	3,789	1,179	1,230	273	1,324	4,007
2032	1,179	901	273	970	3,323	1,179	1,035	273	1,115	3,604	1,179	1,168	273	1,258	3,879	1,179	1,299	273	1,399	4,152	1,179	1,428	273	1,538	4,420
2033	1,179	1,020	273	1,099	3,571	1,179	1,181	273	1,272	3,907	1,179	1,342	273	1,445	4,240	1,179	1,501	273	1,617	4,572	1,179	1,659	273	1,787	4,899
2034	1,179	1,159	273	1,248	3,859	1,179	1,352	273	1,456	4,261	1,179	1,545	273	1,664	4,662	1,179	1,738	273	1,872	5,063	1,179	1,931	273	2,080	5,464
합계	16,514	9,171	10,656	9,877	46,218	16,514	10,234	10,656	11,021	48,427	16,514	11,268	10,656	12,135	50,575	16,514	12,283	10,656	13,228	52,683	16,514	13,268	10,656	14,289	54,729
구성비	35.7%	19.8%	23.1%	21.4%	100%	34.1%	21.1%	22.0%	22.8%	100%	32.7%	22.3%	21.1%	24.0%	100%	31.3%	23.3%	20.2%	25.1%	100%	30.2%	24.2%	19.5%	26.1%	100%

※ A : 독자기술개발 편익, B : 에너지(항공유) 절감편익, C : 계기착륙시설 추가편익, D : 비행시간 단축편익
(구성 비율별 백만 단위 금액 절사에 따라 상기 편익집계수치와 다소 차이가 있음)

4. 비용 산정

가. 비용 산정 개요

- 공항관련 사업 시행 시 사업 목적의 달성을 위하여 설정된 대안별로 비용이 발생함. 이들 비용에는 정부, 공공단체, 혹은 특정 그룹이 지출하거나 소비한 자본, 노동력, 천연자원 등의 필수적인 요소가 포함됨

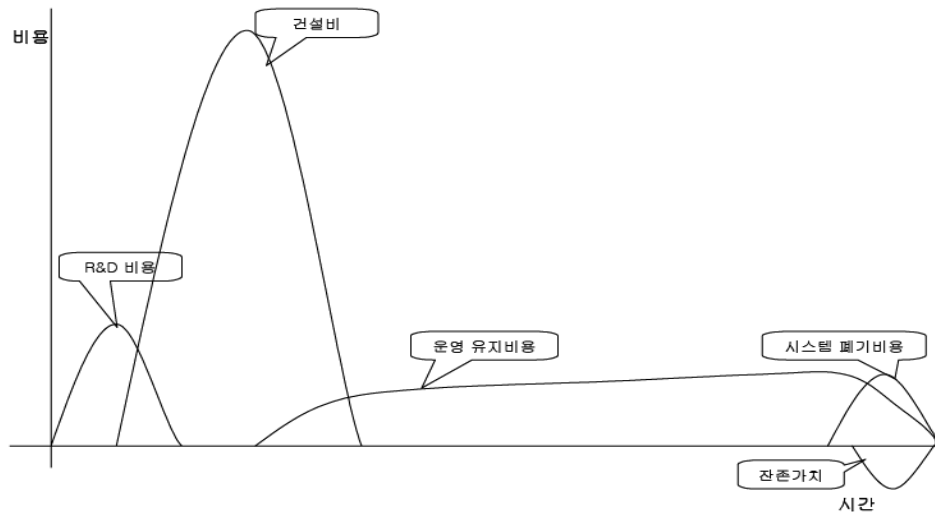


그림 3.7 공항 관련 사업의 생애주기 비용

- “공항부문사업의 예비타당성조사 표준지침 연구(개정판)”에서는 미국 FAA가 공항 타당성조사 방법론으로 제시한 생애주기비용모형 (Life Cycle Cost Model)을 이용하여 비용의 요소들을 제시하고 있으며, 국내 공항건설 사업의 자료를 바탕으로 비용 산정 지침을 제공함
- 생애주기 비용모형은 사업에 의한 투자비용을 체계적으로 정의할 수 있게 하며, 총비용 개념의 비용 비교를 가능하게 함
- 비용은 일반적으로 크게 연구개발비(Research and Development Cost), 투자비 (Investment Cost), 운영유지비(Operation and Maintenance Cost), 시스템 폐기 및 회수 비용(Termination Cost) 등으로 구분됨
- 비용은 아래와 같이 구분하여 추정함
 - 연구개발 비용
 - 시스템 구축비용
 - 운영 유지비용

○ 시스템 폐기비용 및 잔존가치는 무시

나. 연구개발 및 시스템 구축비용 추정

- 연구개발에 소요되는 비용은 대략 93.5억 원으로 설정함
- 연구개발비

표 3.11 연구개발비

항 목	소요예산 (억 원)	비고
GBAS CAT-I 인증기술 연구기획	0.5	
GBAS CAT-I 운용기술 연구개발 1차년 사업	15	
GBAS CAT-I 운용기술 연구개발 2차년 사업	30	
GBAS CAT-I 운용기술 연구개발 3차년 사업	28	
GBAS CAT-I 운용기술 연구개발 4차년 사업	20	
계	93.5	

○ 상기 연구개발비에는 시범공항에 GBAS를 구축하는 비용을 포함하였으며
구매/설치비는 약 20억 원으로 추정하였음

- GBAS 구축비(구매/설치비)

표 3.12 구축비

항 목	예산소요 (억 원)	비고
GBAS 지상 Station	15	1개 공항 기준
GBAS 공항설치비용	5	1개 공항 기준
계	20	

다. 운영 유지비용

- 운영유지비용은 정보시스템 구축 사업 사례 (국가환경종합정보시스템 구축사업)를 근거로, 매년 구축비의 10% 소요되는 것으로 가정함

라. 비용 산정 결과

- 이상 비용 산정 근거를 요약하여 정리하면 아래 표와 같으며, 이를 근거로 연간 소요될 비용을 추정함

표 3.13 비용 산정 근거 요약

구 분	지역보강시스템 및 운용기술 개발비
연구개발비 (1개 공항 GBAS 구축 포함)	93.5억 원
운영 유지비용	GBAS 구축비의 매년 10% 소요

- 연구개발기간은 2010년부터 2013년까지로 가정하였음
- 2014년, 2015년은 지역보강시스템을 실제 운영하는 실용화 단계임. 요구되는 시스템의 종류에 따라 실용화 비용은 변할 수 있으나, 기본비용이 변동되지 않는 것으로 가정
- 2016년 이후 소요 비용은 본격적인 시스템 구축비용 및 관련 운영 유지비용임. 시스템 구축비용은 위 표에 근거하여, 지역보강시스템 구축비용 20억 원의 10%가 소요된다고 가정하여 약 2억 원이 소요된다고 가정
- 2027년에는 GBAS 시스템 내구연한이 도래하여 새로운 시스템 1식으로 교체 설치된다는 가정 하에 비용을 산정
- 매년 발생하는 비용을 2009년 현재가로 표현한 비용현가 및 이를 누적한 누적비용현가를 정리하면 아래 표와 같음

표 3.14 누적비용현가

(단위 : 백만원)

년도	비용	비용현가	누적비용현가	비고
2009	50	50	50	기획과제
2010	1,500	1,408	1,458	본 사업 1차년
2011	3,000	2,645	4,103	시범공항 구축(2차년)
2012	2,800	2,318	6,421	본 사업 3차년
2013	2,000	1,555	7,976	본 사업 4차년
2014	200	146	8,122	GBAS 유지보수 비용
2015	200	137	8,259	
2016	200	129	8,388	
2017	200	121	8,509	

2018	200	113	8,622	
2019	200	107	8,729	
2020	200	100	8,829	
2021	200	94	8,923	
2022	200	88	9,011	
2023	200	83	9,094	
2024	200	78	9,172	
2025	200	73	9,245	
2026	200	69	9,314	
2027	2,000	644	9,958	GBAS 교체비용
2028	200	60	10,018	
2029	200	57	10,075	
2030	200	53	10,128	
2031	200	50	10,178	
2032	200	47	10,225	
2033	200	44	10,269	
2034	200	41	10,310	
합계	15,350	10,310	10,310	

□ 누적비용현가를 그림으로 표현하면 아래와 같음

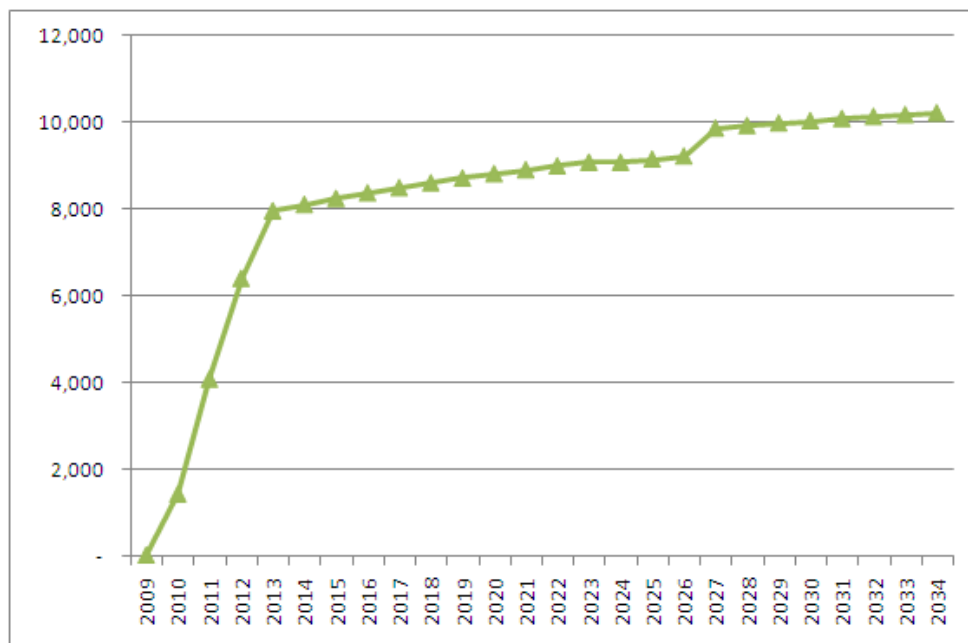


그림 3.8 누적비용현가

5. 편익-비용 분석

□ 편익 추정 결과 및 비용 추정 결과를 요약하면 아래와 같음

(단위 : 백만원, 2009년 기준)

○ 시나리오1

표 3.15 누적편익현가-누적비용현가

년도	편익현가		비용현가	누적편익현가		누적비용현가
	기본편익	전국확대시		기본편익	전국확대시	
2009	—	—	50	—	—	50
2010	—	—	1,408	—	—	1,458
2011	—	—	2,645	—	—	4,103
2012	—	—	2,318	—	—	6,421
2013	—	—	1,555	—	—	7,976
2014	2,198	2,198	146	2,198	2,198	8,122
2015	396	450	137	2,594	2,648	8,259
2016	391	493	129	2,985	3,141	8,388
2017	388	531	121	3,373	3,672	8,509
2018	386	565	113	3,759	4,237	8,622
2019	386	595	107	4,145	4,832	8,729
2020	387	623	100	4,532	5,455	8,829
2021	389	648	94	4,921	6,103	8,923
2022	393	671	88	5,314	6,774	9,011
2023	399	692	83	5,713	7,466	9,094
2024	406	712	78	6,119	8,178	9,172
2025	415	730	73	6,534	8,908	9,245
2026	425	748	69	6,959	9,656	9,314
2027	437	766	644	7,396	10,422	9,958
2028	450	783	60	7,846	11,205	10,018
2029	465	778	57	8,311	11,983	10,075
2030	1,138	1,431	53	9,449	13,414	10,128
2031	501	777	50	9,950	14,191	10,178
2032	522	781	47	10,472	14,972	10,225
2033	545	788	44	11,017	15,760	10,269
2034	571	799	41	11,588	16,559	10,310
합계	11,588	16,559	10,310	11,588	16,559	10,310

표 3.16 누적편익현가-누적비용현가(시나리오2)

년도	편익현가		비용현가	누적편익현가		누적비용현가
	기본편익	전국확대시		기본편익	전국확대시	
2009	—	—	50	—	—	50
2010	—	—	1,408	—	—	1,458
2011	—	—	2,645	—	—	4,103
2012	—	—	2,318	—	—	6,421
2013	—	—	1,555	—	—	7,976
2014	2,198	2,198	146	2,198	2,198	8,122
2015	397	451	137	2,595	2,649	8,259
2016	394	495	129	2,989	3,144	8,388
2017	392	535	121	3,381	3,679	8,509
2018	392	570	113	3,773	4,249	8,622
2019	393	603	107	4,166	4,852	8,729
2020	397	633	100	4,563	5,485	8,829
2021	402	660	94	4,965	6,145	8,923
2022	409	686	88	5,374	6,831	9,011
2023	417	710	83	5,791	7,541	9,094
2024	428	733	78	6,219	8,274	9,172
2025	440	756	73	6,659	9,030	9,245
2026	454	778	69	7,113	9,808	9,314
2027	471	800	644	7,584	10,608	9,958
2028	490	822	60	8,074	11,430	10,018
2029	510	823	57	8,584	12,253	10,075
2030	1,189	1,482	53	9,773	13,735	10,128
2031	559	835	50	10,332	14,570	10,178
2032	588	846	47	10,920	15,416	10,225
2033	619	862	44	11,539	16,278	10,269
2034	654	882	41	12,193	17,160	10,310
합계	12,193	17,160	10,310	12,193	17,160	10,310

표 3.17 누적편익현가-누적비용현가(시나리오3)

년도	편익현가		비용현가	누적편익현가		누적비용현가
	기본편익	전국확대시		기본편익	전국확대시	
2009	—	—	50	—	—	50
2010	—	—	1,408	—	—	1,458
2011	—	—	2,645	—	—	4,103
2012	—	—	2,318	—	—	6,421
2013	—	—	1,555	—	—	7,976
2014	2,198	2,198	146	2,198	2,198	8,122
2015	399	452	137	2,597	2,650	8,259
2016	396	497	129	2,993	3,147	8,388
2017	396	538	121	3,389	3,685	8,509
2018	397	576	113	3,786	4,261	8,622
2019	400	610	107	4,186	4,871	8,729
2020	406	642	100	4,592	5,513	8,829
2021	413	672	94	5,005	6,185	8,923
2022	422	700	88	5,427	6,885	9,011
2023	434	727	83	5,861	7,612	9,094
2024	448	754	78	6,309	8,366	9,172
2025	464	780	73	6,773	9,146	9,245
2026	482	806	69	7,255	9,952	9,314
2027	503	833	644	7,758	10,785	9,958
2028	527	860	60	8,285	11,645	10,018
2029	554	866	57	8,839	12,511	10,075
2030	1,239	1,532	53	10,078	14,043	10,128
2031	616	892	50	10,694	14,935	10,178
2032	652	911	47	11,346	15,846	10,225
2033	692	935	44	12,038	16,781	10,269
2034	737	965	41	12,775	17,746	10,310
합계	12,775	17,746	10,310	12,775	17,746	10,310

표 3.18 누적편익현가-누적비용현가(시나리오4)

년도	편익현가		비용현가	누적편익현가		누적비용현가
	기본편익	전국확대시		기본편익	전국확대시	
2009	—	—	50	—	—	50
2010	—	—	1,408	—	—	1,458
2011	—	—	2,645	—	—	4,103
2012	—	—	2,318	—	—	6,421
2013	—	—	1,555	—	—	7,976
2014	2,198	2,198	146	2,198	2,198	8,122
2015	399	453	137	2,597	2,651	8,259
2016	398	499	129	2,995	3,150	8,388
2017	399	542	121	3,394	3,692	8,509
2018	402	580	113	3,796	4,272	8,622
2019	407	616	107	4,203	4,888	8,729
2020	414	650	100	4,617	5,538	8,829
2021	424	682	94	5,041	6,220	8,923
2022	435	713	88	5,476	6,933	9,011
2023	450	743	83	5,926	7,676	9,094
2024	467	773	78	6,393	8,449	9,172
2025	487	802	73	6,880	9,251	9,245
2026	509	833	69	7,389	10,084	9,314
2027	535	864	644	7,924	10,948	9,958
2028	564	896	60	8,488	11,844	10,018
2029	596	909	57	9,084	12,753	10,075
2030	1,287	1,581	53	10,371	14,334	10,128
2031	672	948	50	11,043	15,282	10,178
2032	716	975	47	11,759	16,257	10,225
2033	765	1,008	44	12,524	17,265	10,269
2034	820	1,048	41	13,344	18,313	10,310
합계	13,344	18,313	10,310	13,344	18,313	10,310

표 3.19 누적편익현가-누적비용현가(시나리오5)

년도	편익현가		비용현가	누적편익현가		누적비용현가
	기본편익	전국확대시		기본편익	전국확대시	
2009	—	—	50	—	—	50
2010	—	—	1,408	—	—	1,458
2011	—	—	2,645	—	—	4,103
2012	—	—	2,318	—	—	6,421
2013	—	—	1,555	—	—	7,976
2014	2,198	2,198	146	2,198	2,198	8,122
2015	400	454	137	2,598	2,652	8,259
2016	400	501	129	2,998	3,153	8,388
2017	402	544	121	3,400	3,697	8,509
2018	406	585	113	3,806	4,282	8,622
2019	413	622	107	4,219	4,904	8,729
2020	422	658	100	4,641	5,562	8,829
2021	433	692	94	5,074	6,254	8,923
2022	447	725	88	5,521	6,979	9,011
2023	465	758	83	5,986	7,737	9,094
2024	485	790	78	6,471	8,527	9,172
2025	508	824	73	6,979	9,351	9,245
2026	534	858	69	7,513	10,209	9,314
2027	565	894	644	8,078	11,103	9,958
2028	599	931	60	8,677	12,034	10,018
2029	637	949	57	9,314	12,983	10,075
2030	1,335	1,628	53	10,649	14,611	10,128
2031	727	1,002	50	11,376	15,613	10,178
2032	779	1,038	47	12,155	16,651	10,225
2033	838	1,080	44	12,993	17,731	10,269
2034	903	1,131	41	13,896	18,862	10,310
합계	13,896	18,862	10,310	13,896	18,862	10,310

- 이상의 비용 산정, 편익 산정을 바탕으로 편익-비용분석을 수행하였으며, 그 결과는 다음과 같이 추정되었음

○ 독자운용기술을 시범공항에 한하여 적용 시

표 3.20 경제성 분석결과

(단위 : 백만원, 2009년 현재가치 기준)

구 분	시나리오1	시나리오2	시나리오3	시나리오4	시나리오5
순현재가치(NPV)	1,278	1,883	2,465	3,034	3,586
편익-비용비율	1.12	1.18	1.24	1.29	1.35
내부수익율(IRR)	7.8794%	8.4337%	8.9245%	9.3664%	9.7632%

○ 독자운용기술을 전국공항에 확대하여 적용 시

표 3.21 경제성 분석결과(전국공항 확대 시)

(단위 : 백만원, 2009년 현재가치 기준)

구 분	시나리오1	시나리오2	시나리오3	시나리오4	시나리오5
순현재가치(NPV)	6,249	6,850	7,436	8,003	8,552
편익-비용비율	1.61	1.66	1.72	1.78	1.83
내부수익율(IRR)	11.9388%	12.2734%	12.5778%	12.8603%	13.1181%

- 따라서 본 경제성 분석의 결과, 위성항법 기반 지역보강 시스템 구축 및 운용기술 개발 후 국내 항로 최적화 등을 수행할 경우 경제성이 있는 것으로 나타남

6. 민감도 분석

- 경제성 분석 과정에서 발생할 수 있는 편익과 비용 및 할인율의 변화 등에 대한 경제적 타당성의 변동 여부를 검토하기 위해 민감도 분석을 수행함
- 본 연구에서는 경제성 분석에 사용되는 사회적 할인율 값으로, 한국개발연구원에서 “예비타당성조사 수행을 위한 일반지침 수정·보완 연구(제4판)”을 통해 제시한 6.5%를 적용하였음. 이 사회적 할인율의 오차를 보완하기 위하여 1~10%의 구간에서 할인율을 변화시켜 보았음
- 민감도 분석 결과, 사회적 할인율이 1~10% 변화함에 따라 순현재가치(NPV)는 약 122억 원에서 -1.9억 원까지 변화하였으며, 편익-비용비율(B/C)은 2.34에서 0.84까지 변화하는 것으로 나타남 (아래 표, 그림 참조)

- 분석 대상 할인율 중아래 표에 음영으로 표시된 부분(사회적 할인율 8% 또는 10%)을 제외하고 경제성이 있는 것으로 분석됨

표 3.22 민감도 분석결과

구 분	사회적 할인율	시나리오 1	시나리오 2	시나리오 3	시나리오 4	시나리오 5	비고
순 현재가치	1.00%	12,228	14,017	15,758	17,467	19,122	
	3.00%	6,746	7,936	9,093	10,224	11,320	
	5.00%	3,152	3,954	4,733	5,496	6,229	
	6.50%	1,278	1,883	2,465	3,034	3,586	
	8.00%	-105	355	797	1,226	1,640	
	10.00%	-1,402	-1,082	-776	-476	-190	
편익-비용 비율	1.00%	1.86	1.98	2.11	2.23	2.34	
	3.00%	1.54	1.64	1.73	1.82	1.91	
	5.00%	1.28	1.36	1.43	1.49	1.56	
	6.50%	1.12	1.18	1.24	1.29	1.35	
	8.00%	0.99	1.04	1.08	1.13	1.17	
	10.00%	0.84	0.88	0.91	0.95	0.98	

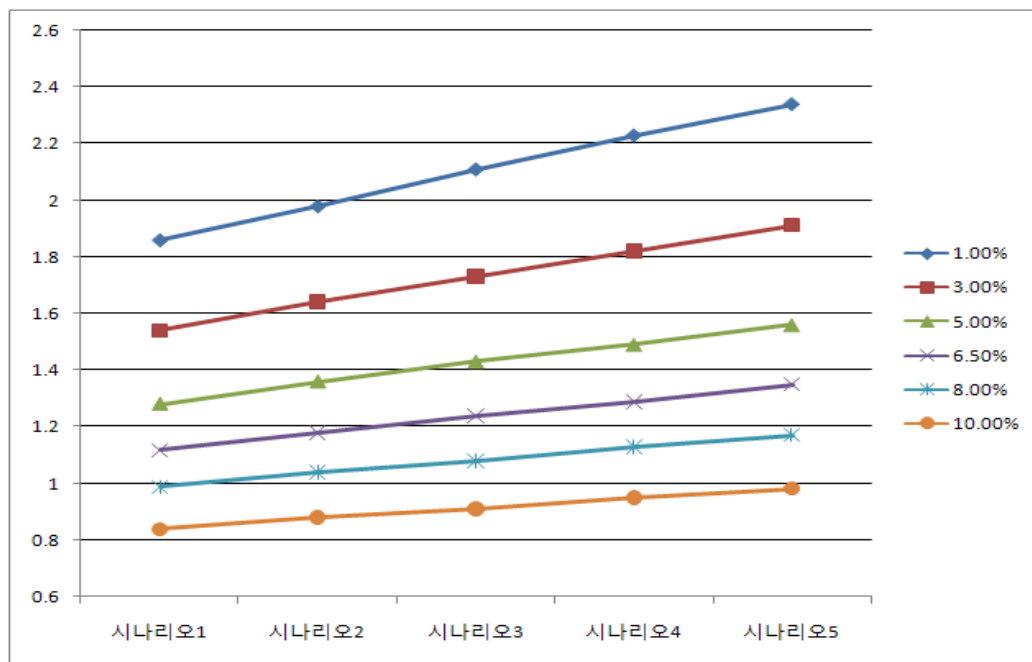


그림 3.9 사회적 할인율에 따른 민감도 분석 결과(편익-비용비율)

- 독자운용기술의 전국공항 확대 적용 시 편익을 고려할 경우, 민감도 분석결과는 다음과 같음

표 3.23 민감도 분석결과(전국공항 확대 시)

구 분	사회적 할인율	시나리오 1	시나리오 2	시나리오 3	시나리오 4	시나리오 5	비고
순 현재가치	1.00%	24,647	26,440	28,180	29,889	31,544	
	3.00%	15,527	16,719	17,873	19,007	20,100	
	5.00%	9,458	10,262	11,039	11,800	12,537	
	6.50%	6,249	6,850	7,436	8,003	8,552	
	8.00%	3,846	4,302	4,741	5,174	5,586	
	10.00%	1,541	1,859	2,168	2,463	2,752	
편익-비용 비율	1.00%	2.73	2.86	2.98	3.1	3.21	
	3.00%	2.25	2.34	2.43	2.52	2.61	
	5.00%	1.85	1.92	1.99	2.06	2.13	
	6.50%	1.61	1.66	1.72	1.78	1.83	
	8.00%	1.4	1.45	1.49	1.54	1.58	
	10.00%	1.17	1.21	1.24	1.28	1.31	

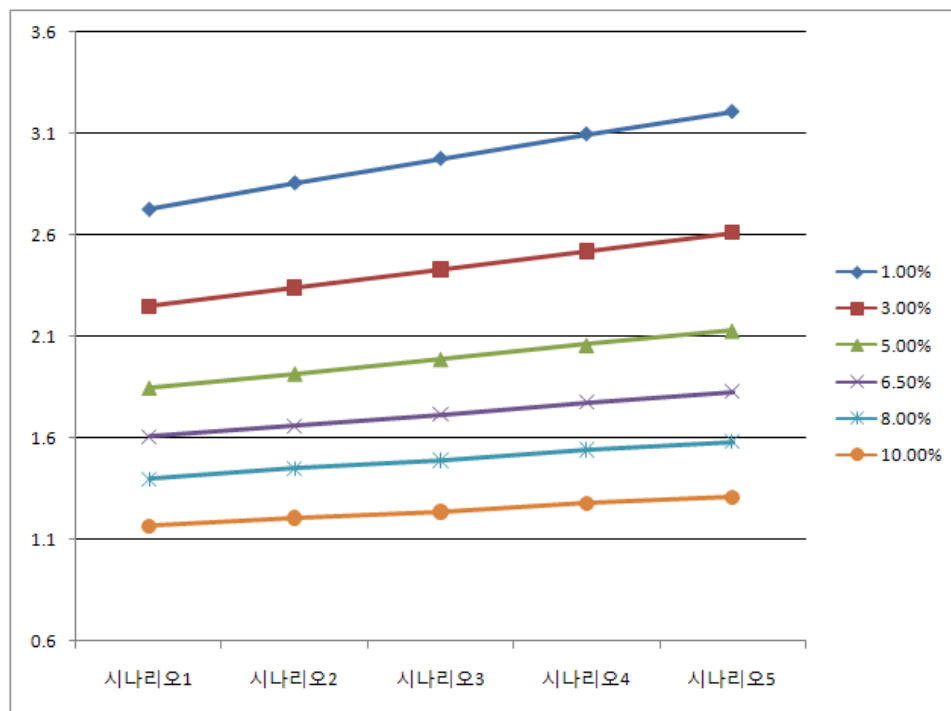


그림 3.10 전국 확대 적용 시 민감도 분석 결과(편익-비용비율)

7. 기타 경제적 편익

가. 개 요

- “항공선진화사업-위성항법 지역보강 시스템 운용기술 개발”로 발생이 예상되는 기대효과 중 적정 편익규모 산정에 있어 사회적으로 보편적인 기준이 마련되어 있지 않은 편익에 대해서는 대략적으로 예상되는 편익 예상치를 기술함으로써 미래에 발생 가능한 추가적 편익을 제시하고자 함
- 본 보고서에 기술하는 기타 경제적 편익은 항로 최적화에 따른 이산화탄소 절감효과이며, 경제적 편익으로 산정 가능한 부분은 이산화탄소 예상절감 양을 배출권 구입금액으로 환산했을 때 발생하는 비용임
- 이외에도 GBAS 시스템 운영으로 인해 공항별 슬롯(SLOT) 확장으로 항공편 증가 편익 등을 기대할 수 있지만, 가용 슬롯 증가에 따라 항공편의 증편이 반드시 비례한다고 볼 수 없으며 증편 가능여부는 환경요인(경제성장률, 신종플루 등) 및 개별 항공사 기업전략에 민감한 특성이 있어 추가적인 경제적 편익으로 산정하지 않음

나. 편익산정의 기초자료 및 전제조건

- 이산화탄소 절감효과는 앞서 기술한 항공유 절감효과와 마찬가지로 호주 GBAS 적용 시 비용절감 사례와 동등 수준의 효과를 발생함을 가정
- 시나리오별 이산화탄소 절감효과는 앞서 기술한 기본 가정을 동일하게 적용
- 이산화탄소배출권 거래가격의 기준은 다음의 자료를 참고하였음
 - 유럽기후거래소(EUROPEAN CLIMATE EXCHANGE)의 일일 CER(Certificated Emissions Reduction) 선물계약 Spot 거래기준가 (원/유로 기준 환율 : 1 유로당 1,670원)

ICE ECX CER DAILY FUTURES CONTRACTS		
	Settlement Price	Total Volume
Spot	11.15	0
ICE ECX CER FUTURES CONTRACTS		
	Settlement Price	Total Volume
Dec10	11.04	0
Dec11	11.96	0
Dec12	11.57	0
		0

그림 3.11 유럽 CER 선물가격(09.12.31 홈페이지 자료)

- 지식경제부공고 제 2009-218호('09. 5. 26) “온실가스배출 감축실적 정부구매 및 거래기준”의 기준 시작일 표준가격

□ 시나리오별 이산화탄소 예상절감효과는 다음과 같음

표 3.24 이산화탄소 예상절감효과

(단위: tCO₂)

년도	시나리오1	시나리오2	시나리오3	시나리오4	시나리오5	비고
2009	-	-	-	-	-	
2010	-	-	-	-	-	
2011	-	-	-	-	-	
2012	-	-	-	-	-	
2013	-	-	-	-	-	
2014	532	532	532	532	532	
2015	602	607	611	615	618	
2016	682	692	702	710	718	
2017	772	790	806	821	833	
2018	874	901	926	948	968	
2019	990	1,028	1,063	1,096	1,124	
2020	1,120	1,173	1,221	1,266	1,306	
2021	1,268	1,338	1,403	1,463	1,517	
2022	1,436	1,527	1,611	1,690	1,762	
2023	1,625	1,742	1,851	1,952	2,046	
2024	1,840	1,988	2,126	2,256	2,377	
2025	2,083	2,268	2,442	2,607	2,761	
2026	2,359	2,588	2,805	3,012	3,207	
2027	2,671	2,953	3,221	3,480	3,725	
2028	3,024	3,369	3,700	4,021	4,327	
2029	3,424	3,844	4,250	4,645	5,026	
2030	3,877	4,386	4,882	5,368	5,838	
2031	4,389	5,005	5,607	6,202	6,781	
2032	4,970	5,711	6,441	7,166	7,877	
2033	5,627	6,516	7,399	8,280	9,149	
2034	6,389	7,454	8,519	9,584	10,649	
합계	50,554	56,412	62,118	67,714	73,141	

다. 예상 추가편익

□ 유럽기후거래소 기준가격으로 환산한 예상편익은 다음과 같음

표 3.25 이산화탄소 예상절감효과(유럽거래기준 - 백만원 미만 절사)

(단위: 백만원)

년도	시나리오1			시나리오2			시나리오3			시나리오4			시나리오5		
	연간 편익	현가	누적 현가	연간 편익	현가	누적 현가	연간 편익	현가	누적 현가	연간 편익	현가	누적 현가	연간 편익	현가	누적 현가
2009	-			-			-			-			-		
2010	-			-			-			-			-		
2011	-			-			-			-			-		
2012	-			-			-			-			-		
2013	-			-			-			-			-		
2014	9	6	6	9	6	6	9	6	6	9	6	6	9	6	6
2015	11	7	13	11	7	13	11	7	13	11	7	13	11	7	13
2016	12	7	20	12	7	20	13	8	21	13	8	21	13	8	21
2017	14	8	28	14	8	28	15	9	30	15	9	30	15	9	30
2018	16	9	37	16	9	37	17	9	39	17	9	39	18	10	40
2019	18	9	46	19	10	47	19	10	49	20	10	49	20	10	50
2020	20	10	56	21	10	57	22	11	60	23	11	60	24	12	62
2021	23	10	66	24	11	68	26	12	72	27	12	72	28	13	75
2022	26	11	77	28	12	80	29	12	84	31	13	85	32	14	89
2023	30	12	89	32	13	93	34	14	98	36	14	99	38	15	104
2024	34	13	102	37	14	107	39	15	113	42	16	115	44	17	121
2025	38	13	115	42	15	122	45	16	129	48	17	132	51	18	139
2026	43	14	129	48	16	138	52	17	146	56	19	151	59	20	159
2027	49	15	144	54	17	155	59	18	164	64	20	171	69	22	181
2028	56	16	160	62	18	173	68	20	184	74	22	193	80	24	205
2029	63	17	177	71	20	193	79	22	206	86	24	217	93	26	231
2030	72	19	196	81	21	214	90	23	229	99	26	243	108	28	259
2031	81	20	216	93	23	237	104	26	255	115	28	271	126	31	290
2032	92	21	237	106	24	261	119	27	282	133	31	302	146	34	324
2033	104	22	259	121	26	287	137	30	312	154	33	335	170	37	361
2034	118	24	283	138	28	315	158	32	344	178	36	371	198	41	402
합계	929	283	283	1,039	315	315	1,145	344	344	1,251	371	371	1,352	402	402

- “정부구매 및 거래기준”의 기준 시작일 표준가격으로 환산한 예상편익은 다음과 같음

표 3.26 이산화탄소 예상절감효과(정부공고기준 - 백만원 미만 절사)

(단위: 백만원)

년도	시나리오1			시나리오2			시나리오3			시나리오4			시나리오5		
	연간 편익	현가	누적 현가	연간 편익	현가	누적 현가	연간 편익	현가	누적 현가	연간 편익	현가	누적 현가	연간 편익	현가	누적 현가
2009	-			-			-			-			-		
2010	-			-			-			-			-		
2011	-			-			-			-			-		
2012	-			-			-			-			-		
2013	-			-			-			-			-		
2014	2	1	1	2	1	1	2	1	1	2	1	1	2	1	1
2015	3	2	3	3	2	3	3	2	3	3	2	3	3	2	3
2016	3	1	4	3	1	4	3	1	4	3	1	4	3	1	4
2017	3	1	5	3	1	5	4	2	6	4	2	6	4	2	6
2018	4	2	7	4	2	7	4	2	8	4	2	8	4	2	8
2019	4	2	9	5	2	9	5	2	10	5	2	10	5	2	10
2020	5	2	11	5	2	11	6	3	13	6	3	13	6	3	13
2021	6	2	13	6	2	13	7	3	16	7	3	16	7	3	16
2022	7	3	16	7	3	16	8	3	19	8	3	19	8	3	19
2023	8	3	19	8	3	19	9	3	22	9	3	22	10	4	23
2024	9	3	22	9	3	22	10	3	25	11	4	26	11	4	27
2025	10	3	25	11	4	26	12	4	29	13	4	30	13	4	31
2026	11	3	28	12	4	30	14	4	33	15	5	35	16	5	36
2027	13	4	32	14	4	34	16	5	38	17	5	40	18	5	41
2028	15	4	36	16	4	38	18	5	43	20	6	46	21	6	47
2029	17	4	40	19	5	43	21	5	48	23	6	52	25	7	54
2030	19	5	45	21	5	48	24	6	54	26	6	58	29	7	61
2031	21	5	50	25	6	54	28	7	61	31	7	65	33	8	69
2032	24	5	55	28	6	60	32	7	68	35	8	73	39	9	78
2033	28	6	61	32	7	67	36	7	75	41	9	82	45	9	87
2034	31	6	67	37	7	74	42	8	83	47	9	91	53	10	97
합계	243	67	67	270	74	74	304	83	83	330	91	91	355	97	97

제 3 절 공익성 분석

1. 국가 전략적 중요성

가. 세계최고 수준의 항공안전체계

- 현재 국제민간항공기구(ICAO, International Civil Aviation Organization) 등 세계국제기구에서는 향후 계기착륙시설을 대체 가능한 위성항법 기반 지역보강 시스템 등 차세대 항행 신기술에 대한 표준 권고안(ICAO Annex 10, Volume I, section 3.7.3.5) 등을 마련하고 기술 고도화 표준마련 등을 추진하고 있음
- 대한항공 등 세계 유수의 항공사의 새로운 항공기 도입기종(Airbus A380)에는 위성항법 기반 이착륙시스템 장치를 탑재하고 있으며 세계적으로 주요 항공 선진국에서는 위성항법 기반 지역보강 시스템의 도입과 실용화 연구를 활발하게 추진하고 있음
- 향후에는 위성항법 기반의 차세대 항행시스템이 전 세계적으로 정착될 전망이며 이에 따라 항공기의 안전한 이착륙과 항공기의 원활한 교통 흐름 관리 및 항공 교통의 질서 유지 등을 위해 위성항법 기반 지역보강시스템 등 차세대 항행기술의 안전과 신뢰성을 검증하는 것이 국가의 매우 중요한 역할로 대두될 것임
- 현재 공항의 계기착륙시설 등 항행안전시설은 국토해양부 산하 비행점검소에서 연간 2회 이상의 비행점검 등을 통해 안전과 신뢰성을 검증하고 있는 등 최상의 안전체계를 유지하고 있으며, 위성항법 기반 지역보강시스템이 우리나라에 도입될 경우 현재 수준 이상의 항행안전을 확보하고 시스템의 안전과 신뢰성을 검증하기 위해서는 동 시스템에 대한 운용기술의 확보가 필수적임
- 위성항법 기반 지역보강시스템 운용기술 확보로 우리나라에 차세대 항행안전 인프라 구축을 촉진할 수 있으며 해외에 의존할 경우 발생하는 기술적, 경제적, 안보적인 측면의 문제를 해소할 수 있음
- 또한 위성항법 기반 지역보강시스템의 장점인 공항의 지형적 안전문제 해소 능력 향상, 최적의 항로 설정 등을 통해 우리나라의 항공안전 수준을 제고하는 등 세계최고 수준의 항공안전체계를 구현하는데 기여할 것임

나. 차세대 항행기술 선도

- 최근 세계항공운송의 흐름은 항공자유화, 규제완화라는 국제적 추세에 따라 항공교통의 역할과 비중이 더욱 중요해지고 있으며, 2008년 6월말 현재 우리나라는 세계 87개국과 항공협정을 체결하였으며, 이중 43개국 140개 도시에 정기노선 항공기가 운항하고 있으며, 2007. 12월말 현재 국제선에는 국적항공사가 37개국 121개 도시 184개 노선 주 1,300회를 운항하고 있는 등 세계적인 항공교통 중심지로 부상하고 있음
- 또한 전 세계적으로 항공 노선유치를 위해 각국이 경쟁하고 있으며 특히 아시아 태평양 지역에서는 경제적인 성장과 더불어 항공교통의 급격한 성장세를 보이고 있으며 자국의 항공운송 편의성을 극대화하기 위한 다양한 정책을 마련하고 공항 건설 등을 활발하게 추진하고 있는 등 항공교통의 주도권을 쟁취하기 위해 노력을 지속하고 있음
- 최근 미국 연방항공청(FAA), 유럽(EUROCONTROL) 등에서는 차세대 항행기술 개발을 위해 다양한 연구개발 활동을 지원하고 있으며, 기술개발에 따른 특허권 확보 등을 통해 세계적으로 독점적 지위를 취득하거나 유지하기 위한 노력이 활발하게 진행되고 있으나, 우리나라의 기술 기반은 매우 취약한 실정임
- 향후 세계적으로 차세대 항행안전기술 기반의 항공관제로 전환이 예상됨에 따라 신기종 항공기에 차세대 항행장치를 채택하는 항공사가 증가하고 있으며 호주에서는 600명 이상의 자국 조종사에게 차세대 항행기술에 대한 교육을 실시하는 등 항공 선진국에서는 항공교통의 환경변화에 대비하고 있음
- 급속도로 변화하는 항행기술을 체득하지 못할 경우 새로운 항공기 이착륙 방식과 환경의 부적응에 따른 안전도 저하가 예상되어 이에 따른 항공 노선 확대 성장의 둔화 또는 감소 등 경제적, 사회문화적 파장이 이어질 수 있으므로 기술 개발을 통해 항공관제 환경변화에 대한 대비가 절실함
- 위성항법 기반 지역보강 시스템 운용기술 개발을 성공적으로 완료한다면 항공 선진국으로부터의 기술 종속을 탈피하여 주요 핵심기술에 대한 국산화 계기를 마련하고 나아가 차세대 항행기술 개발에 선도적인 지위를 확보함으로써 명실상부한 항공강국으로 거듭나는 도약의 발판을 마련하게 될 것임

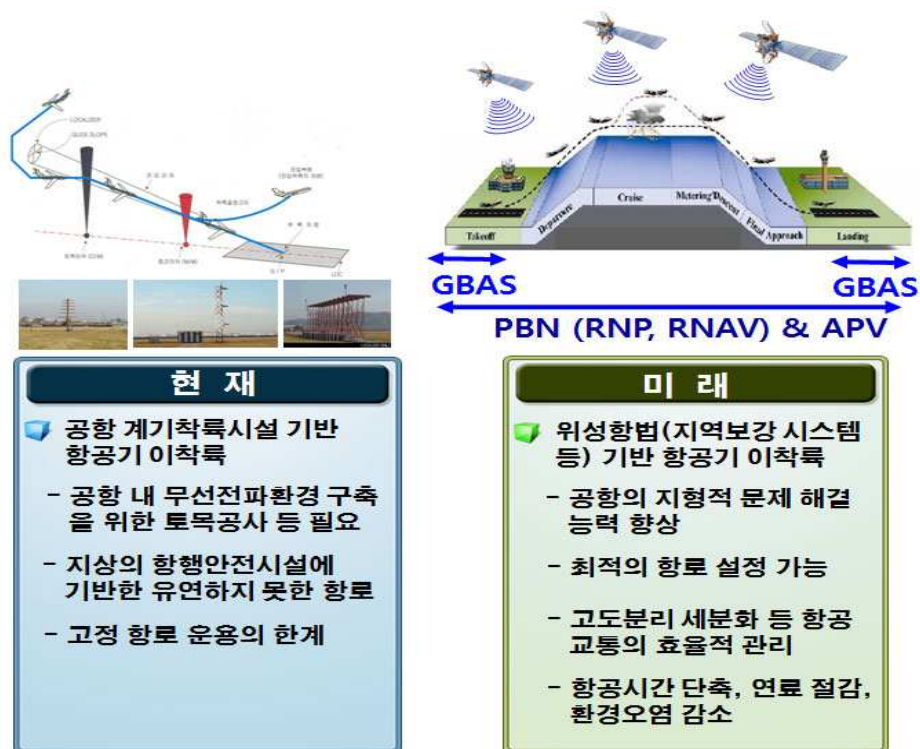


그림 3.12 현재 기술과 미래 기술 비교

다. 타 시스템과의 연계성 및 파급효과

- 위성항법 기반 지역보강 시스템 운용기술은 차세대 항공교통관리(Air Traffic Management)를 구현하기 위한 기본적인 기술이며, 최적의 항로를 설정하고 항공교통관제의 효율을 향상시키는 기능을 제공함으로써 새로운 항공관제시스템을 구현하는 핵심 요소기술임
- Free Flight의 실현을 목표로 개발되고 있는 차세대 항행장비의 개발에 있어 위성항법 기반 지역보강 시스템 운용기술은 전체기술 개발을 위해 선행 개발되어야 하는 기술로 인증을 거친 시스템 운용으로 차세대 항행기술을 개발할 수 있는 기반을 마련할 수 있음
- 위성항법 기반 지역보강 시스템 운용기술로 비행거리 감소, 연료절감, 항로의 효율적 사용의 제고와 레이더 유도감소 등과 같은 관제방법의 변화를 통한 관제 및 교통량 처리능력 등의 잠재적 증가 가능성을 기대할 수도 있으며, 항공기 비행로의 정확성과 안전성 확대를 통한 비행로의 신뢰도 증가를 기대할 수 있음

- 위성항법 기반의 기술은 기존의 항법이나 측량목적 이외에 통신의 시각동기, 긴급구조, 미아추적, 노인복지, 레저 등으로 응용분야가 확대되고 있어, 차세대 핵심 산업의 하나로 성장이 예상되는 분야로 기술개발에 따른 파급효과가 상당할 것으로 예상됨



그림 3.13 위성항법 기반 지역 보강시스템 인증기술 개발 배경

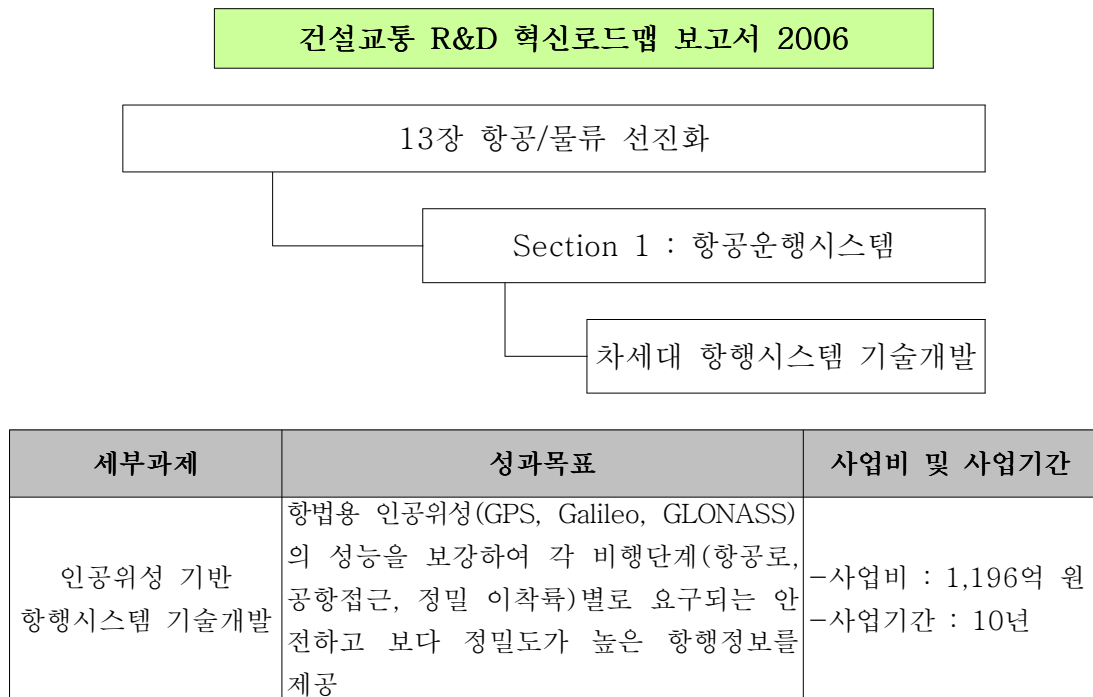
라. 국가적 위상

- 우리나라는 ICAO에서 실시한 항공안전종합평가(USOAP) 결과 항공안전 국제기준 이행율이 세계 최고(98.89%) 수준으로 항공안전 분야에서는 세계를 선도하고 있음
- ICAO가 발표한 실적에 따르면, 190개 ICAO 가입국 중 우리나라는 2006년 현재 국제선 여객운송부문에서 세계 9위, 국제선 화물운송부문에서 세계 5위를 차지하고 있는 항공강국으로 부상하였으며, ICAO에 7번째로 많은 재정기여를 하고 있는 ICAO 상임이사국임
- 항공강국으로서 국제적 위상에도 불구하고, 항공 관련분야의 기술 부족으로 항공기술의 국제표준 제정 등에 주도적인 역할을 하지 못하고 있음
- 차세대 항행기술인 인공위성 기반 항행시스템 개발로 국제 항공기술을 선도하는 위치로 도약하는 계기를 마련하여 항행기술 분야에 우리나라의 위상을 제고하는데 기여할 수 있음

2. 상위계획과의 부합성

- 국토해양부 한국건설교통기술평가원에서 2006년 발간한 건설교통 R&D 혁신 로드맵 보고서와 비교하여 과제의 적정성 여부를 검토함

표 3.27 건설교통 R&D혁신로드맵 보고서 2006



- 위성항법 지역보강 시스템 운용기술은 차세대 항행시스템 기술 중 인공위성 기반 항행시스템 기술 중 하나로 차세대 항행기술의 실제 운용을 위한 핵심 기술임
- 위성항법 지역보강 시스템은 항공교통관제, 항공교통흐름관리 측면에서 보면 항공기가 목적지 공항으로 안전하게 이착륙하기 위한 접근관제, 공항관제, 항공기 이착륙에 활용되는 기술로 ICAO를 비롯한 세계국제기구에서 차세대 항행기술로 지정하여 기술 확산을 추진하는 분야임
- 위성항법 지역보강 시스템 운용기술은 인공위성 기반 차세대 항행기술을 도입하여 설치·운용하기 위한 기술로 국가차원에서 위성항법 지역보강 시스템을 통한 항공기 이착륙 가능 여부를 확인하고 검증하는 역할을 수행할 수 있도록 함

- 위성항법 지역보강 시스템 운용기술 개발로 차세대 항행안전장비에 대해 우리나라 실정에 부합하고 보다 안전한 항행안전 기준을 적용할 수 있는 기반을 조성할 수 있으며, 위성항법 지역보강 시스템 기술 개발을 위한 핵심 요소를 국산화할 수 있는 계기를 마련할 수 있음
- 또한 운용기술 개발로 최적 항로를 설정할 수 있는 도구를 제공함으로써 항공기 연료 절감, 비행시간 단축, 관제 효율 향상 등 차세대 항행기술의 개발 목표에 부합하는 성과를 달성할 수 있으며, 차세대 항행기술 기간 관제 시뮬레이션 등 다양한 부가기능 개발의 파급효과를 창출할 수 있음
- 결론적으로 위성항법 지역보강 시스템 운용기술은 인공위성 기반 항행시스템 기술 개발을 위한 필수적인 기술로 건설교통 R&D 혁신로드맵의 차세대 항행시스템 기술개발 추진계획에 부합하는 연구임

제 4 장 연구 개발 목표 및 내용

제 1 절 기획 연구 목적 및 방법

1. 기획연구 목적 및 내용

■ 본 과제 연구개발 목표

- GBAS CAT-I 인증체계 및 시험시스템 기술 개발
- GBAS CAT-I 시범공항 구현 및 시설 인증기술 개발
- GBAS CAT-I 시험평가 및 시범운영

기획과제는 상기 본 과제 목표의 원활한 수행을 위한 사전연구로 다음과 같은 목적과 내용을 기반으로 연구되었다.

- 항공교통량의 증가로 기존의 통신·항법·감시 및 관제시스템을 그대로 사용할 경우, 항공교통량을 감당하기 어려울 것으로 많은 전문 기관이 예측
 - 국제민간항공기구 (ICAO; International Civil Aviation Organization) 항행회의에서 기존의 항행시설을 디지털 데이터 통신기술과 위성항행시스템 기반의 새로운 항행시스템 (CNS/ATM : Communication Navigation Surveillance / Air Traffic Management)으로 전환하는 계획을 수립
- 우리나라의 경우 최근 국제선 교통량은 꾸준히 증가하고 있으며, 항공 교통량의 증가세는 지속될 것으로 전망
 - 2000 ~ 2005년 기준으로 국제선 교통 증가율은 연평균 11%에 달함
 - 우리나라 대부분의 지방공항은 군사적인 이유로 매우 제한된 공역만을 사용
 - 우리나라 국토의 70%가 산악 지형이므로 계기착륙시설 (ILS)과 지상고정 전파항행시설을 설치하고 운영하기에 용이하지 않으므로 항공교통량의 지속적인 증가에 대비하여 제한된 공역에서 공항의 수용 능력을 증가시킬 수 있는 신기술에 대한 연구가 필요
- 국제민간항공기구의 계획에 부합하는 지상기반 위성항법 보강시스템(GBAS : Ground based augmentation system)을 새로운 항행시스템으로 도입하여 우리나라 공항 수용 능력을 증가 필요
 - 항공용 위성항법 보강시스템은 정밀하고 다양한 접근 경로를 제공

- ILS보다 설치비용이 저렴하지만 동급의 정밀접근 기능을 제공
- 차세대 항행시스템으로 위성항법 보강시스템을 적용할 경우 공항의 수용 능력은 증가할 것으로 예상
- 동북아의 경제중심을 목표로 하고 있는 우리나라 항공여객운송과 항공화물운송의 성장에 기여
- 차세대 항행시스템 시장에서 선점이 가능한 기술을 조기에 확보하고 향후 기술표준 활동을 주도하여 국가 기술력과 위상을 제고하는 기회
 - 국내 기술을 활용하여 한국형 위성항법 보강시스템을 구축하는 것은 선진국 장비를 직도입할 경우 발생하는 막대한 유지보수 비용을 절감
 - 새로운 항행시스템을 위한 신기술 표준이 정립되고 이에 따른 시스템 전환이 이루어지는 초기단계이므로 국제민간항공기구의 표준화 활동에 참여 가능
- 국내 개발 또는 해외 도입 GBAS CAT-I 시스템의 성능과 안전성을 검증하기 위한 「위성항법 지역보강시스템(GBAS CAT-I) 인증기술」 연구개발 로드맵 수립
- 위성항법 지역보강시스템(GBAS CAT-I)의 인증기준 수립과 관련 운용기술의 개발을 위한 상세 추진전략 수립 및 세부 과제 도출
- 항행안전시설의 인증을 위한 공통적인 요건 조사
 - 품질보증, 내환경, 소프트웨어 인증, 비행점검, 운용지원 등
- GBAS CAT-I 인증 기준 및 절차 개발 방안 수립
 - 장비성능 적합성 검증(System Approval), 시설인증(Facility Approval), 운영인증(Operation Approval)
 - 인증기준 수립 및 인증실무지침서 개발 방안 수립
- GBAS CAT-I 장비 성능적합성 검증을 위한 성능시험 및 검증 기술 개발 방안 수립
 - GBAS 성능(Accuracy, Integrity, Continuity, Availability) 시험 및 검증 기법 개발
 - GBAS 성능시험 및 검증 시스템 확보 방안 수립
- GBAS CAT-I 시설인증 및 운영인증을 위한 시험 방법 개발 방안 수립
 - 시험절차서 개발 방안 수립

2. 기획연구 범위 및 방법

- 국내외 기술동향 검토

- 국내외 정책 현황 및 전망, 국내 인프라 및 관련기관, 현재 및 과제 종료 시 예상 기술수준
- 해외 인증제도 및 인증사례 조사 분석
- 연구 방향/목표 선정 및 기존 연구의 연계 활용 방안
- 기존 연구개발의 활용성 검토 및 이를 바탕으로 한 연구개발 범위 정의 및 개발 일정 수립
- 기술적 타당성 검토
 - 장비/시설/운영 시험 기준, 인증실무지침서에 포함되어야 할 내용 정립, 기타 인증기술 개발에 필요한 요구사항 검토
 - 국내 관련 기관의 현 기술 수준 및 기술 보완 사항 분석
 - 기타 기술적 타당성 측면에서 검토되어야 할 내용
- 경제적 타당성 검토
 - 인증시스템 및 관련 장비 확보, 운용 등에 따른 경제적 타당성 분석
- 본 연구목표 달성을 위한 추진전략 및 추진체계
 - 컨소시엄 형태 등 추진체계 제시
 - 구체적인 활용화 전략과 운영방안 제시
- 과제 공모를 위한 RFP 도출
 - 설정된 연구목표와 내용, 추진전략을 바탕으로 본 과제를 공모하기 위한 RFP 작성
 - 연구내용에 따라 세부과제별 연구일정 및 기간 제시
 - 내용 및 일정에 따른 연차별 소요 예산

제 2 절 연구개발 내용

1. 연구개발 내용 요약

- GBAS CAT-I 인증체계 및 시험시스템 기술 개발
 - A-1 GBAS CAT-I 인증기준 개발
 - A-2 GBAS CAT-I 비행시험시스템 및 인증 체계 개발
 - A-3 GBAS CAT-I 시험평가 기술 개발
- GBAS CAT-I 시범공항 구현 및 시설 인증기술 개발

- B-1 GBAS CAT-I 시설 운영 기준 및 절차 개발
- B-2 GBAS CAT-I 시설 유지보수 절차 개발
- B-3 GBAS CAT-I 시범공항 선정 및 시설 구축
- GBAS CAT-I 시험평가 및 시험운영
 - C-1 GBAS CAT-I 기반 운항절차 수립 및 시뮬레이션
 - C-2 지상 및 비행시험

2. GBAS CAT-I 인증체계 및 시험 시스템 기술 개발

가. A-1 GBAS CAT-I 인증기준 개발

- A-1-1 ICAO/FAA/RTCA 국제기준 분석
 - 국제 기술표준과 규격 연구
 - FAA-E-AJW44-2937A
 - FAA Order 6700.20A
 - AOC Part 171, 172, 173
 - ICAO Annex 10 to the Convention on International Civil Aviation, Volume I Radio Navigation Aids.
 - ICAO Doc 8168: Procedures for Air Navigation Services - Aircraft
 - Operations - Construction of Visual and Instrument Flight Procedures Volume II
 - ICAO Doc 4444: Procedures for Air Navigation Services - Air Traffic Management
 - ICAO Doc 8071: Manual on Testing of Radio Navigation Aids. Volume II
 - ICAO Doc 9750: Global Air Navigation Plan.
 - ICAO Doc 9613: Performance-Based Navigation (PBN) Manual
- A-1-2 GBAS 인증기준(System, Facility, Operation Approval) 개발
 - 주로 인증대상이 운송자(Owner/ANSP/Airport) 혹은 운영자/항공사(Operator/Airline)인 Facility, Operation Approval 분야의 인증기준을

다음과 같은 주요항목을 반영하여 개발

- Ground station installed properly, safely
- Signal-in-space, coverage volume verified
- Maintenance technicians trained, certified
- Control tower personnel trained
- Aircraft equipped
- Pilot crews trained
- Approach plates/procedures developed
- 지상시스템의 일반적인 오차 성능 특성을 분석
- 개별 무결성 위협 요소 감시 정보를 통합하는 총괄 감시(executive monitor) 개념개발
- 요소 성능지표 (정확성, 무결성, 연속성, 가용성) 및 종합 성능지표에 대한 인증기준 개발

나. A-2 GBAS CAT-I 비행시험시스템 및 인증 체계 개발

□ A-2-1 GBAS CAT-I 탑재시스템 개발

- GPS/VDB 안테나, MMR, 데이터 처리 장비 인터페이스 설계 및 통합
- 탑재시스템 구성장비 개별 성능시험 및 시스템 통합 성능시험
- 탑재시스템 운용 및 평가 SW(데이터 처리 및 GUI 등) 개발

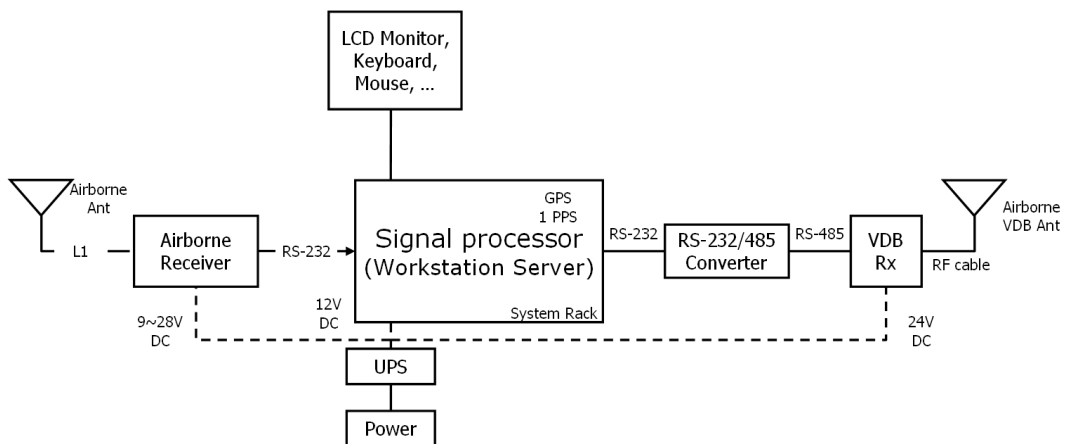


그림 4.1 GBAS 탑재시스템의 H/W 구성도



그림 4.2 GBAS 탑재시스템(예)
(출처: Airservices Australia)

- A-2-2 데이터 측정 및 지상 모니터링 시스템 개발
 - GBAS 지상 원격 모니터링 시스템 개발
 - 지상 이동 GBAS 시험시스템 개발
 - 시스템 구성장비 개별 성능시험 및 시스템 통합 성능시험
 - GBAS 성능분석을 위한 데이터 측정처리 및 평가 장비 개발

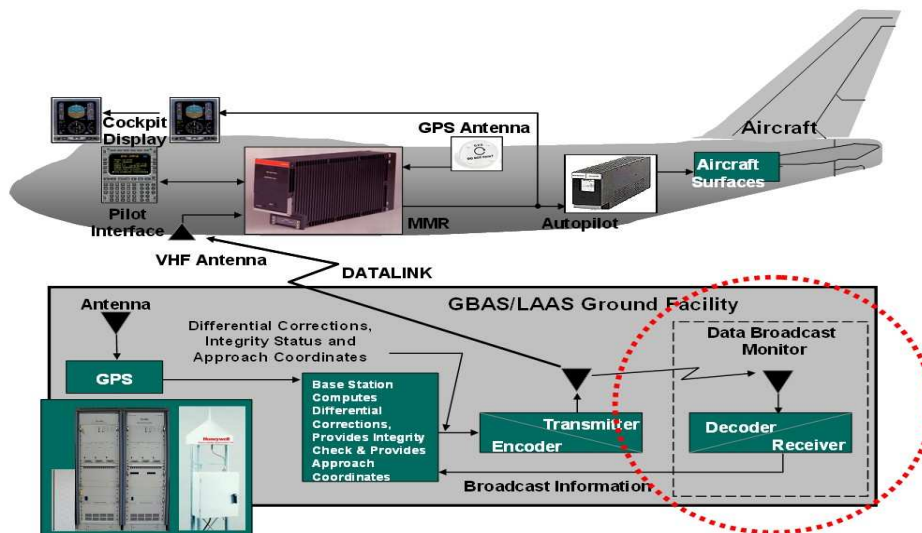


그림 4.3 GBAS 지상 원격 모니터링 시스템
(출처: Airservices Australia)

- A-2-3 GBAS CAT-I 인증 체계 개발
 - 시스템 엔지니어링 관리계획 수립
 - 개발 시스템 요구사항 도출 및 할당
 - 기술자료(HW/SW), 연구 성과, 품질 및 위험 관리
 - 개발단계 및 통합단계 시험평가

다. A-3 GBAS CAT-I 시험평가 기술 개발

- A-3-1 장비성능 적합성 검증(System Design Approval) 기술 개발 및 평가
 - 시스템 안전도 평가 (System Safety Assessment)를 위한 안전도 평가 절차 개발기술, 기능적 위험요소 평가기술 개발
 - GBAS 장비의 소프트웨어 디자인 검증기술 개발
 - GBAS 장비의 하드웨어 디자인 검증기술 개발
 - GBAS 시스템 레벨 평가기술 개발
 - GBAS CAT-I 시스템의 정상작동을 검증할 수 있는 기술 개발
 - 장비의 정상운영 검증기술 개발
 - 장비 시험결과 평가

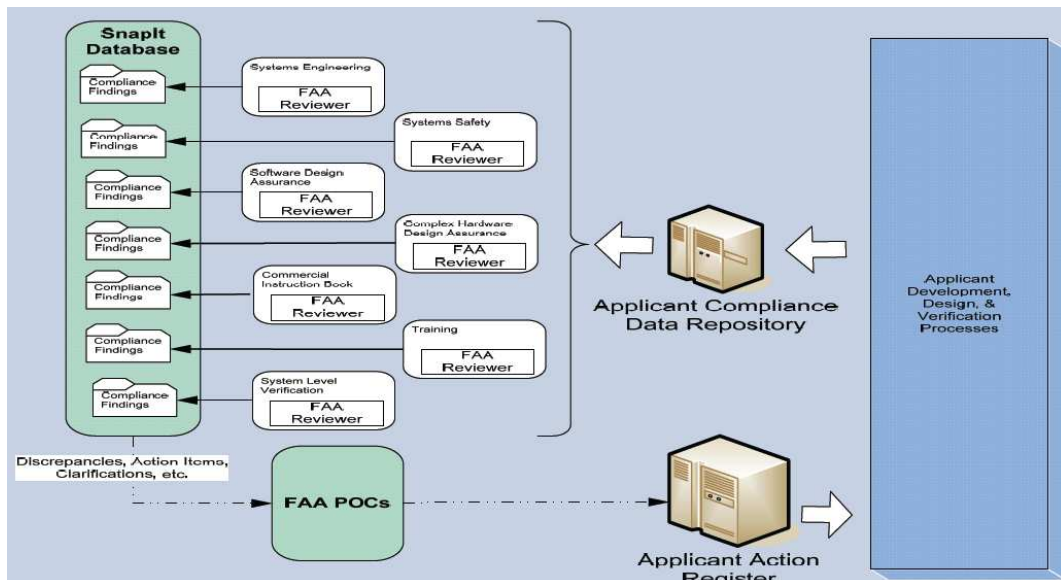


그림 4.4 System Design Approval 구성 (출처 : FAA)

- A-3-2 시설인증(Facility Approval) 기술 개발 총괄 및 평가
 - 공항의 현재 운영 상태, 공항의 미래 구조 변경 등을 고려하여 GBAS CAT-I 요구사항에 적합하도록 GBAS 지상 장비를 설치할 수 있는 설계기술 개발
 - GBAS 지상 시설의 신뢰성, 가용성 등을 분석할 수 있는 기술을 개발
 - GBAS 지상 시설의 정상작동을 검증할 수 있는 기술을 개발하며, 지상 시설 안전관리 기술을 개발
 - GBAS 시설의 운영 및 유지보수의 요구사항과 시설의 운영 성능을 분석할 수 있는 데이터의 요구사항 도출
 - GBAS 시설의 운영 및 유지보수 기술을 개발하며, 유지보수를 위한 운영자 교육 프로그램을 개발
 - GBAS 시설의 정상작동을 확인하기 위한 비행시험 절차 설계기술 개발
 - 시설 시험결과 평가
- A-3-3 운용인증(Operational Approval) 기술 개발 총괄 및 평가
 - GBAS 탑재장비의 운용 기준 및 운용자 교육 프로그램 개발
 - GBAS 장비의 운용기준 및 운용자 교육 프로그램 개발
 - GBAS 장비의 운영 성능을 분석할 수 있는 데이터의 요구사항 도출
 - GBAS 장비의 운용 시험의 평가 수립
 - 운용 시험결과 평가

표 4.1 데이터 후처리 분석을 통한 성능평가 분석 시스템 개발

Criteria	Requirement	Reference	Data Analysis Example
Accuracy (95%)	Horizontal position error (95%): 16m	ICAO Annex 10 Vol I. Table 3.7.2.4-1	- Measure MMR output position (MMR field monitor or simulated MMR) & compare with predicted position - Plot: NSE v.s. frequency (%)
	Vertical position error (95%): 4m	ICAO Annex 10 Vol I. Table 3.7.2.4-1	
Integrity	0.5x10 ⁻⁷ per approach (fault-free or 1 RR failure)	FAA LAAS non-Fed spec	- Plot position error, protection level and alert limit (horizontal and vertical) - Measure % of time when position error > alert limit
	1.5x10 ⁻⁷ per approach (all other failures)	FAA LAAS non-Fed spec	
	HAL: 40m	ICAO Annex 10 Vol I. Table 3.7.2.4-1	
	VAL: 10m	ICAO Annex 10 Vol I. Table 3.7.2.4-1	
	Time to alert: 6s	ICAO Annex 10 Vol I. Table 3.7.2.4-1	
Continuity	1x10 ⁻⁶ in any 15s (VDB interruption)	FAA LAAS non-Fed spec	- Measure % of time when VDB transmission is interrupted - VDB signal strength plot - Reference receiver B-value analysis - GNSS constellation analysis
	2.3x10 ⁻⁶ in any 15s (reference receiver and ground integrity monitor continuity)	FAA LAAS non-Fed spec	
Availability	0.99 to 0.99999 (comparable to ILS)	ICAO Annex 10 Vol I. Table 3.7.2.4-1	Measure % of time when GBAS ground facility is available, given accuracy, integrity and continuity requirements are met
Coverage	23NM	FAA LAAS non-Fed spec	Flight inspection to measure the minimum signal strength limit

3. GBAS CAT-I 시범공항 구현 및 시설 인증기술 개발

가. B-1 GBAS CAT-I 시설 운영 기준 및 절차 개발

□ B-1-1 GBAS CAT-I 장비 설치/운영/관리 기준 개발

- 구축 장비 설치/운영/관리에 대한 국제 기술 표준 연구
 - ILS등 기존 항행안전시설의 설치/운영/관리에 대한 ICAO/ FAA/ EUROCONTROL 의 기술 표준 연구
 - 구축 장비의 설치/운영/관리에 대한 ICAO/ FAA/ EUROCONTROL 의 기술 표준 연구
- 구축 장비 설치에 대한 요구도 분석 및 기준 개발
 - 구축 장비 설치에 대한 요구도 분석
 - 구축 장비 설치에 대한 국제 표준 기준 분석
 - 구축 장비 설치에 대한 국내 적용 가능한 기준 개발
- 구축 장비 운영에 대한 요구도 분석 및 기준 개발
 - 구축 장비 운영에 대한 요구도 분석
 - 구축 장비 운영에 대한 국제 표준 기준 분석
 - 구축 장비 운영에 대한 국내 적용 가능한 기준 개발
- 구축 장비 관리에 대한 요구도 분석 및 기준 개발
 - 구축 장비 관리에 대한 요구도 분석
 - 구축 장비 관리에 대한 국제 표준 기준 분석
 - 구축 장비 관리에 대한 국내 적용 가능한 기준 개발

□ B-1-2 사이트 적합성 시험 및 비행점검 방법 개발

- 전파 환경 분석 및 정밀 위치측정을 통한 사이트 적합성 시험
 - 전파 환경 분석 Tool 및 Terrain data를 이용하여 구축장비 설치 후 보공항에 대한 전파환경분석 실시
 - 전파환경분석 결과를 통하여 사이트 적합성 시험
 - 연구 환경에 대한 최적지 발굴을 위하여 3개 공항이상 사이트 적합성 시험 실시
- 기존 항행안전시설 비행점검 절차 연구
 - ILS등 기존 항행안전시설에 대한 초기 비행점검 절차 연구

- ILS등 기존 항행안전시설에 대한 정기 비행점검 절차 연구
- ILS등 기존 항행안전시설에 대한 특별 비행점검 절차 연구
- 구축장비에 대한 비행점검 기준 수립 및 비행점검 방법 수립
 - 구축 장비에 대한 비행점검 기술 기준 수립
 - 구축 장비에 대한 초기/ 정기/ 특별 비행점검 방법 수립
- 초기비행검사, 정기비행검사, 특별비행검사 등의 기준 및 주기 수립
 - 초기/ 정기/ 특별 비행검사 시에 점검해야할 항목에 대한 기준 수립
 - 비행검사 시에 점검 확인이 필요한 파라미터들을 지상에서 확인 할 수 있는 장비별 Test point 확인 및 실제 파라미터들에 대한 계측기 상의 실측 기준 연구
 - 초기/ 정기/ 특별 비행검사의 점검 시기 및 주기에 대한 기준 수립
- B-1-3 GBAS CAT-I Broadcast 주파수 인가 및 채널 배정
 - GBAS CAT-I 장비에 대한 무선국 인가 절차 수립 및 무선국 인가

나. B-2 GBAS CAT-I 시설 유지보수 절차 개발

- B-2-1 GBAS CAT-I 장비 점검 및 유지보수 절차 개발
 - 주파수 왜곡, 변조도 등 각종 내, 외부 신호검출을 통한 점검방법 수립
 - 기존 항행안전시설에 대한 점검 및 장비 유지 보수절차 연구
 - ILS등 기존 항행안전시설에 대한 점검 항목들의 연구를 통하여 공통된 Format 도출
 - ILS등 기존 항행안전시설에 대한 유지보수절차 연구를 통하여 공통된 Format 도출
 - 구축장비에 대한 점검 및 장비 유지보수절차 수립
 - 구축장비에 대한 점검 항목 및 절차 연구
 - 구축장비에 대한 유지보수관련 항목 및 절차 연구
 - 구축장비에 대한 점검 및 유지보수절차를 수행하기 위한 각각의 Test Point 확인 및 실제 계측기 상에서 검측되는 파라미터 값에 대한 연구
 - 기존 항행안전시설 점검 및 유지보수절차 Format에 따라 구축장비 점검 및 장비 유지보수절차 수립

- 기존 항행안전시설에 대한 관련 종사자의 교육/훈련에 관한 절차 연구
 - ILS등 기존 항행안전시설에 대한 관련 종사자 교육/훈련에 관한 절차 연구를 통하여 공통 절차 도출
- 수립된 기준 및 평가를 바탕으로 구축장비에 대한 관련 종사자의 교육/훈련에 관한 절차 수립
 - 구축장비에 대한 관련 종사자 교육/ 훈련 항목 연구
 - 종사자 교육/ 훈련 중 구축장비의 점검 및 유지보수를 위한 계측기 사용 절차 및 각 Test point에서의 측정 절차 및 측정된 파라미터의 판별절차 수립
 - 구축장비에 대한 관련 종사자 교육/ 훈련 항목과 공통 절차를 준용하여 교육/ 훈련 절차 수립
- B-2-2 GBAS CAT-I 시스템 감시 및 장애복구
 - 기존 항행안전시설에 대한 감시 절차 연구
 - ILS등 기존 항행안전시설에 대한 감시 절차 연구를 통하여 공통 Format 도출
 - 수립된 기준 및 평가를 바탕으로 구축장비에 대한 감시 절차 수립
 - 구축장비에 대한 감시 항목 연구
 - 기존 항행안전시설에 대한 감시 절차 공통 Format을 준용하여 구축장비에 대한 감시 절차 수립
 - 기존 항행안전시설에 대한 장애발생시 복구 및 대처방안 연구
 - ILS등 기존 항행안전시설에 대한 장애발생시 복구 및 대처 방안 연구를 통하여 공통 Format 도출
 - 구축장비에 대한 장애발생시 복구 및 대처방안에 관련된 지침 수립
 - 구축장비에 대한 장애발생 가능 항목 연구
 - 구축장비에 대한 장애 복구 및 대처 방안 연구
 - 기존 항행안전시설에 대한 장애발생시 복구 및 대처 방안 공통 Format을 준용하여 구축장비에 대한 장애 발생 시 복구 및 대처 방안에 관련된 지침 수립

다. B-3 GBAS CAT-I 시범공항 선정 및 시설 구축

□ B-3-1 시범공항 선정을 위한 안전성/기술성 분석

○ GBAS CAT-I 장비 구축이 용이한 시범공항 선정을 위한 각 공항 입지 여건 조사 및 연구

- 전파환경분석 결과를 통하여 3개 이상의 후보공항들에 대한 입지 여건 조사

- 항공기 기종 및 혼잡도 조사를 통한 연구 여건 조사

- 공항 내 장비 설치 공간 확보 여건 조사

- 공항 내 공간 확보에 따른 임대료 조사

- 공항 내 장비 설치 인프라(통신망, 전력망) 조사

- 조사된 입지 여건을 취합하여 최적 후보지 결정

○ GBAS CAT-I 장비 구축시 기존 항행안전시설과의 영향에 대한 기술적 관련 사항 조사 및 연구

- 전파환경분석을 통하여 구축장비 설치 시 기존 항행안전시설에 대한 영향 분석

- 구축 장비와 기존 항행안전시설의 상호 영향 최소화를 위한 설치 기준 연구

- 구축 장비 설치 공사 시 기존 항행안전시설에 대한 영향 최소화 방안 연구

○ GBAS CAT-I 도입을 준비하는데 필요한 지침서 개발을 위한 안정성/기술적 요인 분석

- 구축 장비 도입 시 고려하여야 할 안정성 및 기술적 요인 분석

○ GBAS CAT-I 도입 지침서 개발

□ B-3-2 GBAS 장비 선정 및 설치

○ 시범공항 영역에 대한 조사 분석 및 기준국 안테나와 VDB 안테나 등의 설치 위치 선정

- 공항 운영기관으로부터 설치 허가 획득

- 국제 규격에 맞는 GBAS CAT-I 장비 선정

- GBAS CAT-I 장비 설치

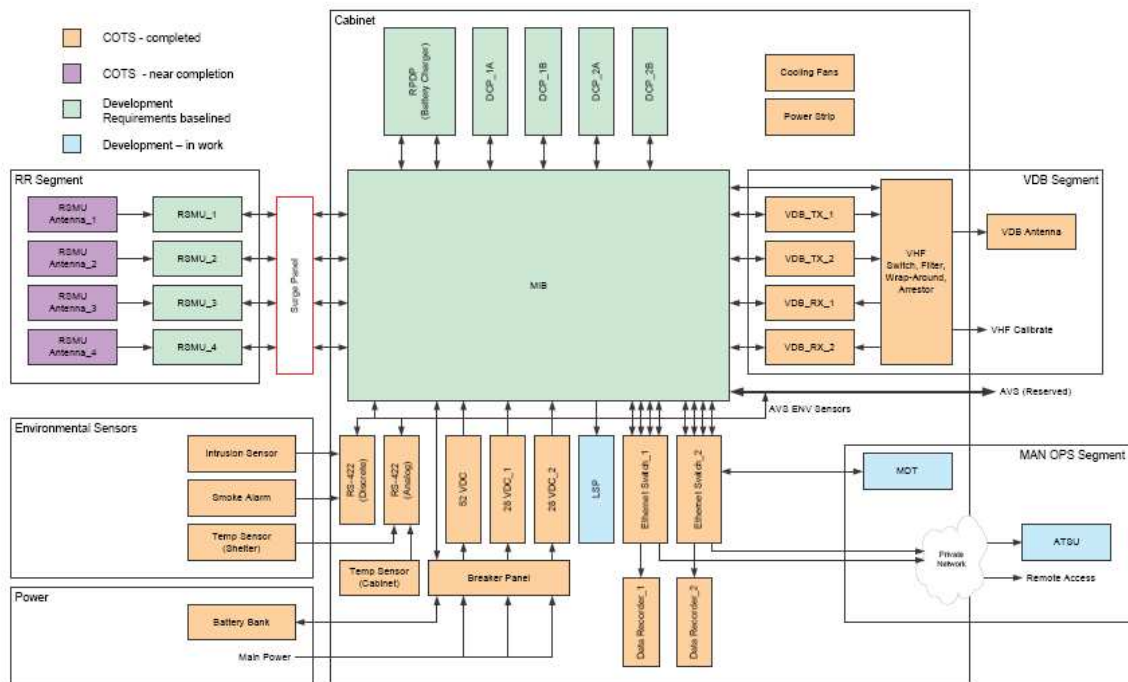


그림 4.5 GBAS 시스템 구성도

4. GBAS CAT-I 시험평가 및 시범운영

가. C-1 GBAS CAT-I 기반 운항절차 수립 및 시뮬레이션

□ C-1-1 RNAV/GLS 운항절차 연구

- 운항절차라 함은 계기비행 방식에 의한 항공기의 출발·도착·접근을 위하여 항행안전시설, 항공기탑재장비 및 인공위성 등을 이용하여 수립한 비행절차를 말함
- GBAS는 정밀접근을 제공하는 GNSS 보정시스템의 한 종류로, 기준은 ILS기준에 바탕을 두고 있으며, 현재 CAT-I 정밀접근의 정확도 정도를 지원할 수 있는 시스템임
- 표준화된 항행절차를 시범공항에 적용한 후 시범공항 특성이 반영된 GBAS 운항절차 수립 연구
- GBAS 운항절차 수립시 요구되는 표준조건은 다음과 같음
 - 항공기의 최대 규격(dimension)

항공기 범주	wingspan (m)	wheel의 비행경로와 GBAS 안테나 간의 수직거리 (m)
H	30	3
A, B	60	6
C, D	65	7
DL	80	8

- 실패접근상승률 : 2.5%
- GBAS 코스(course) 폭 : 활주로말단에서 210m
- 활공각(glide path angle) :
 - 최소 및 최적 : 3.0°
 - 최대 : 3.5°
- GBAS RDH(Reference datum height) : 15m(50ft)
- 모든 장애물 높이는 활주로말단 표고를 기준으로 함
- 오프셋(offset) Δ 길이 : 0

- GBAS 정밀접근절차를 수립하기 위해서는 장애물과의 충돌회피를 위한 OAS 내 장애물평가가 이루어져야 하는데 대표적으로 CRM(Collision Risk Model)에 의한 평가를 들 수 있음. ICAO에서 요구하는 장애물과의 충돌 위험은 1×10^{-7} 이하이며 이 기준에 따라 정밀접근절차의 장애물 회피고도(OCA/H)가 결정되게 됨
- GBAS CAT-I 기반 GLS 운항절차는 첫 접근구간, 중간접근구간, 최종 접근구간 및 실패접근구간으로 구성됨

□ C-1-2 GBAS CAT-I 운항절차 시뮬레이션 및 평가

- 수립된 GBAS 운항절차를 비행시험 전에 시뮬레이터를 통하여 사전 평가 함으로서 절차를 수정 보완
- 이를 통한 시범공항에 적용된 운항절차를 확인하고 이에 따른 비행 시험 수행의 기준으로 선정

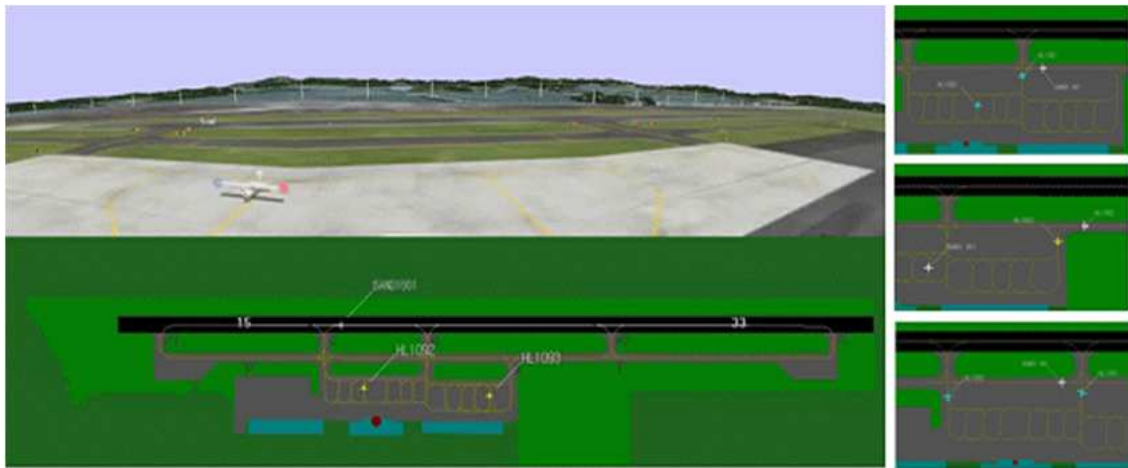


그림 4.6 운항절차 Simulation 구성 예

나. C-2 지상 및 비행시험

□ C-2-1 정확도/무결성/연속성/가용성 시험

- GBAS 또한 GPS 정보를 이용하기 때문에 GPS 정보의 상시적 이용 가능성에 대한 시험이 수행되어야 하며, 또한 CAT-I급을 만족하는 지의 국제표준규약에 준하는 신뢰성(무결성, 연속성, 가용성) 점검 시험을 수행하여야 하며, 그에 따른 기술 구현/평가 기술 확보
- 국제표준규약에 준하는 시험 결과 도출 및 신뢰성 모니터링/데이터 확보
- 국제표준규약에 준하는 개발된 신뢰성 평가 시스템에 따른 지상시험을 통한 확인 및 최종적으로 비행시험을 통한 평가 수행

Typical operation	Accuracy horizontal 95%	Accuracy vertical 95%	Integrity	Time-to-alert	Continuity	Availability
En-route	3.7 km (2.0 NM)	N/A	$1-1 * 10^{-7}/h$	5min	$1-1 * 10^{-4}/h$ to $1-1 * 10^{-8}/h$	0.99 to 0.99999
En-route Terminal	0.74 km (0.4 NM)	N/A	$1-1 * 10^{-7}/h$	15s	$1-1 * 10^{-4}/h$ to $1-1 * 10^{-8}/h$	0.99 to 0.99999
Initial approach, Intermediate approach, Non-precision approach (NPA) Departure	220 m (720 ft)	N/A	$1-1 * 10^{-7}/h$	10s	$1-1 * 10^{-4}/h$ to $1-1 * 10^{-8}/h$	0.99 to 0.99999
Approach operations with vertical guidance (APV- I)	16.0 m (52 ft)	20 m (66 ft)	$1-2 * 10^{-7}$ per approach	10s	$1-8 * 10^{-6}$ In any 15s	0.99 to 0.99999
Approach operations with vertical guidance (APV- II)	16.0 m (52 ft)	8.0 m (26 ft)	$1-2 * 10^{-7}$ per approach	6s	$1-8 * 10^{-6}$ In any 15s	0.99 to 0.99999
Category I precision approach	16.0 m (52 ft)	6.0 m to 4.0 m (20ft ~ 13ft)	$1-2 * 10^{-7}$ per approach	6s	$1-8 * 10^{-6}$ In any 15s	0.99 to 0.99999

- 지상 장비 구성요소의 오류 발생률은 15초당 10^{-9} 회 보다 작으며, 이를 바탕으로 다음의 오류를 감지하고 측정오차를 제거가능한지에 대한 시험평가
- VDB 전송 및 기준 수신기 연속성 확인을 위한 시험평가를 실시하며, 2 초 이상의 서비스방해를 야기하지 않는 지상 장비 실패확률이 15초 당 $1-2.0 \times 10^{-6}$ 회 보다 큰지를 확인
- SIS 연속성 확인을 위한 시험평가를 실시하며, 15초 당 $1-8.0 \times 10^{-6}$ 회 보다 큰지를 확인

Fault	Action
Ranging Source	
Signal Deformation	Exclude Ranging Source Measurement Block
Low Signal Power	Exclude Ranging Source Measurement Block
Code/Carrier Divergence	Exclude Ranging Source Measurement Block
Excessive Acceleration	Exclude Ranging Source Measurement Block
Erroneous Ephemeris	Exclude Ranging Source Measurement Block
Invalid GPS C/A Code	Exclude Ranging Source Measurement Block
Corrections	
Filters not converged	Exclude PR_{mn} (Note 1) from PRC and B-value calculation, exclude ranging source
B-value exceeds limit	Exclude PR_{mn} (Note 1) from PRC and B-value calculation.
Pseudorange correction exceeds limit	Exclude ranging source
Navigation data inconsistent between RRs	Exclude ranging source
Range Rate Correction (RRC) exceeds limit	Exclude ranging source
Faulted σ_{pr}	Exclude ranging source
Faulted $\sigma_{pr_gnd,100}$	Exclude ranging source
Faulted $\sigma_{vert_iono_gradient}$	Exclude ranging source
Faulted $\sigma_{vert_iono_gradient, D}$	Exclude ranging source
RFI	
Excessive RFI	Exclude affected measurements from calculations
Data Broadcast	
Disagreement between transmitted data	Terminate VDB output.
On-channel assigned power exceeds limits	Terminate VDB output.
No transmission for 3 seconds	Terminate VDB output.
Transmitted data outside of assigned Time Division Multiple Access (TDMA) time slots	Terminate VDB output.

Note 1: Pseudorange (PR), where m indicates an individual RR and n indicates an individual ranging source

- C-2-2 지상/비행 점검 및 서비스 영역 시험
 - 구축된 GBAS 시스템 및 Monitoring 장비에 대한 지상 및 비행 단계별 시험을 통한 점검을 수행

- CAT-I급을 만족하는 지의 국제표준규약에 준하는 실제 비행을 통한 점검 시험을 수행
- 시험공항을 기준으로 GBAS 시스템의 서비스 영역 확인, 방위, 거리, 활주로, 항공기 및 비행단계별 신호 강도 및 신호 정확도 등 점검

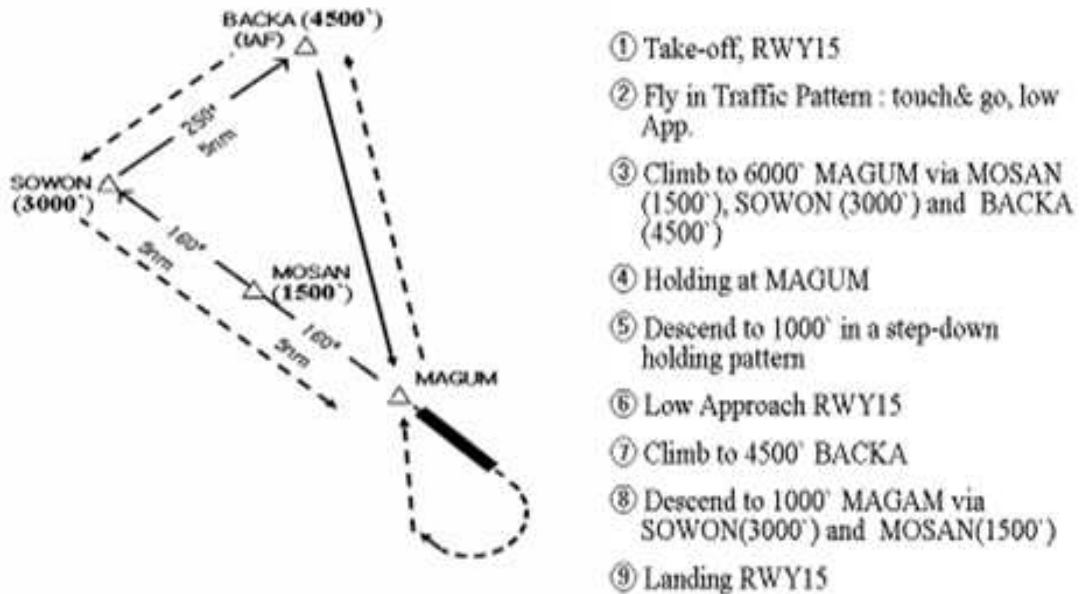


그림 4.7 비행시험 수행 예

- 설치된 VDB 안테나가 다음 요구조건을 만족하도록 설계되었는지에 대한 시험평가
- 비행관련 시험평가 실시
 - 탑재시스템 정상동작 확인 및 소비전력 확인
 - 항공기의 속도 및 고도에 따른 위성신호 수신 상태 확인
 - 지상시스템의 VHF Data Link 신호 도달거리 측정
- 정확도/무결성/연속성의 요구조건을 만족하는 영역으로 정의되는 서비스 영역이 다음을 만족하는지에 대한 시험평가

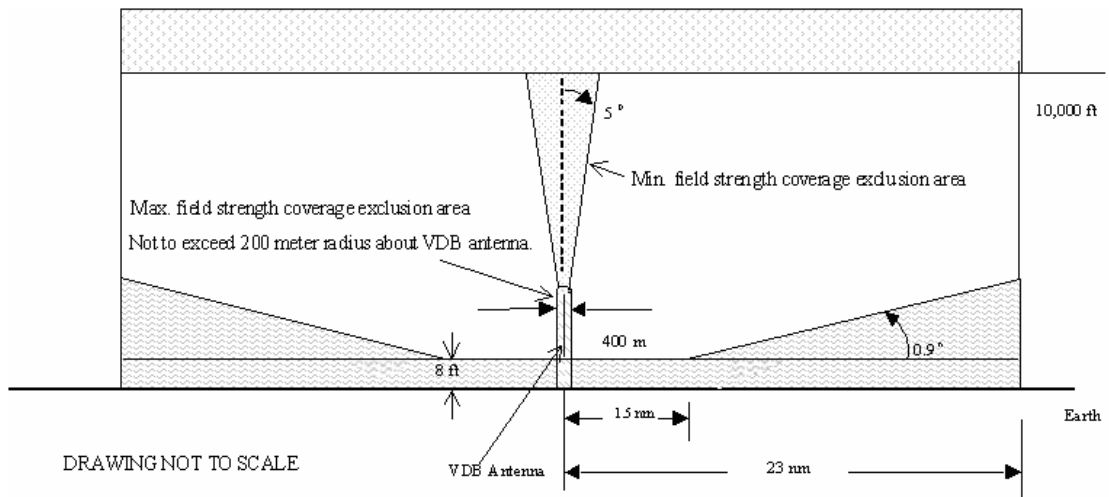


그림 4.8 비행시험 수직 공간 고려사항

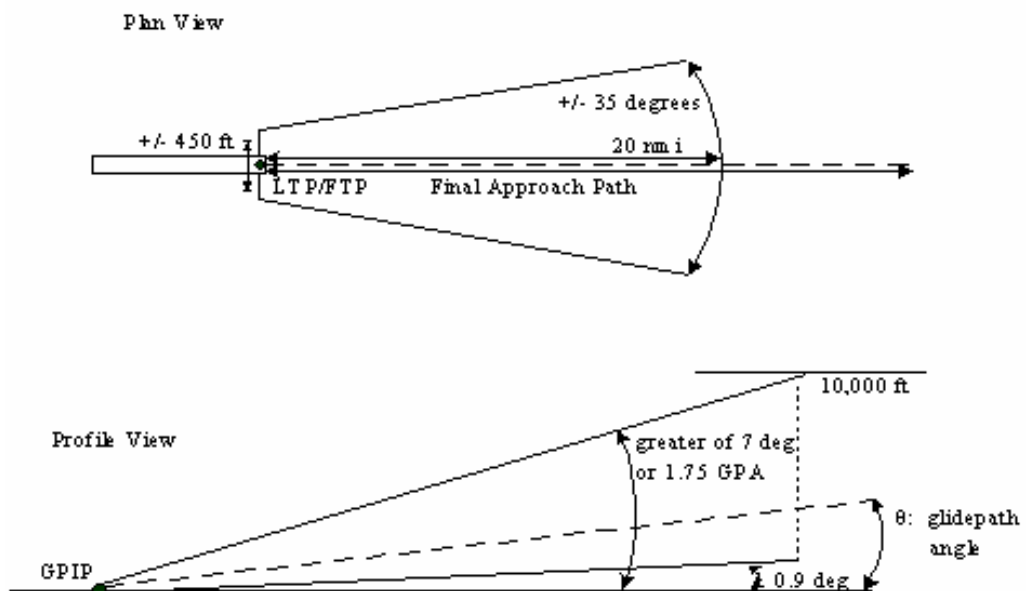


그림 4.9 비행시험 수평 공간 고려사항

□ C-2-3 GBAS CAT-I 운항절차 시험

- 시범공항에 수립된 GBAS CAT-I 운항 절차에 따른 실제 운항을 통한 GBAS 시스템 점검 및 다양한 실제 운항 및 착륙조건을 고려한 시험 수행
- 출발 및 접근절차 시험(직진형, 선회형 등)
- 구간별 절차 시험(첫 접근, 중간, 최종, 실패접근 등)

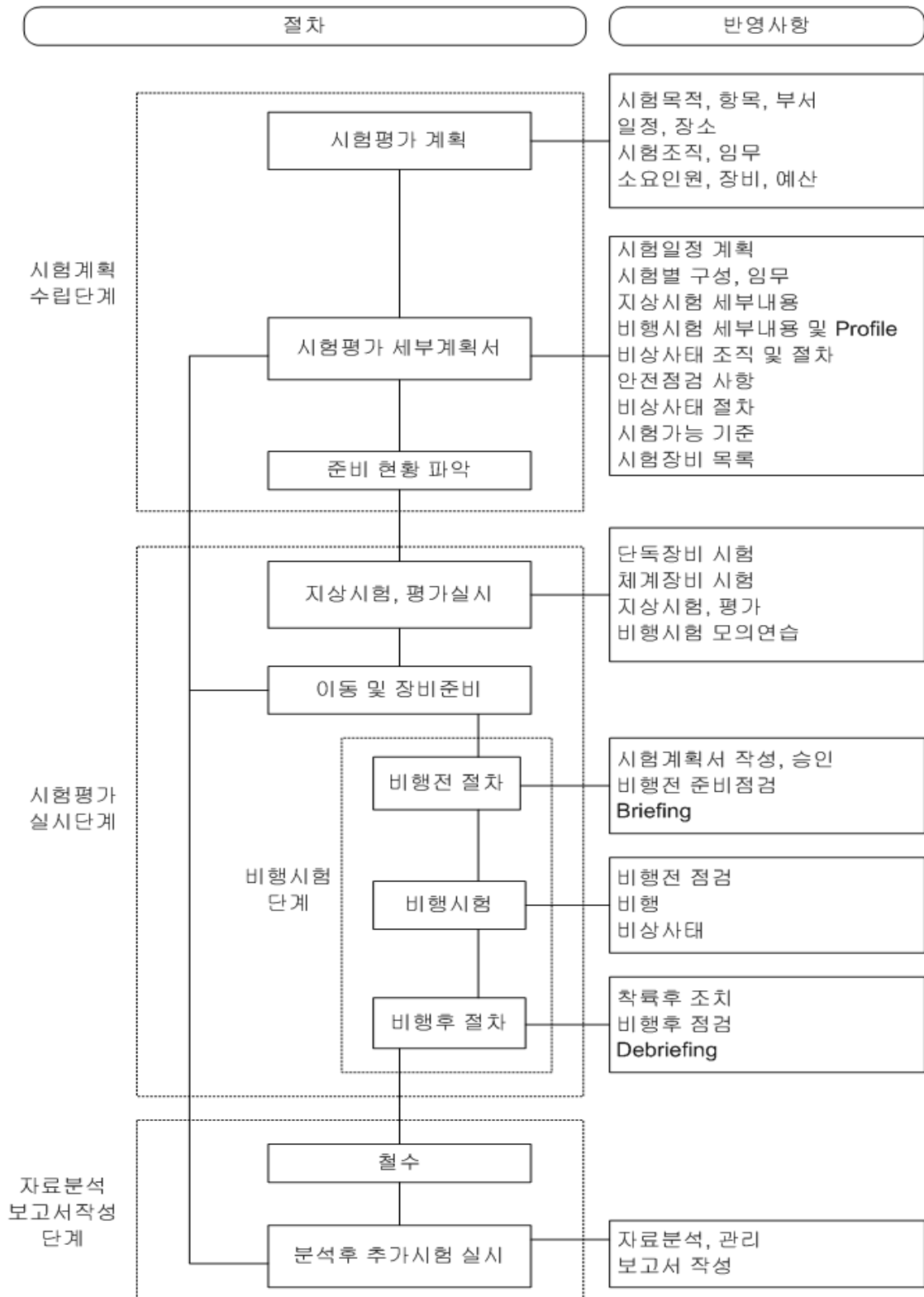


그림 4.10 비행시험 절차도 예

제 3 절 연차별 연구내용 및 최종성과물

1. 연차별 연구내용

가. 1차년도(2010년)

항 목	내 용
GBAS CAT-I 인증기준 개발	· ICAO/FAA/RTCA 국제기준 분석 · GBAS 인증기준 개발
GBAS CAT-I 비행시험시스템 및 인증 체계 개발	· GBAS CAT-I 탑재시스템 설계 · 데이터 측정 및 지상 모니터링 시스템 설계 · GBAS CAT-I 인증 체계 기본설계
GBAS CAT-I 시범공항 선정 및 시설 구축	· 시범공항 선정을 위한 안전성/기술성 분석 · GBAS CAT-I 장비 선정 및 설치 - GBAS 장비 도입 선수금 및 시설 인증 연구 - 해외기술 지원 및 자문

나. 2차년도(2011년)

항 목	내 용
GBAS CAT-I 비행시험시스템 및 인증 체계 개발	· GBAS CAT-I 탑재시스템 운용/평가 SW 개발 · 데이터 측정 및 지상 모니터링 시스템 SW 개발 · GBAS CAT-I 인증 체계 상세설계
GBAS CAT-I 시험평가 기술 개발	· 장비/시설/운용 시험평가 절차 개발
GBAS CAT-I 시설운영 기준 및 절차 개발	· GBAS CAT-I Broadcast 주파수인가 및 채널 배정
GBAS CAT-I 시설 유지보수 절차 개발	· GBAS CAT-I 장비 점검 및 유지보수 절차 개발 · GBAS CAT-I 시스템 감시 및 장애복구 · GBAS CAT-I 종사자 교육/훈련 절차 개발
GBAS CAT-I 시범공항 선정 및 시설 구축	· 시범공항 선정을 위한 안전성/기술성 분석 · GBAS CAT-I 장비 선정 및 설치 - GBAS 장비 도입 및 시설 인증 연구
지상 및 비행시험	· 정확도/무결성/연속성/가용성 시험 · 지상/비행 점검 및 서비스 영역 시험 · GBAS CAT-I 운항절차 시험

다. 3차년도(2012년)

항 목	내 역
GBAS CAT-I 비행시험시스템 및 인증 체계 개발	· GBAS CAT-I 탑재시스템 개발 · 데이터 측정 및 지상 모니터링 시스템 개발 · GBAS CAT-I 인증 체계 개발
GBAS CAT-I 시험평가 기술 개발	· 장비/시설/운용 시험평가 기술 개발
GBAS CAT-I 시설운영 기준 및 절차 개발	· GBAS CAT-I 장비 설치/운영/관리 기준 개발 · 사이트 적합성 시험 및 비행 점검 방법 개발
GBAS CAT-I 시설 유지보수 절차 개발	· GBAS CAT-I 시스템 감시 및 장애복구
GBAS CAT-I 시험공항 선정 및 시설 구축	· 지상 점검 및 신뢰성/정비성/가용성 시험
GBAS CAT-I 기반운항절차 수립 및 시뮬레이션	· RNAV/GLS 운항절차 연구
지상 및 비행시험	· 지상/비행 점검 및 서비스 영역 시험 · GBAS CAT-I 운항절차 시험 및 평가

라. 4차년도(2013년)

항 목	내 역
GBAS CAT-I 비행시험시스템 및 인증 체계 개발	· GBAS CAT-I 탑재시스템 성능평가 · 데이터 측정 및 지상 모니터링 시스템 성능평가 · GBAS CAT-I 인증 체계 평가
GBAS CAT-I 시험평가 기술 개발	· 장비/시설/운용 시험평가
GBAS CAT-I 시설운영 기준 및 절차 개발	· 사이트 적합성 시험 및 비행 점검 방법 개발
GBAS CAT-I 시설 유지보수 절차 개발	· GBAS CAT-I 시스템 감시 및 장애복구
GBAS CAT-I 시범공항 선정 및 시설 구축	· 지상 점검 및 신뢰성/정비성/가용성 시험
GBAS CAT-I 기반운항절차 수립 및 시뮬레이션	· GBAS CAT-I 운항절차 시뮬레이션 및 평가
지상 및 비행시험	· 지상/비행 점검 및 서비스 영역 시험 및 평가

2. 최종성과물

가. GBAS CAT-I 인증체계 및 시험시스템 기술개발

- GBAS CAT-I 인증기준 개발
 - ICAO/FAA/RTCA 기준 분석 : 기준 분석 보고서
 - GBAS 인증기준 개발 : 인증기준 개발 보고서
- GBAS CAT-I 비행시험시스템 및 인증 체계 개발
 - GBAS CAT-I 탑재시스템 개발 : 탑재시스템 시제품
 - 데이터 측정 및 지상 모니터링 시스템 개발 :
데이터 측정 및 지상 모니터링 시스템 시제품
 - GBAS CAT-I 인증 체계 개발 : 인증체계 개발 보고서
- GBAS CAT-I 시험 평가 기술개발
 - 장비성능 적합성 검증 기술 개발 및 평가 : 장비성능 적합성 검증 기술보고서, 장비시험결과 평가보고서
 - 시설인증 기술 개발 총괄 및 평가 : 시설인증 기술보고서, 시설시험결과 평가보고서
 - 운용인증 기술 개발 총괄 및 평가 : 운용인증 기술보고서, 운용시험결과 평가보고서

나. GBAS CAT-I 시범공항 구현 및 시설 인증기술 개발

- GBAS CAT-I 시설 운영 기준 및 절차 개발
 - GBAS CAT-I 장비 설치/운영/관리 기준 개발 : 장비 설치/운영/관리 기준 개발 보고서
 - 사이트 적합성 시험 및 비행점검 방법 개발 : 사이트 적합성시험 및 비행점검 방법 개발 보고서
 - GBAS CAT-I Broadcast 주파수인가 및 채널 배정 : 무선국 인가 절차 보고서
- GBAS CAT-I 시설 유지보수 절차 개발
 - GBAS CAT-I 장비 점검 및 유지보수 절차 개발 : 장비 점검 및 유지보수 절차 개발 보고서
 - GBAS CAT-I 종사자 교육/훈련 절차 개발 : 종사자 교육/훈련 절차 개발 보고서

- GBAS CAT-I 시스템 감시 및 장애복구 : 시스템 감시 및 장애복구 절차보고서
- GBAS CAT-I 시범공항 선정 및 시설 구축
 - 시범공항 선정을 위한 안전성/기술성 분석 : 안전성 및 기술성 분석 보고서
 - 시설 구축을 위한 도입 지침서 개발 : 도입 지침서
 - GBAS CAT-I 장비 선정 및 설치 : 장비 선정 및 설치 보고서 및 시제품

다. GBAS CAT-I 시험평가 및 시범운영

- GBAS CAT-I 기반운항절차 수립 및 시뮬레이션
 - RNAV/GLS 운항절차 연구 : 시범공항 운항절차(안) 및 운항절차 연구보고서
 - GBAS CAT-I 운항절차 시뮬레이션 및 평가 : 시뮬레이션 프로그램, 동영상 결과 및 평가보고서
- 지상 및 비행시험
 - 정확도/무결성/연속성/가용성시험 : 운용성능 비행시험 결과보고서
 - 지상/비행 점검 및 서비스영역시험 : 지상/비행 점검 및 서비스영역 시험결과보고서
 - GBAS CAT-I 운항절차 시험 : 운항절차 시험 결과보고서

제 5 장 연구 추진 전략 및 추진 체계 수립

제 1 절 연구 추진 전략

1. 추진과제 기술 로드맵(TRM)작성

- GBAS CAT-I 시스템 구축 및 운용기술 자립 확보를 조기에 구축하는 것을 목표로 추진과제 별 TRM을 구성
- TRM 표에 사용된 약자는 다음과 같다.

SRR	System Requirement Review
SDR	System Design Review
PDR	Preliminary Design Review
CDR	Critical Design Review
AR	Annual Review
PCA	Physical Configuration Audit
QR	Quarterly Review
SASR	System Approval Standard Review
STPR	System Test Procedure Review
OASR	Operation Approval Standard Review
OTPR	Operation Test Procedure Review
SFR	System Functional Review
TRR ₁	Test Readiness Review
TRR ₂	Test Result Review
FASR	Facility Approval Standard Review
FTPR	Facility Test Procedure Review

추진과제 기술 로드맵(TRM)

기술개발활동	년 분기 월	FY1												FY2								FY3								FY4								비 중 (%)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
		Q01			Q02			Q03			Q04			Q05			Q06			Q07			Q08			Q09			Q10			Q11			Q12				Q13			Q14			Q15			Q16																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
		M01	M02	M03	M04	M05	M06	M07	M08	M09	M10	M11	M12	M13	M14	M15	M16	M17	M18	M19	M20	M21	M22	M23	M24	M25	M26	M27	M28	M29	M30	M31	M32	M33	M34	M35	M36		M37	M38	M39	M40	M41	M42	M43	M44	M45	M46	M47	M48																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
0. 사업착수(Kick-off)보고																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			

기술개발활동	년 분기 월	FY1												FY2												FY3												FY4												비 중 (%)
		Q01			Q02			Q03			Q04			Q05			Q06			Q07			Q08			Q09			Q10			Q11			Q12			Q13			Q14			Q15			Q16			
		M01	M02	M03	M04	M05	M06	M07	M08	M09	M10	M11	M12	M13	M14	M15	M16	M17	M18	M19	M20	M21	M22	M23	M24	M25	M26	M27	M28	M29	M30	M31	M32	M33	M34	M35	M36	M37	M38	M39	M40	M41	M42	M43	M44	M45	M46	M47	M48	
2. 시범공항 구현 및 시설 인증기술 개발			▼ QR			▼ QR			▼ QR			▼ AR			▼ QR			▼ QR			▼ QR			▼ AR			▼ QR			▼ QR			▼ QR			▼ AR			▼ QR			▼ QR			▼ QR			▼		
2.1 시설 운영기준 및 절차 개발															▼ QR			▼ QR										▼ QR		▼ QR		▼ QR			▼ AR			▼ QR												
· 장비 설치/운영/관리 기준 개발																											▼ SRR																							
- 설치/운영/관리에 대한 국제 기술 표준 연구																																																		
- 장비 설치에 대한 요구도 분석 및 기준 개발																																																		
- 장비 운영에 대한 요구도 분석 및 기준 개발																																																		
- 장비 관리에 대한 요구도 분석 및 기준 개발																																																		
· 사이트 적합성 시험 및 비행점검 방법 개발																																				▼ SDR														
- 전파 환경 분석																																																		
- 기존 항행안전시설 비행 점검 절차 연구																																																		
- 구축 장비 비행점검 기준 수립																																																		
- 구축 장비 비행점검 방법 수립																																																		
- 초기/ 정기/ 특별 비행검사 기준 및 주기 수립																																																		
· 주파수 인가 및 채널 배정																																																		
- 무선국 인가 절차 수립																																																		
- 무선국 인가																																																		
2.2 시설 유지보수 절차 개발															▼ QR			▼ QR			▼ QR			▼ AR			▼ QR		▼ QR		▼ QR		▼ QR		▼ AR			▼ QR												
· 장비 점검 및 유지보수 절차 개발																																																		
- 기존 항행 안전시설 점검 및 유지보수 절차 연구																																																		
- 구축장비 점검 및 장비 유지보수절차 수립																																																		
- 기존 항행 안전시설 종사자 교육/훈련에 관한 절차 연구																																																		
- 구축장비 종사자 교육/훈련 절차 수립																																																		

[illegible]

기술개발활동	년 분기 월	FY1												FY2												FY3												FY4												비 중 (%)
		Q01			Q02			Q03			Q04			Q05			Q06			Q07			Q08			Q09			Q10			Q11			Q12			Q13			Q14			Q15			Q16			
		M01	M02	M03	M04	M05	M06	M07	M08	M09	M10	M11	M12	M13	M14	M15	M16	M17	M18	M19	M20	M21	M22	M23	M24	M25	M26	M27	M28	M29	M30	M31	M32	M33	M34	M35	M36	M37	M38	M39	M40	M41	M42	M43	M44	M45	M46	M47	M48	
3. 시험평가 및 시범운영																▼ QR		▼ QR			▼ QR			▼ AR			▼ QR			▼ QR			▼ QR			▼ AR			▼ QR			▼ QR			▼ QR			▼ AR		
3.1 GBAS 운항절차 수립 및 시뮬레이션																										▼ SDR ₁				▼ PDR ₁			▼ CDR ₁					▼ TRR ₁									▼ TRR ₂			AR
- 운항절차 연구																										▼ SDR ₁			▼ PDR ₁			▼ CDR ₁																		
- 운항절차 수립																										▼ SDR ₁			▼ PDR ₁			▼ CDR ₁																		
- 시험환경 구축																																					▼ TRR ₁													
- 시험절차 수립																																					▼ TRR ₁							▼ TRR ₂						
- Simulation 및 평가																																					▼ TRR ₁							▼ TRR ₂						
3.2 지상 및 비행 시험																▼ QR		▼ QR			▼ QR			▼ AR			▼ QR			▼ QR			▼ QR			▼ AR			▼ QR			▼ QR			▼ QR			▼ AR		
• GBAS 탑재 장비 시험																▼ SDR ₁			▼ PDR ₁			▼ CDR ₁				▼ TRR ₁					▼ TRR ₂								▼ TRR ₂											
- 시험계획 수립																▼ SDR ₁			▼ PDR ₁			▼ CDR ₁																												
- 시험절차 수립																▼ SDR ₁			▼ PDR ₁			▼ CDR ₁																												
- 시험환경 구축																																					▼ TRR ₁													
- 기능시험 및 환경시험																																					▼ TRR ₁							▼ TRR ₂						
- 현장시험 및 비행시험																																					▼ TRR ₁							▼ TRR ₂						
• GBAS 지상모니터링장비 시험																▼ SDR ₁			▼ PDR ₁			▼ CDR ₁				▼ TRR ₁				▼ TRR ₂								▼ TRR ₂												
- 시험계획 수립																▼ SDR ₁			▼ PDR ₁			▼ CDR ₁																												
- 시험절차 수립																▼ SDR ₁			▼ PDR ₁			▼ CDR ₁																												
- 시험환경 구축																																					▼ TRR ₁													
- 기능시험 및 환경시험																																					▼ TRR ₁							▼ TRR ₂						
- 현장시험 및 비행시험																																					▼ TRR ₁							▼ TRR ₂						
• GBAS 운용 시험																▼ QR		▼ QR			▼ QR			▼ AR			▼ QR			▼ QR			▼ QR			▼ AR			▼ QR			▼ QR			▼ QR			▼ AR		
- 운용 시험계획 수립																▼ SDR ₁			▼ PDR ₁			▼ CDR ₁																												
- 운용 시험 절차 수립																▼ SDR ₁			▼ PDR ₁			▼ CDR ₁																												
- 운용 시험 환경 구축																																					▼ TRR ₁													
- 기능시험 및 환경시험																																					▼ TRR ₁							▼ TRR ₂						
- 현장시험 및 비행시험																																					▼ TRR ₁							▼ TRR ₂						
• 운용 안정성 평가 및 분석																																				▼ AR			▼ QR		▼ QR		▼ QR		▼ QR			▼ AR		

추진과제 성과 로드맵 (PRM)

[illegible]

– 138 –

[illegible]

2. 연구 추진 전략

가. 기술개발 전략

- 국내 관련 기술 개발 경험의 최대한 활용
 - 사전 국내에서 수행되었던 개발 및 연구 경험과 항행시설 실무운영을 바탕으로 한 개발 체계를 구성하여 조기 요소 기술 개발 및 개발 기간 단축
- GBAS CAT-I 장비에 대한 기술자립화 기반을 확보하며 조기에 국내 구축할 수 있도록 추진
 - 향후 유사시, 혹은 시장 판도에 따라 국내 독자개발이 가능토록 GBAS 기술의 핵심이 되는 기술은 상용화 수준으로 확보
 - 선진국의 장비 및 도입가능 기술을 최대한 활용하여 개발 기간 단축 및 비용 절감
 - 국내 활용 가능 기술을 분석하여, 향후 활용할 수 있도록 추진
- CAT-I 시범공항을 구축하여 시험평가를 수행함으로써 향후 연구개발 기반 확보와 더불어 구축을 실용계획수립 기초자료를 제공
 - 시험평가에 필요한 계측 시스템 및 평가기술을 확보하여 향후 추가적 연구개발 및 운용기술 확보
 - 실제 운용에 근거한 비용 및 가용도 분석 결과 자료를 바탕으로 국내 공항 구축 정책 수립
- 국제민간항공기구 이사국 지위에 맞는 위성항행기술 선진국 도약과 위상 제고 및 기술 선점을 위해 과제 수행과 더불어 유관 국제 기술회의 및 정책회의 활동에 적극적으로 참여함
- 장비/시설/운용/인증에 관련된 유관기관이 참여토록 하여 향후 국내 구축에 충분히 대비할 수 있도록 해야 함
 - 국내 최초의 항행 시설 인증 체계, 기준 및 방법을 수립하여 동종 및 유사 분야 국내개발의 해외 판매의 편의성을 제고

나. 연구 수행 방법

- 기초 기반연구는 동종 및 유사 연구를 사전에 수행한 경험이 있는 국내 연구기관과 대학이 공동으로 연구를 수행

- 최신 선진기술개발 동향 분석 및 국제 인증기준 분석
- 요소기술과 구현 기술 분석
- 국제 표준규격 수준의 기술개발요구 및 인증기준 도출
- Data 측정 및 지상 Monitoring 시스템 등을 구축하는 비행시험시스템 설계 및 개발은 국내에서 많은 유사한 연구과제가 수행되었으므로 기 수행 경험을 가지고 있는 기관을 중심으로 국내 개발이 가능하다고 판단되므로 국내 연구기관의 주도하에 개발 경험을 가지고 있는 기업의 참여로 수행
 - 시스템 설계 개념 및 규격 정립
 - 개념·기본 설계 확정
 - 탑재체와 일부 상세 설계부분은 구매 및 개발 경험 보유 기업체 활용

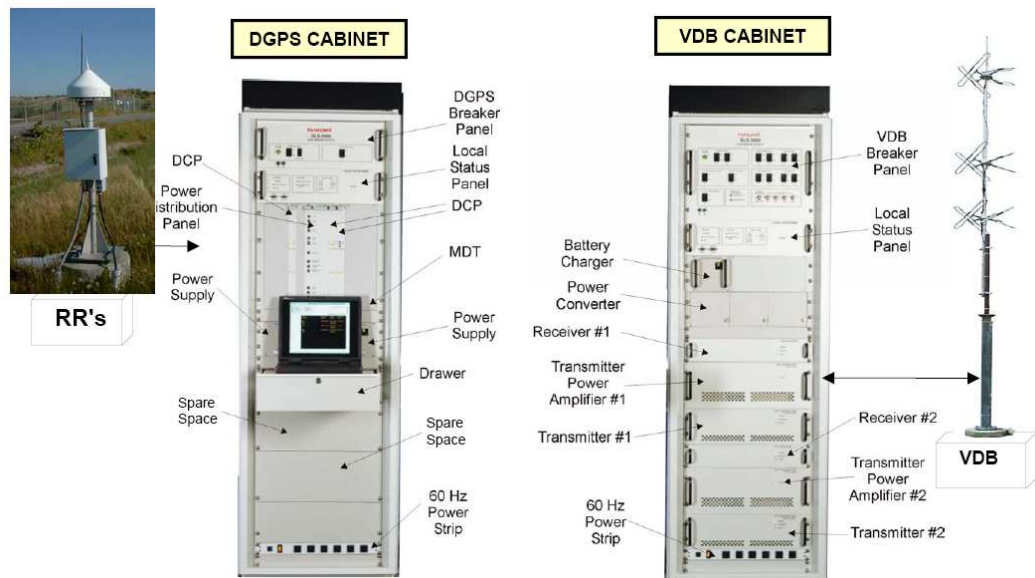
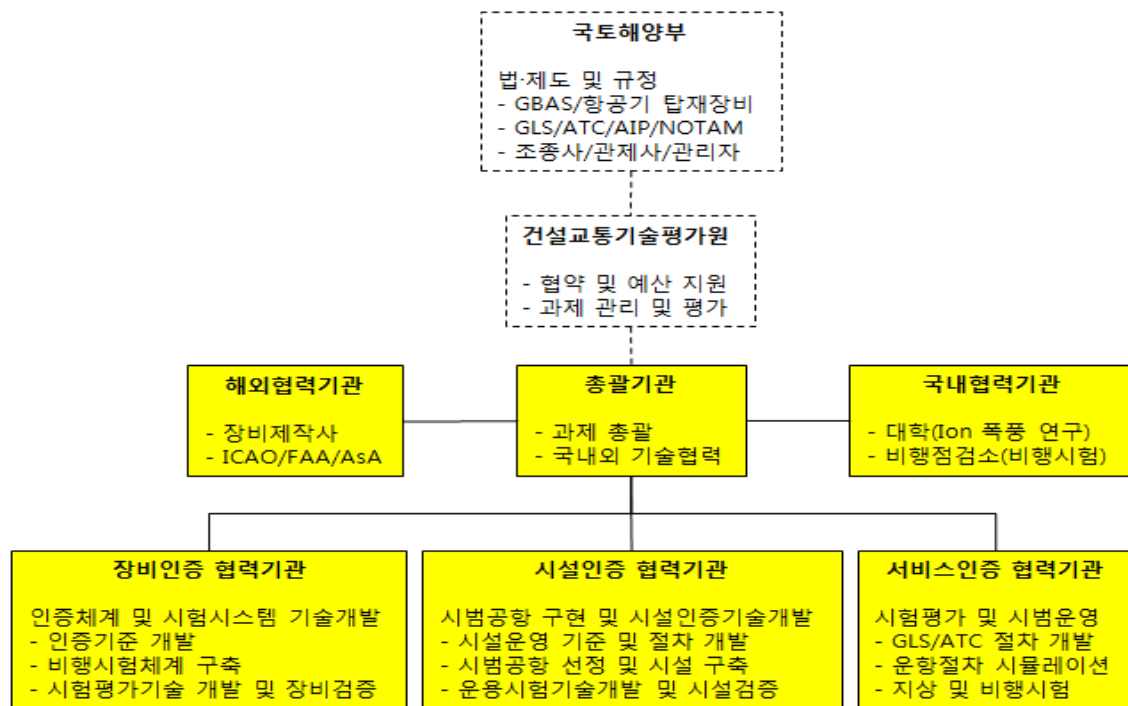


그림 5.1 GBAS Test-Bed 지상시스템 예 (미국 Honeywell 사)

- 시범 공항 구현 및 시설 인증에 관한 연구 분야는 실무 운용에 관한 성격이 크므로 유사 항행 안전시설을 실제 운용하고 있는 기관의 참여가 필수적이라 할 수 있다. 그러나 이 또한 과제 간 연관성 및 연계성이 충분히 보장되는 면으로 진행되어야 하므로 GBAS Test 시스템을 개발하는 기관의 주도하에 항행 안전시설을 운용하는 기관이 참여하는 방안으로 연구를 수행
 - 도입 장비의 운용, 운영, 관리 및 점검, 유지 보수
 - 시범공항의 선정을 위한 안전성, 기술성 분석

- 사이트 적합성 시험
- Test-Bed를 이용한 시험 및 평가분야는 GBAS Test 시스템을 개발하는 기관의 주도하에 대학이나 비행시험 전문기업체, 비행점검 수행기관 등이 지원하는 방안으로 연구 수행
 - 축적된 항공분야 경험과 기술 활용
 - 최적의 시험 조건과 시험 안전 도출
 - 효율적인 평가기술 개발 및 적용

제 2 절 연구 추진 체계



- CAT-I 시범공항 구축 및 운영을 목표로 총괄기관을 중심으로 장비/시설 및 서비스 인증 능력을 보유한 기관이 협동으로 추진 함. 또한 본 사업에는 관련 법·제도 및 규정의 수립이 수반되어야 하므로 국토해양부의 관련 부서(항행시설과 및 관제기획과)와의 유기적인 협조 체제를 구축

□ 국토해양부

- GBAS 구축 로드맵 및 목표 설정 (차세대 항행안전시설 구축 기본 계획 수립, 2009. 11. 25 차세대 항행안전시설 정책조정협의회 심의, 의결)
- 연구개발에 필요한 예산 확보 및 지원
- 관제기획과, 비행점검소 등 관련 부서의 연구개발 지원 중재
- 관련 법·제도, 규정 정비
- GBAS 비행점검 지원
- GLS 절차를 위한 조종사 훈련 및 비행절차 개발

□ 총괄기관

- GBAS 운용기술개발 총괄

- 시스템 엔지니어링 관리계획 수립 (SEMP)
- 협력기관 관리 및 업무 조정(인터페이스)
- 해외 협력을 통한 운용기술 확보
- 인증체계개발
 - ICAO/FAA/RTCA 기준 분석
 - GBAS CAT-I 인증기준 수립
 - GBAS 인증제도 개발 및 체계 구축
- 시험평가시스템 개발
 - 개발 목표 설정 및 계획 수립
 - 비행시험시스템 개발
 - 지상시험시스템 개발
 - 시스템 통합시험
 - 시험분석기술개발
 - GBAS CAT-I 인증요구조건 합치성 평가
- 장비성능 적합성 검증(System Design Approval) 협력기관
 - 장비 인증요구사항 및 체계 개발
 - GBAS 장비 인증 절차 수립
 - GBAS 장비 Functional Hazard 분석
 - 장비 설계 검증
 - H.M.I.(Hazardous Misleading Information) 분석
 - System 안전성 분석
- 시설인증 협력기관
 - 시범공항구축
 - 입지 분석 및 선정(Site Assessment/Selection)
 - GBAS 장비 설치 및 운용
 - 운용 및 정비 절차 수립
 - GBAS 시설 검증시험
 - GBAS 지상 및 비행점검절차 수립
 - GBAS 송신주파수 획득 및 운용
 - GBAS 장비 지상시험 및 상시 감시

- GBAS 장비 비행시험 및 서비스 영역 시험
- 운용인증 협력기관
 - GBAS 운항절차 수립
 - RNAV/GLS 운항절차 연구
 - GBAS CAT-1 운항절차 시뮬레이션 및 평가
 - GBAS 운용시험
 - Field Monitoring
 - ILS vs. GBAS 성능비교분석
 - GLS Ground Track 감시
 - 시험데이터 분석 및 평가
 - 정확도, 연속성, 무결성, 가용성 평가
 - 인증요구조건 합치성 평가
- 국내 협력기관
 - 대학, 연구소
 - 전리층 환경 분석
 - 이온 폭풍 모델링
 - 군
 - GLS/ATC 절차 수립
 - 비행시험 지원
- 해외 협력기관
 - ICAO/FAA/RTCA
 - 법·제도, 규정 수립 국제 공조
 - 상호협력협정 체결
 - 제작사
 - 장비 설치 및 운용 기술 지원
 - 인증 데이터 제공 및 시험평가 지원
- 단일 개발 총괄 기관체계의 필요성
 - 도출된 RFP의 특성상 기 운용되는 GBAS 장비의 도입과 도입된 장비와 상호 운용되는 탑재체 장비, Data 수신, Monitoring 장비의 국내 개발 그리고 이를 궁극적으로 확인하는 비행시험 및 평가까지 서로 다른 개발

특성을 갖는 연구가 체계적이고 종합적으로 수행되지 못할 경우, 핵심 요소 기술 확보 및 개발 기간 단축이라는 사업 기획의 중요한 목표를 달성하는데 어려움이 있을 수 있음

- 특히, 시급한 차세대 위성항행시스템의 중추적인 위성항법시스템의 기반 기술을 중심으로 국제표준규약에 부합하는 연구를 수행하기 위해서는 부분적으로나마 국내에서 사전 연구가 진행되었던 산학연 기관의 전문가와 단일 총괄기관과의 조속하고도 종합적인 연구 및 개발 기준이 설정되고 일원화된 개발 체계가 구축되어야 정확하고도 합리적인 개발이 가능하다고 판단될 수 있으므로 단일 총괄기관 체계로 개발 사업을 구축하여 기반 기술을 조속히 확보하고, 향후 실용화기술과 확산사업은 산·학·연 공동으로 추진.

제 6 장 연구 기간 및 예산

제 1 절 연구 기간 및 예산 산정

1. 개발 기간 및 예산 산정

연구내용	2010	2011	2012	2013	합계
1. GBAS CAT-I 인증체계 및 시험시스템 기술개발					42
1-1. GBAS CAT-I 인증기준 개발 · ICAO/FAA/RTCA 국제기준 분석 · GBAS 인증기준(System, Facility, Operation approval) 개발	3				3
1-2. GBAS CAT-I 비행시험시스템 및 인증 체계 개발 · GBAS CAT-I 탑재시스템 개발 · 데이터 측정 및 지상 모니터링 시스템 개발 · GBAS CAT-I 인증 체계 개발	5	4	14	3	26
1-3. GBAS CAT-I 시험평가 기술개발 · 장비성능 적합성 검증(System design approval) 기술 개발 및 평가 · 시설인증(Facility approval) 기술 개발 총괄 및 평가 · 운용인증(Operation approval) 기술 개발 총괄 및 평가		5	4	4	13
2. GBAS CAT-I 시범공항 구현 및 시설 인증기술 개발					34
2-1. GBAS CAT-I 시설 운영 기준 및 절차 개발 · GBAS CAT-I 장비 설치/운영/관리 기준 개발 · 사이트 적합성 시험 및 비행점검 방법 개발 · GBAS CAT-I Broadcast 주파수 인가 및 채널 배정		0.3	1	2	3.3
2-2. GBAS CAT-I 시설 유지보수 절차 개발 · GBAS CAT-I 장비 점검 및 유지보수 절차 개발 · GBAS CAT-I 종사자 교육/훈련 절차 개발 · GBAS CAT-I 시스템 감시 및 장애복구		0.7	2	1	3.7
2-3. GBAS CAT-I 시범공항 선정 및 시설 구축 · 시범공항 선정을 위한 안전성/기술성 분석 · 도입 지침서 개발 · GBAS CAT-I 장비 선정 및 설치	2	23	1	1	27
3. GBAS CAT-I 시험평가 및 시범운영					17
3-1. GBAS CAT-I 기반 운항절차 수립 및 시뮬레이션 · RNAV/GLS 운항절차 연구 · GBAS CAT-I 운항절차 시뮬레이션 및 평가			1	3	4
3-2. 지상 및 비행시험 · 정확도/무결성/연속성/가용성 시험 · 지상/비행 점검 및 서비스 영역 시험 · GBAS CAT-I 운항절차 시험		2	5	6	13
연도별 합계	10	35	28	20	93

제 2 절 일정표 및 예산표

1. 개발 업무 및 기간별 연구 개발비

가. GBAS CAT-I 인증체계 및 시험시스템 기술 개발

항 목	내 역	금액	성과물
GBAS CAT-I 인증기준 개발	· ICAO/FAA/RTCA 국제기준 분석 · GBAS 인증기준 개발	3억	기준 분석서 (A-1-1) 인증 기준서 (A-1-2)
GBAS CAT-I 비행시험시스템 및 인증 체계 개발	· GBAS CAT-I 탑재시스템 개발 · 데이터 측정 및 지상 모니터링 시스템 개발 · GBAS CAT-I 인증 체계 개발	26억	탑재시스템 시제품 (A-2-1) 데이터 측정 및 지상 모니터링 시스템 시제품 (A-2-2) 인증 체계 개발 보고서 (A-2-3)
GBAS CAT-I 시험평가 기술개발	· 장비성능 적합성 검증 기술 개발 및 평가 · 시설인증 기술 개발 총괄 및 평가 · 운용인증 기술 개발 총괄 및 평가	13억	장비성능 적합성 검증 시 험평가 기술서 및 시험평 가 결과서 (A-3-1) 시설인증 시험평가 기술서 및 시험평가 결과서 (A-3-2) 운용인증 시험평가 기술서 및 시험평가 결과서 (A-3-3)
합 계		42억	

나. GBAS CAT-I 시범공항 구현 및 시설 인증기술 개발

항 목	내 역	금액	성과물
GBAS CAT-I 시설 운영 기준 및 절차 개발	· GBAS CAT-I 장비 설치/ 운영/관리 기준 개발 · 사이트 적합성 시험 및 비 행점검 방법 개발 · GBAS CAT-I Broadcast 주파수인가 및 채널 배정	3억	장비 설치/운영/관리 기준 개발 보고서(B-1-1) 사이트 적합성시험 및 비 행점검 방법 개발 보고서 (B-1-2) 무선국 인가 절차 보고서 (B-1-3)
GBAS CAT-I 시설 유지보수 절차 개발	· GBAS CAT-I 장비 점검 및 유지보수 절차 개발 · GBAS CAT-I 시스템 감 시 및 장애복구	4억	장비 점검 및 유지보수 절차 개발 보고서 (B-2-1) 종사자 교육/훈련 절차 개발 보고서(B-2-1) 시스템 감시 및 장애복 구 절차 보고서 (B-2-2)
GBAS CAT-I 시범공항 선정 및 시설 구축	· 시범공항 선정을 위한 안 전성/기술성 분석 · GBAS CAT-I 장비 선정 및 설치	27억	안전성 및 기술성 분석 보고서(B-3-1) 도입지침서(B-3-1) 장비 선정 및 설치 보고 서 및 시제품(B-3-2)
합 계		34억	

다. GBAS CAT-I 시험평가 및 시범운영

항 목	내 역	금액	성과물
GBAS CAT-I 기반운항절차 수립 및 시뮬레이션	· RNAV/GLS 운항절차 연구 · GBAS CAT-I 운항절차 시뮬레이션 및 평가	4억	시범공항 운항절차 (안) 및 운항절차 연구보고서 (C-1-1) 시뮬레이션 프로그램 결과, 동영상 및 평 가 보고서 (C-1-2)
지상 및 비행시험	· 정확도/무결성/연속성/가용성시험 · 지상/비행 점검 및 서비스영역시험 · GBAS CAT-I 운항절차 시험	13억	운용성능 비행시험 결과 보고서 (C-2-1) 지상/비행 점검 및 서 비스영역 시험 결과 보고서(C-2-2) 운항절차 시험 결과 보고서(C-2-3)
합 계		17억	

2. 연차별 연구 개발비

가. 1차년도(2010년) : 10억 원

항 목	내 역	금액
GBAS CAT-I 인증기준 개발	· ICAO/FAA/RTCA 국제기준 분석 · GBAS 인증기준 개발	3억
GBAS CAT-I 비행시험시스템 및 인증 체계 개발	· GBAS CAT-I 탑재시스템 설계 · 데이터 측정 및 지상 모니터링 시스템 설계 · GBAS CAT-I 인증 체계 기본설계	5억
GBAS CAT-I 시범공항 선정 및 시설 구축	· 시범공항 선정을 위한 안전성/기술성 분석 · GBAS CAT-I 장비 선정 및 설치 － GBAS 장비 도입 선수금 및 시설 인증 연구 － 해외기술 지원 및 자문	2억
합 계		10억

나. 2차년도(2011년) : 30억 원

항 목	내 역	금액
GBAS CAT-I 비행시험시스템 및 인증 체계 개발	· GBAS CAT-I 탑재시스템 운용/평가 SW 개발 · 데이터 측정 및 지상 모니터링 시스템 SW 개발 · GBAS CAT-I 인증 체계 상세설계	4억
GBAS CAT-I 시험평가 기술 개발	· 장비/시설/운용 시험평가 절차 개발	5억
GBAS CAT-I 시설 운영 기준 및 절차 개발	· GBAS CAT-I Broadcast 주파수 인가 및 채널 배정	0.3억
GBAS CAT-I 시설 유지보수 절차 개발	· GBAS CAT-I 장비 점검 및 유지보수 절차 개발 · GBAS CAT-I 시스템 감시 및 장애복구 · GBAS CAT-I 종사자 교육/훈련 절차 개발	0.7억
GBAS CAT-I 시범공항 선정 및 시설 구축	· 시범공항 선정을 위한 안전성/기술성 분석 · GBAS CAT-I 장비 선정 및 설치 - GBAS 장비 도입 선수금 및 시설 인증 연구	23억
지상 및 비행시험	· 정확도/무결성/연속성/가용성 시험 · 지상/비행 점검 및 서비스 영역 시험 · GBAS CAT-I 운항절차 시험	2억
합 계		35억

다. 3차년도(2012년) : 28억 원

항 목	내 역	금액
GBAS CAT-I 비행시험시스템 및 인증 체계 개발	· GBAS CAT-I 탑재시스템 개발 · 데이터 측정 및 지상 모니터링 시스템 개발 · GBAS CAT-I 인증 체계 개발	14억
GBAS CAT-I 시험평가 기술 개발	· 장비/시설/운용 시험평가 기술 개발	4억
GBAS CAT-I 시설 운영 기준 및 절차 개발	· GBAS CAT-I 장비 설치/운영/관리 기준 개발 · 사이트 적합성 시험 및 비행 점검 방법 개발	1억
GBAS CAT-I 시설 유지보수 절차 개발	· GBAS CAT-I 시스템 감시 및 장애복구	2억
GBAS CAT-I 시범공항 선정 및 시설 구축	· 측정 데이터 기록 및 분석 · 지상 점검 및 신뢰성/정비성/가용성 시험	1억
GBAS CAT-I 기반운항절차 수립 및 시뮬레이션	· RNAV/GLS 운항절차 연구	1억
지상 및 비행시험	· 지상/비행 점검 및 서비스 영역 시험 · GBAS CAT-I 운항절차 시험 및 평가	5억
합 계		28억

라. 4차년도(2013년) : 20억 원

항 목	내 역	금액
GBAS CAT-I 비행시험시스템 및 인증 체계 개발	· GBAS CAT-I 탑재시스템 성능평가 · 데이터 측정 및 지상 모니터링 시스템 성능평가 · GBAS CAT-I 인증 체계 평가	3억
GBAS CAT-I 시험평가 기술 개발	· 장비/시설/운용 시험평가	4억
GBAS CAT-I 시설 운영 기준 및 절차 개발	· 사이트 적합성 시험 및 비행 점검 방법 개발	2억
GBAS CAT-I 시설 유지보수 절차 개발	· GBAS CAT-I 시스템 감시 및 장애복구	1억
GBAS CAT-I 시범공항 선정 및 시설 구축	· 측정 데이터 기록 및 분석 · 지상 점검 및 신뢰성/정비성/가용성 시험	1억
GBAS CAT-I 기반운항절차 수립 및 시뮬레이션	· GBAS CAT-I 운항절차 시뮬레이션 및 평가	3억
지상 및 비행시험	· 지상/비행 점검 및 서비스 영역 시험 및 평가	6억
합 계		20억

제 7 장 결론

본 기획연구에서는 인증기준 수립과 관련 운용기술의 개발기획을 목표로 하며 이와 같은 개발 연구에 관한 내용을 다루었다.

기존 지상 전파항법 시설 중심의 항공교통시스템은 기본적으로 전파 출력의 제한과 통달거리의 한계 때문에 가시거리 내에서만 이용이 가능함으로 산악지대와 대양지역에서는 항공기의 안전운항에 문제가 있다. 이와 같은 이유로 위성항법 시스템에 대한 연구는 전 세계적으로 활발하게 추진되고 있으며, 국제민간항공기구(ICAO)는 2015년 이후 위성항법시스템 기반의 차세대 항행시스템의 도입을 요구하고 있다. 기존의 항공항행시스템은 선진국이 시장을 선점하고 있어서 후발국에서 참여할 여지가 없었으나, 차세대 위성항행시스템으로의 전환에 따라 새로운 기술 표준과 시스템 구현이 이루어지는 초기단계이므로 시장 진입 장벽이 낮아, 우리나라와 같은 후발 참여국에도 기회가 높다.

특히 우리나라는 ICAO에서 실시한 항공안전종합평가(USOAP) 결과에서도 항공안전 국제기준 이행율이 세계 최고(98.89%) 수준으로 190개 ICAO 가입국 중 우리나라는 2006년 현재 국제선 여객운송부문에서 세계 9위, 국제선 화물운송부문에서 세계 5위를 차지하고 있는 항공강국으로 부상하였으며, ICAO에 7번째로 많은 재정 기여를 하고 있는 ICAO 상임이사국인 항공강국으로서 국제적 위상에도 불구하고 항공관련 분야의 기술 부족으로 항공기술의 국제표준 제정 등에 주도적인 역할을 하지 못하고 있다.

국내에서는 위성항법 기반 지역보강 시스템을 도입하여 인증한 사례가 없으며, 사고 시에 인적, 물적 피해가 상당한 대형사고로 이어지는 특성 및 항공 안전의 중요성 등을 감안할 때 개발 위험성 감소 및 시행착오에 따른 손실 방지를 위해 미국 FAA의 LAAS 장비 인증 등 선진국의 경험과 사례를 활용하여 인증을 위한 방법을 마련하는 것이 필수적으로 위성항법 기반 지역보강 시스템 인증 기술 개발을 위해서는 정부의 적극적인 개발 의지와 투자가 전제되어야 하며, 이에 따라 정부출연연구소의 대형 체계개발 수행 경험, 정부/공항공사의 공항운영 경험, 기업의 IT 기술, 학계의 기반 기술 등 우리나라의 강점을 충분히 활용할 수 있으면 선진국과의 격차를 단기간에 극복할 수 있을 것이다. “위성항법 기반 지역보강 시스템 인증 기술 개발”은 사업 성격상 실제 운용을 전제로 하는 실

용화 연구기술 개발이 목적이므로, 개발경험이 풍부한 연구기관과 실제 시험운용 가능한 공항 및 비행검사 수행기관 등이 참여하는 연구개발 추진체계를 구축하는 것이 매우 중요하다.

결론적으로 우리나라가 항공기술 선진국 대비 후발 주자이기는 하나, 정부의 개발 의지와 더불어 국내기술의 강점을 살려 유관 기관의 역량이 효과적으로 결집한다면, 개발 위험도가 상존함에도 불구하고 성공 가능성이 높기 때문에 “위성항법 기반 지역보강시스템 운용기술” 확보로 우리나라에 차세대 항행안전인프라 구축을 촉진하여 해외기술의 의존에 의한 기술적, 경제적, 안보적인 측면의 문제를 해소할 수 있으며, 또한 위성항법 기반 지역보강시스템의 장점인 공항의 지형적 안전문제 해소능력 향상, 최적의 항로 설정 등을 통해 우리나라의 항공안전 수준을 제고하는 등 세계최고 수준의 항공안전체계를 구현하는데 기여할 것이다.

이러한 필요성들을 고려하여 본 기획연구에서는 이 연구개발을 국가적으로 성공적으로 완수할 수 있는 최선의 방안을 도출하려 하였다.

본 기획연구를 통하여 국·내외 전문가들과 함께 합리적인 개발 방안을 도출하기 위한 협의를 수행하였다. 3차에 걸쳐 국내 전문가 자문위원회 개최 및 국외 전문가를 초청하여 세미나를 개최하였다. 그 결과를 보고서 본문에 반영하였고, 부록에 자문위원회 상세 회의록을 첨부하였다.

이상을 바탕으로 정리된 위성항법 지역보강시스템 운용기술 개발 기획연구의 결과는 다음과 같이 요약될 수 있다.

□ 국내외 기술동향 분석

- 국내에서는 학·연구계를 중심으로 근거리 오차보정시스템 등이 개발되었으며, 2000년대 들어 해양수산부 및 건설교통부에서 광역보정시스템 구축방안 수립되었음
- ‘국가 R&D 사업 Total Roadmap’ (2007.02, 과학기술부) 및 ‘제2차 과학기술기본계획’ (2007.12) 국가중점육성기술 중 “위성항법시스템 기술”, “항공운항효율화 및 안전향상기술” 과 ‘국가교통기술개발계획’ (2009.02, 국토해양부) 주요 교통기술분야 중 항공교통분야의 항공선진화 사업에 대한 추진과제에 포함하는 등 꾸준히 준비를 진행하였고 마침내

2009년 11월 심의 의결된 ‘차세대 항행안전시설 구축 기본계획’ (2009.11, 국토해양부)에 GBAS CAT-I 인증기술 개발계획이 수립, 확정

- 국내 국책연구를 통해 2회의 위성항법분야 연구개발이 수행된 바가 있으나 이들은 기초기술에 의한 시험 장비를 제작한 수준으로써, 위성항법 지역보강시스템(GBAS CAT-I) 기술구현을 목표로 추진된 사례가 없어 향후 국내 위성항법 지역보강시스템(GBAS CAT-I)운영에 대비 기술개발 필요함
- 차세대 위성항행시스템 기술개발을 위한 각 요소기술의 기술수준은 평균 60%수준이며, 전문인력 보유 50% 이하, 인프라 구축정도 또한 30% 이하로 연구 인프라 및 역량의 보강이 필요함
- GBAS CAT-I에 대해서는 ICAO의 기술표준 및 권고안(SARPs) 제정이 완료된 실용화 전단계이나, CAT-II/III에 대해서는 기반 기술에 대한 표준 권고안을 추진 중이며, 이를 위해 로드맵을 수립하여 각국의 시스템 도입 및 연구를 장려 중
- 선진 각국의 공항은 장비를 설치 운용하며, 시설 및 서비스 부분의 인증 (Facility Approval & Service Approval)에 대한 준비를 수행하고 있음
- ECAC에서는 정밀접근 요구조건들에 의하여 현재 주요 공항에서 CAT-II/III등급 운영이 위협을 받고 있으나 현재 가용할 수 있는 해결책을 찾고 있으며, CAT-II/III 능력은 MLS 또는 GLS를 통해 얻어질 수 있을 것으로 보고 있으며, GBAS CAT-I은 GBAS CAT-II/III로 발전하는 연구개발 과정임

□ 주요 연구개발 목표 및 내용

- 현대의 기술개발 추세에 근거할 때, GBAS는 CAT-I 정밀접근의 정확도 정도를 지원할 수 있는 시스템으로 개발되고 있으나 앞으로 GPS 현대화 또는 GNSS 위성시스템의 추가 등으로 인한 GNSS 위성시스템의 시스템 정확도가 향상되면 현재의 ILS와 같이 CAT-II 및 CAT-III 정밀접근 서비스도 제공할 수 있을 것으로 전망됨
- 따라서 위성항법 지역보강시스템 운용기술 연구개발 로드맵 수립을 본 연구개발과제의 목표로 설정함

□ 연구목표

- 위성항법 지역보강시스템 운용기술 개발

□ 주요 연구내용 :

- GBAS CAT-I 인증체계 및 시험시스템 기술 개발
 - GBAS CAT-I 인증기준 개발
 - GBAS CAT-I 비행시험시스템 및 인증 체계 개발
 - GBAS CAT-I 시험평가 기술 개발
- GBAS CAT-I 시범공항 구현 및 시설 인증기술 개발
 - GBAS CAT-I 시범공항 선정 및 시설 구축
 - GBAS CAT-I 시설 운영 기준 및 절차 개발
- GBAS CAT-I 시험평가 및 시범운영
 - GBAS CAT-I 기반 운항절차 수립 및 시뮬레이션
 - 지상 및 비행시험

- 주요 세부시스템별 요구사항은 본문 및 첨부 RFP에 설명되어 있음

□ 연구개발 추진전략 및 체계

- GBAS CAT-I 장비에 대한 기술자립화 기반을 확보하며 조기에 국내 구축할 수 있도록 추진
- 선진국의 장비 및 도입가능 기술을 최대한 활용하여 개발 기간 단축 및 비용 절감
- 시험평가에 필요한 계측 시스템 및 평가기술을 확보하여 향후 추가적 연구개발 및 운용기술 확보
- 국제 기술 표준 개발 방향에 부합되도록 추진
- 국제민간항공기구 이사국 지위에 맞는 위성항행기술 선진국 도약과 위상 제고 및 기술 선점을 위해 과제 수행과 더불어 유관 국제 기술회의 및 정책회의 활동에 적극적으로 참여함
- 장비/시설/운용/인증에 관련된 유관기관이 참여토록 하여 향후 국내 구축에 충분히 대비할 수 있도록 해야 함
- 향후, 필요에 따라 항행분야 연구단 추진 시에 이에 편입되어 추진 가능하고 또한 국가 인프라 구축이라는 과제 특성을 반영하여 일원화된 사업

추진체계를 구축하는 것을 지향함

□ 총 연구기간 및 총 연구개발비

○ 연구기간 : 4년

○ 연구개발비 : 93억 원

□ 연구개발결과의 활용방안

○ 본 연구를 통하여 운용기술 개발로 최적 항로를 설정할 수 있는 도구를 제공함으로써 항공기 연료 절감, 비행시간 단축, 관제 효율 향상 등 차세대 항행기술의 개발 목표에 부합하는 성과를 달성할 수 있음

○ 기획 연구를 통해 도출된 본 연구에서 수행될 각종 과제의 결과물들은 국가 차원의 차세대 항행시설 구축 계획을 이행하기위한 시스템 및 운용에 관한 규정 제정에 활용될 것으로 예상되며, 직접적으로 본 연구에서 구축된 시범공항 GBAS CAT-I 시스템은 2009년 11월 심의 의결된 ‘차세대 항행안전시설 구축 기본계획’ (2009.11, 국토해양부)에 수록된 국내 공항 항공항법 인프라 개발에 계획된 시범공항 구축시스템의 일환으로 활용될 수 있을 것으로 예상된다.

○ 또한 수행기관이 확보한 각종 관련 장비, 모니터링 시스템 및 핵심기술인 시험평가 기준서와 이를 수행한 경험 등은 시범공항 확대사업에 활용되어 차세대 항행시스템의 실용화 기술 확보와 시스템 구축의 승인기준 마련에 큰 도움이 될 것으로 예상됨.

○ 연구를 통해 확보된 핵심기술은 향후 구축사업단계에 산업체로 이전되어 기업의 기술 경쟁력을 향상시키고, 운용 소프트웨어 및 항공탑재장비개발에도 활용

○ 연구를 통해 확보된 기술 경험은 국가 차원의 차세대 항행시설 구축 계획 수립과 시스템 및 운용에 관한 규정 제정에 활용

○ 연구를 통해 확보된 핵심기술은 민간항공인프라 뿐만 아니라 다양한 분야에 활용이 가능하며, 특히, 군사적인 목적의 기술에도 활용

○ 성능 규정이 가장 엄격한 항공분야의 위성항행시스템은 기본구조가 비슷한 텔레매틱스, LBS, ITS, GIS, 선박운항관제 등 분야에 응용

○ 위성항법 기반의 기술은 기존의 항법이나 측량목적 이외에 통신의 시각동기, 긴급구조, 미아추적, 노인복지, 레저 등으로 응용분야가 확대되고 있

어, 차세대 핵심 산업의 하나로 성장이 예상되는 분야로 기술개발에 따른

- 항공인프라 구축, 각종시설 유지, 항공운항 및 항공안전과 관련 된 기술을 전적으로 해외에 의존하고 필요이상의 예산을 투자하였으나 관련 기술은 국내에 이전되지 않았음. 본 과제의 수행을 통해 IT 기술을 기반으로 한 차세대 항행시스템의 핵심기술을 확보함으로써 기술 예측에서 벗어난 것은 물론 기술 자립국으로 변모가 기대됨
- 주요핵심기술의 확보로 해외 기술과 시스템의 운용에 따른 불리한 유지보수 예산의 낭비가 개선되고, 확보된 국내 기술 주도로 시스템 구축 및 운영 유지가 가능하여, 항행시스템 운용자 및 이용자들의 요구사항에 적절히 대처
- 국제표준규약에 준한 차세대 항행시스템의 핵심기술과 제반 기술을 확보함으로써, 상용화 기술 연구와 차세대 항행시스템의 조기 구축 기반을 마련하여, 국내 산업체 주도로 새로운 항행시스템 구축에 따른 수입대처 효과와 기회이익을 최대화 할 수 있음
- 우리나라가 국제 경제력을 확보하고 있는 IT 기술과 각종 인프라를 차세대 항공교통 핵심기술을 접목함으로써, 차세대 항행시스템 관련 산업의 국가 경쟁력 제고가 가능하며 관련 부분의 산업화가 가능
- 차세대 항행시스템은 국제표준규약 제정단계이고, 관련 기술 표준화가 계속 진행되고 있으므로 핵심기술을 보유할 경우, 국내 IT 인프라를 이용하여 기술선진국과 다양한 형태의 기술 협력을 통하여 항행시스템 사업모델 창출

제 8 장 참고문헌

- [1] 황순하, "GBAS 개념 및 동향 연구", 항공안전본부, 2006. 5
- [2] 국토해양부, “차세대 항행안전시설 구축 기본계획(안)”, 차세대 항행안전시설 정책조정협의회 가결안, 2009. 11
- [3] ICAO Annex 10. SARPs for Aeronautical Telecommunications, VOL 1, Radio Navigation Aids, 2004. 9
- [4] 배중원, 김동민, 남기욱, "PEGASUS를 활용한 GBAS 성능평가 방안 연구", 2005. 9
- [5] 이은성 외. “지상기반 지역보강시스템(GBAS)에서 미지정수 활용 연구”, 한국항공운항학회, 2007
- [6] 남기욱 외. “국가위성항법 시스템 구축 방안” 한국항공우주연구원. 2005
- [7] 김필수, "GNSS를 이용한 계기비행절차(RNAV_{GNSS}) 설계 기술동향”, 항공우주산업기술동향 5권 1호 pp.93~103, 2007
- [8] Broadford W, Parkinson, James J, Spiker Jr, Global Positioning System : Theory and Applications, AIAA 1996
- [9] B. Hofman-Wllenhof, H. Lichtenengger, and J. Collins., Global Positioning System :Theory and practice, Springer-Verlag, Wien, 1997.
- [10] 한국교통연구원, “지방공항 운영체계 개선방안 연구” 보고서, 2005. 6
- [11] 항공우주연구원, “항공용 위성항법시스템 기반기술 개발” 4차년도 보고서, 2008. 11
- [12] RTCA Document No. DO-208, Minimum Operational Performance Standards for Airborne Supplementation Navigation Equipment Using Global Positioning System (GPS), 12 July 1991, prepared by RTCA Special Committee (SC) 159, Washington D.C.
- [13] RTCA Document No. DO-301, Minimum Operational Performance Standards for Global Navigation Satellite System (GNSS) Active Airborne Antenna Equipment for the L1 Frequency Band, 13 December 2006, prepared by RTCA Special Committee (SC) 159, Washington D.C.
- [14] International GBAS Working Group 4 Meeting, Sydney, Australia, Feb

- 7~9, 2006.
- [15] U.S. Federal Aviation Administration, Specification: Performance Type One Local Area Augmentation System Ground Facility. Washington, D.C.FAA-E-2937A, April 17, 2002
 - [16] "EUREF-IP Streaming GNSS data over the Internet using Ntrip 1.0" Federal Agency for Cartography and Geodesy(BKG) Frankfurt, Germany.
 - [17] Naoki FUJII, "Current GBAS R&D Status in Japan", International GBAS Working Group 4 Meeting, Sydney, Australia, Feb 7~9, 2006
 - [18] 건설교통부, "한국공역체계 개설 연구" 최종보고서, 2001. 9
 - [19] [HTTP://Kosis.nso.go.kr/](http://Kosis.nso.go.kr/), 통계청 통계정보시스템
 - [20] 항공우주연구원, "국가교통핵심기술개발사업" 연구개발 계획서, 2006. 8
 - [21] 한국공항공단, 한국항공우주연구소, "위성항법시스템 개발 3차년도 최종보고서", 2000. 11
 - [22] P. Enge, "Local Area Augmentation of GPS for the Precision Approach of Aircraft," IEEE, Vol. 87, January. 1999
 - [23] D.Akos, R. e. Phelts, S. Pullen, P.Enge, "GPS Signal Quality Monitoring: Test Results," Proceedings of the ION 2000 National Technical Meeting. Anaheim, CA., Jan. 26-28, 2000, pp. 536-541
 - [24] A. Mitelman, R.E. Phelts, D. Akos, S. Pullen, P. Enge, " A Real Time Signal Quality Monitor for GPS Augmentation Systems," Proceedings of ION GPS 2000. Salt Lake City, UT., Sept. 19-22, 2000, pp.862-871
 - [25] G. Xie, S. Pullen, M. Luo, P.L. Normark, D. Akos, J. Lee, P. Enge, B. Pervan, "Integrity Design and Updated Test Results for the Stanford LAAS Integrity Monitor Testbed," Proceedings of the ION 57th Annual Meeting, Albuquerque, NM., June 11-13, 2001, pp 681-693
 - [26] Gang Xie "Optimal On-Airport Monitoring of The Integrity of GPS-Based Landing Systems" Ph.D. Dissertation, Stanford University, March 2004
 - [27] U.S. Federal Aviation Administration, Specification: Performance Type One Local Area Augmentation System Ground Facility. Washington, D.C.,

- FAA-E-2937A, April 17, 2002
- [28] B. Pervan and I. Sayim, "Sigma Inflation for the Local Area Augmentation of GPS," IEEE Transactions on the Aerospace and Electronic Systems, Vol. 37, October, 2001
 - [29] GNSS-Based Precision Approach Local Area Augmentation System(LAAS) Signal-In-Space Interface Control Document(ICD) Washington, D.C.: RTCA/DO-246B SC-159, WG-2, DO-229C, Nov. 28, 2001
 - [30] Per-Ludvig Normark, "Ground Facility Prototype Development to Support High-Integrity Aircraft Approach and Landing Using GPS," Master's Thesis, Lulea University of Technology, 2002
 - [31] S. Pullen, M. Luo, S. Gleason, G. Xie, D. Akos, P. Enge, B. Pervan, "GBAS Validation Methodology and Test Results from the Stanford LAAS Integrity Monitor Testbed," Proceedings of ION GPS 2000, Salt Lake City, UT., Sept 19-22, 2000, pp. 1191-1201
 - [32] Per-Ludvig Normark, "Ground Facility Prototype Development to Support High-Integrity Aircraft Approach and Landing Using GPS," Master's Thesis, Lulea University of Technology, 2002
 - [33] G. Werber, D. Dettmering, H. Gebhard "Network Transport of RTCM via Internet Protocol(Ntrip)"
 - [34] Navstar GPS Space Segment/Navigation User Interfaces, Arinc Research Corporation, Apr. 2000
 - [35] Minimum Operational Performance Standards for GPS Local Area Augmentation System (LAAS), Washington, DC, USA, RTCA/DO-253A, Nov 28, 2001
 - [36] Minimum Aviation System Performance Standards for the Local Area Augmentation System Airborne Equipment, Washington, DC, USA, RTCA/DO-245, 1998
 - [37] Minimum Operational Performance Standards for Global Positioning System/Wide Area Augmentation System Airborne Equipment,

- Washington, DC, USA, RTCA/DO-229C, Nov 28, 2001
- [38] Curtis A. Shively, "Preliminary Analysis of Requirements for CAT IIIB LAAS", The Mitre Corporation, 2001
 - [39] EUROCONTROL, "Pegasus Status and Planning", International GBAS Working Group 4 Meeting, Sydney, Australia, Feb 7~9, 2006
 - [40] 이영재, 곽현호, 지규인, 박찬식, 김일선, 이장규, 김춘식, "GPS를 이용한 위치측정에 Klobuchar 전리층 지연시간 모델의 적용", 한국항공우주학회지 23권 6호 1995년 12월, pp. 128-135
 - [41] Walter, T., "WAAS MOPS: Practical Examples", Institute of Navigation, National Technical Meeting, San Diego, California, January 1999
 - [42] SBAS Ionospheric Working Group, "Ionospheric Research Issues for SBAS - A White Paper", ICAO Navigation Systems Panel (NSP) Meeting, February 2003
 - [43] 한재호, 임삼성, "GPS 정밀도 향상을 위한 전리층 지연 효과에 관한 연구", 10차 GNSS Workshop, 2003년 9월, pp. 441-445
 - [44] Luo, M., et. al., "LAAS Ionosphere Spatial Gradient Threat Model and Impact of LGF and Airborne Monitoring", Institute of Navigation's GPS/GNSS Meeting, Portland, Oregon, USA, September 2003
 - [45] Kee, C., Sohn, Y., and Park, J., "Modified Tomographic Estimation of the Ionosphere Using Fewer Coefficients", Institute of Navigation's GPS/GNSS Meeting, Portland, Oregon, USA, September 2003
 - [46] 최병규, 박종욱, 박필호, "한반도 상공의 준 실시간 전리층 모델 개발", GNSS 기술협의회 Workshop, 2004.11
 - [47] Konno, H., Pullen, S., Luo, M., and Enge, P., "Analysis of Ionosphere Gradient Using Japan GEONET Data", Institute of Navigation's National Technical Meeting, San Diego CA, January 2005
 - [48] Datta-Barua, S., T. Walter, J. Blanch, and P. Enge, "Can WAAS Availability Be Inferred From Geomagnetic Data? An Analysis", Proceedings of the Ionospheric Effects Symposium 2005, Alexandria, Virginia, May 2005

- [49] Manuel Hernandez-Pajares et al., "EGNOS Test Bed Ionospheric Corrections Under the October and November 2003 Storms", IEEE transactions on Geoscience and Remote Sensing, vol. 43, no.10, October 2005, pp.2283-2293
- [50] 김정래, 양태형, 이영재, 전향식, 송재훈, "GBAS 적용을 위한 전리층폭풍 연구", 한국항공우주학회 춘계학술대회, 강원도 평창, 2006.04
- [51] Solar Terrestrial Dispatch web site, "<http://www.spacew.com/swim/>"
- [52] ESA EGNOS Home Page, <http://www.esa.int/esaNA/egnos.html>
- [53] CODE GIM Web site, <http://www.cx.unibe.ch/aiub/ionosphere.html>
- [54] “우리나라 공역현황“ 건설교통부 항공국
- [55] “항공기 접근 범주등급 분류”, 박준수, 강순창, 서울지방항공청 관제통신국 , 2002
- [56] “알기쉬운 공항 운영 개념”, 건설 교통부, 서울지방항공청
- [57] “GPS Integrity and Potential Impact on Aviation Safety”, Safety Regulation Group, CAA PAPER 2003/9
- [58] “Galileo Integrity Concepts”, Arne Rinnan, Nordic SatNav User Conference, Kongsberg Seatex AS 2005-11-29
- [59] “GPS-BASED AIRCRAFT LANDING SYSTEMS WITH ENHANCED PERFORMANCE : BEYOND ACCURACY”, Jiyun Lee, March 2005
- [60] “The Galileo Integrity Concept and Performance”, Veit Oehler, Francesco Luongo, Hans L. Trautenberg, Juan-Pablo Boyero, Jan Krueger, Tanja Rang, Galileo-Industries GmbH, GNSS05 Paper
- [61] "GNSS/Galileo Global and Regional Integrity Performance Analysis", Helmut Blumenhofer, Walter Ehret, Arian Leonard, THALES ATM GmbH, Eduarda Blumenhofer, NavPos Systems, ION 2004
- [62] “GALILEO’s SERVICES”, Lyn Dutton, Thales Avionics Limited, David Rumens, Thales, William Forrest, Thales ATM, UK, Luis Ruiz, ESA Galileo Interim Support Structure, Belgium
- [63] ERIS(External Regions Integrity Service) A concept for discussion, Eric Guyader Galileo Joint Undertaking, Technical Division

- [64] "WORLD WIDE RADIO NAVIGATION SYSTEM Evaluation of GALILEO Performance against Maritime GNSS Requirements", SUB-COMMITTEE ON SAFETY OF NAVIGATION, 49th session, Agenda item 13, Submitted by the European Commission, INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION
- [65] "Galileo and GPS Differential Integrity Performance for Area Terrestrial Networks", Andreas Schmitz-Peiffer, Marcel Abele, EADS Astrium GmbH, Charles S. Dixon, Russell Morrison, EADS Astrium Ltd
- [66] "Assessment of GALILEO performance based on the GALILEO System Test Bed experimentation results", Marco FALCONE, Francisco AMARILLO, Erik VAN DER WENDEN, ESA ESTEC, Noordwijk, The Netherlands, ION 2004
- [67] "GSSFP2.OM.001 – GSSF V2 – Operations Manual (SVS Only) – Issue 5 – Revision 3", VEGA Informations-Technologien GmbH, Hilpertstraße 20A, D-64295 Darmstadt, Germany
- [68] "GSSFP2.OM.001 – Appendices A&B – Reference Scenario (SVS Only) – Issue 5 – Revision 3", GSSF Team, Frank Zimmerman, GSSF Project Manager, Christine Dingeldey, VEGA GmbH Quality Assurance Manager
- [69] "GSSFP2.OM.001 – Appendix C – Recorded File Structure (SVS Only) – Issue 5 – Revision 3", GSSF Team, Frank Zimmerman, GSSF Project Manager, Christine Dingeldey, VEGA GmbH Quality Assurance Manager
- [70] "GSSFP2.OM.002 – Algorithms and Models (SVS Only) – Issue 5 – Revision 1", GSSF Team, Frank Zimmerman, GSSF Project Manager, Christine Dingeldey, VEGA GmbH Quality Assurance Manager
- [71] "Galileo System Simulation Facility", Frank Zimmermann, Thomas Haak, Chris Hill, VEGA Informations-Technologien GmbH, Hilpertstrasse 20A, 64295 Darmstadt, Germany
- [72] "Generating Galileo Raw Data – Approach and Application", Frank Zimmermann, Thomas Haak, Eduard Steindl, Sathish Vardarajulu, Osman Kalden, Vega Informations Technologien GmbH, Hilpertstraße 20 A,

64295 Darmstadt

- [73] "Augmentation (SBAS/GBAS)", Dr. TODD WALTER, Stanford University, 11TH International Flight Inspection Symposium, Providencia-Santiago-Chile
- [74] "User Integrity Risk Calculation at the Alert Limit without Fixed Allocations", Veit Oehler, Hans L. Trautenberg EADS Astrium GmbH, ION GNSS 2004
- [75] Trent A. Skidmore, Frank van Graas, "An Investigation of Tropospheric Errors On Differential GNSS Accuracy and Integrity", ION GNSS 17th International Technical Meeting of the Satellite Division, 21-24 Sept, 2004, Long Beach, CA
- [76] Jeongrae Kim, Tae Hyoung Yang, Young Jae Lee, Hyang Sig Jun, Gi Wook Nam, "Ionospheric Storm and Spatial Gradient Analysis for GBAS", IAIN/GNSS 2006 Vol.1. pp.361~365, 2006
- [77] 김정래, 양태형, 이은성, 전향식, 위성항법시스템 적용을 위한 전리층 지연값 기술기 연구, 제어·자동화·시스템공학 논문지, 12권, 9호, pp898~904, 2006
- [78] Jeongrae Kim, Young Jae Lee, Hyang Sig Jun, and Joong-Won bae, "Ionospheric Storm and Spatial Gradient Analysis", TimeNav 2007, European Navigation Conference, Geneva, Switzerland, May 2007
- [79] International GBAS Working Group Meeting, Toulous, France, Nov 29~30, 2006
- [80] 항공법 제80조 : 비행장 및 항행안전시설의 관리
- [81] 항공법 제80조의2 : 항행안전시설의 성능적합증명
- [82] 국토해양부고시 제339호 : 항행안전시설 비행검사 규정
- [83] Airservices' Operating Certificates Part 171 : Aeronautical Telecommunication and Radio navigation Services
- [84] Airservices' Operating Certificates Part 172 : Air Traffic Services
- [85] Airservices' Operating Certificates Part 173 : Instrument flight procedure design

- [86] ICAO Annex 2 : Rules of the Air
- [87] ICAO Annex 10 (Vol. 1) : Radio Navigation Aids
- [88] ICAO Annex 10 (Vol. 3–Part 1) : Communication Systems – Digital Data Communication Systems
- [89] ICAO Annex 10 (Vol. 5) : Aeronautical Radio Frequency Spectrum Utilization
- [90] ICAO Doc 4444 : Procedures for Air Navigation Services – Air Traffic Management.
- [91] ICAO Doc 8071 : Manual on Testing of Radio Navigation Aids. Volume II
- [92] ICAO Doc 8168 : Procedures for Air Navigation Services – Aircraft Operations – Construction of Visual and Instrument Flight Procedures Volume II.
- [93] ICAO Doc 9613 : Performance–Based Navigation (PBN) Manual
- [94] ICAO Doc 9718 : Handbook on Radio Frequency Spectrum Requirements for Civil Aviation including Statement of Approved ICAO Policies
- [95] ICAO Doc 9750 : Global Air Navigation Plan for CNS/ATM Systems
- [96] ICAO Doc 9776 : Manual on VHF Digital link (VDL) Mode 2
- [97] ICAO Doc 9805 : Manual on VHF Digital link (VDL) Mode 3
- [98] ICAO Doc 9816 : Manual on VHF Digital link (VDL) Mode 4
- [99] ICAO Doc 9828, ANCONF/11 : Report of the Eleventh Air Navigation Conference (2003)
- [100] ICAO Doc 9849 : Global Navigation Satellite System (GNSS) Manual
- [101] FAA AC 120–29A : Criteria for Approval of Category 1 and Category 2 Weather minimal for Approach
- [102] FAA Order 7210.3U : Facility Operation and Administration
- [103] FAA Order 7210.55C : Operational Data Reporting Requirements
- [104] FAA Order 7400.2F : Procedures for Handling Airspace Matters
- [105] FAA Order 7400.8N : Special Use Airspace
- [106] FAA Order 8260.48 : Area Navigation(RNAV) Approach Construction Criteria

- [107] FAA Order 8260.51 : Required Navigation Performance(RNP) Instrument Approach Procedure Construction
- [108] FAA N JO 7210.645 : Air Traffic Organization Policy : Operational Error Severity and Proximity Events
- [109] FAA N JO 7210.661 : Air Traffic Organization Policy – Operational Error Severity and Proximity Events
- [110] FAA N JO 7210.663 : Air Traffic Organization Policy – Terminal/TRACON Audit Process for Operational Errors & Operational Deviations
- [111] EUROCONTROL ED-12B : Software Considerations in Airborne Systems and Equipment Certification
- [112] EUROCONTROL ED-23B : MOPS for airborne VHF Rx-Tx operating in the frequency range 117.975–136.975 MHz
- [113] EUROCONTROL ED-72A : MOPS for Airborne GPS Receiving Equipment used for Supplemental Means of Navigation
- [114] EUROCONTROL ED-75B : MASPS Required Navigation Performance for Area Navigation
- [115] EUROCONTROL ED-76 : Standards for Processing Aeronautical Data
- [116] EUROCONTROL ED-77 : Standards for Aeronautical information
- [117] EUROCONTROL ED-88 : MOPS for MMR including ILS, MLS and GPS used for Supplemental Means of Navigation
- [118] EUROCONTROL ED-90A : Radio Frequency Susceptibility Test Procedures
- [119] EUROCONTROL ED-92A : MOPS for Airborne VDL Mode-2 Transceiver operating in the frequency range 118–136.975 MHz
- [120] EUROCONTROL ED-95 : MASPS for a Global Navigation Satellite System GBAS to support CAT1 Operations
- [121] EUROCONTROL ED-100A : Interoperability Requirements for ATS Applications using Arinc 622 Data Communications
- [122] EUROCONTROL ED-108A : MOPS for the Very High Frequency (VHF)

Digital Link (VDL) Mode 4 Aircraft Transceiver

- [123] EUROCONTROL ED-114 : MOPS for a GBAS ground facility to support CAT I approach and landing
- [124] EUROCONTROL ED-109 : Guidelines for CNS/ATM Systems Software Integrity Assurance
- [125] FAA, EUROCONTROL, International GBAS Working Group 8 Meeting, Palermo, Italy, Mar 3~6, 2009

부록 A. 과제 공모를 위한 RFP

연구과제명	위성항법 지역보강시스템 운용기술 개발
1. 연구 목표	□ GBAS CAT-I 인증체계 및 시험시스템 기술개발 □ GBAS CAT-I 시범공항 구현 및 시설 인증기술 개발 □ GBAS CAT-I 시험평가 및 시범운영 ※ GBAS : Ground Based Augmentation System
2. 연구 필요성 및 기술 동향	□ 연구의 필요성 □ 국제민항기구(ICAO)는 GNSS기반의 항공항법으로 점진적으로 전환해 나가는 전략을 추진하고 있음 (ICAO Global Plan) □ 폭증하는 항공교통 수요의 충족과 GBAS의 장점으로 인해, 전 세계적으로 GBAS 개발 및 적용연구가 활발함 ※특히 국내 공항의 활주로 운영환경은 주변에 지형지물에 의한 장애물이 많아, 항공기 활주로 접근시의 안전을 보장하기 위하여 서도 GBAS CAT-I 기술의 조속한 적용이 절실함 (1993년 목포공항의 아시아나항공 지상충돌 사고 및 2003년 김해공항의 중국항공 지상충돌 사고) □ 국제적 추세와 우리나라 고유의 운항 특성을 고려할 때, GBAS의 국내 공항 구축은 당연할 것으로 예상되므로, 이를 대비한 사전연구가 필수적임 □ 차세대 항행시스템 시장에서 선점이 가능한 기술을 조기에 확보하고 기술 표준 활동을 주도하여 국가 기술력과 위상을 제고하는 기회 □ 국내외 기술동향 □ 국내 기술 동향 ○ 국내 국책연구를 통해 2회의 위성항법분야 연구개발이 수행된 바가 있으나 GBAS의 기본적인 알고리즘을 구현한 기초기술 연구 수준

	○ 차세대 위성항행시스템 기술개발을 위한 각 요소기술의 기술수준은 평균 60%수준이며, 전문인력 보유 50% 이하, 인프라 구축정도 또한 30%이하로 연구 인프라 및 역량의 보강이 필요 ○ 공항운영등급 마스터플랜(2007년 1월 재작성, 항공안전본부)에 따르면 국제공항 및 관문공항은 양방향 모두 CAT-I이상 운영할 예정이며, 지방공항 또한 CAT-I 이상 운영할 예정 □ 국외 기술 동향 ○ GBAS CAT-I에 대해서는 ICAO의 기술표준 및 권고안(SARPs) 제정이 완료된 실용화 전단계이나, CAT-II/III에 대해서는 연구 착수단계 수준임 (이하, 별도 언급이 없으면 GBAS CAT-I 기술에 대한 국외 동향임) ○ 항공기 탑재장비는 미국 Rockwell Collins사가 MMR (Multimode Receiver)에 내장하여 FAA의 인증을 완료하였음 ○ 지상 장비는 미국 Honeywell사와 프랑스 Thales사에서 출시되고 있으며 인증완료 단계에 있음 ○ 선진 각국의 공항은 장비를 설치 운용하며, 시설 및 서비스 부분의 인증 (Facility Approval & Service Approval)에 대한 준비를 수행하고 있음 ○ 각국 항공사들은 공항과 협조하여 Facility와 Service Approval을 각국 항공사들은 공항과 협조하여 Facility와 Service Approval을 지원 및 준비함 (Qantas, FEDEX, JAL 등) ○ 스페인, 브라질, 스웨덴, 호주, 프랑스 등의 국가에서 CAT-I 성능을 만족시키는 GBAS 지상 장비를 공항에 설치하여 사용할 예정 ○ GBAS CAT-II/III에 대해서는 연구개발 초기 단계임
3. 연구내용	□ 연구개발 내용 요약 ○ GBAS CAT-I 인증체계 및 시험시스템 기술개발

- A-1 GBAS CAT-I 인증기준 개발
- A-2 GBAS CAT-I 비행시험시스템 및 인증 체계 개발
- A-3 GBAS CAT-I 시험평가 기술 개발
- GBAS CAT-I 시범공항 구현 및 시설 인증기술 개발
 - B-1 GBAS CAT-I 시설 운영 기준 및 절차 개발
 - B-2 GBAS CAT-I 시설 유지보수 절차 개발
 - B-3 GBAS CAT-I 시범공항 선정 및 시설 구축
- GBAS CAT-I 시험평가 및 시범운영
 - C-1 GBAS CAT-I 기반 운항절차 수립 및 시뮬레이션
 - C-2 지상 및 비행시험

□ 연구개발 내용

- GBAS CAT-I 인증체계 및 시험시스템 기술개발
 - A-1 GBAS CAT-I 인증기준 개발
 - A-1-1 ICAO/FAA/RTCA 기준 분석
 - A-1-2 GBAS 인증기준(System, Facility, Operation approval) 개발
 - A-2 GBAS CAT-I 비행시험시스템 및 인증 체계 개발
 - A-2-1 GBAS CAT-I 탑재시스템 개발
 - A-2-2 데이터 측정 및 지상 모니터링 시스템 개발
 - A-2-3 GBAS CAT-I 인증 체계 개발
 - A-3 GBAS CAT-I 시험평가 기술 개발
 - A-3-1 장비성능 적합성 검증(System design approval) 기술 개발 및 평가
 - A-3-2 시설인증(Facility approval) 기술 개발 총괄 및 평가
 - A-3-3 운용인증(Operation approval) 기술 개발 총괄 및 평가
- GBAS CAT-I 시범공항 구현 및 시설 인증기술 개발
 - B-1 GBAS CAT-I 시설 운영 기준 및 절차 개발
 - B-1-1 GBAS CAT-I 장비 설치/운영/관리 기준 개발

	• B-1-2 사이트 적합성 시험 및 비행점검 방법 개발 • B-1-3 GBAS CAT-I Broadcast 주파수 인가 및 채널 배정 - B-2 GBAS CAT-I 시설 유지보수 절차 개발 • B-2-1 GBAS CAT-I 장비 점검 및 유지보수 절차 개발 • B-2-1 GBAS CAT-I 종사자 교육/훈련 절차 개발 • B-2-2 GBAS CAT-I 시스템 감시 및 장애복구 - B-3 GBAS CAT-I 시범공항 선정 및 시설 구축 • B-3-1 시범공항 선정을 위한 안전성/기술성 분석 • B-3-1 장비 도입지침서 개발 • B-3-2 GBAS CAT-I 장비 선정 및 설치 ○ GBAS CAT-I 시험평가 및 시범운영 - C-1 GBAS CAT-I 기반 운항절차 수립 및 시뮬레이션 • C-1-1 RNAV/GLS 운항절차 연구 • C-1-2 GBAS CAT-I 운항절차 시뮬레이션 및 평가 - C-2 지상 및 비행시험 • C-2-1 정확도/무결성/연속성/가용성 시험 • C-2-2 지상/비행 점검 및 서비스 영역 시험 • C-2-3 GBAS CAT-I 운항절차 시험
4. 연구 추진방법	
☐ 추진전략	○ GBAS CAT-I 장비에 대한 기술자립화 기반을 확보하며 조기에 국내 구축할 수 있도록 추진 - 향후 유사시, 혹은 시장 판도에 따라 국내 독자개발이 가능토록 GBAS 기술의 핵심이 되는 기술은 상용화 수준으로 확보 - 선진국의 장비 및 도입가능 기술을 최대한 활용하여 개발 기간 단축 및 비용 절감 - 국내 활용 가능 기술을 분석하여, 향후 활용할 수 있도록 추진 ○ CAT-I 시범공항을 구축하여 시험평가를 수행함으로써 향후 연구개발 기반 확보와 더불어 구축을 실용계획수립 기초자료를 제공

	- 시험평가에 필요한 계측 시스템 및 평가기술을 확보하여 향후 추가적 연구개발 및 운용기술 확보 - 실제 운용에 근거한 비용 및 가용도 분석 결과 자료를 바탕으로 국내 공항 구축 정책 수립 ○ 국제민간항공기구 이사국 지위에 맞는 위성항행기술 선진국 도약과 위상 제고 및 기술 선점을 위해 과제 수행과 더불어 유관 국제 기술회의 및 정책회의 활동에 적극적으로 참여함
☐ 추진체계	○ 장비/시설/운용/인증에 관련된 유관기관이 참여토록 하여 향후 국내 구축에 충분히 대비할 수 있도록 해야 함
5. 성과물	
☐ 주요 성과물	○ GBAS CAT-I 인증체계 및 시험시스템 기술 개발 - GBAS CAT-I 인증기준 개발 • ICAO/FAA/RTCA 국제기준 분석 : 기준 분석서 • GBAS 인증기준 개발 : 인증 기준서 - GBAS CAT-I 비행시험시스템 및 인증 체계 개발 • GBAS CAT-I 탑재시스템 개발 : 탑재시스템 시제품 • 데이터 측정 및 지상 모니터링 시스템 개발 : 데이터 측정 및 지상 모니터링 시스템 시제품 • GBAS CAT-I 인증 체계 개발 : 인증체계 개발 보고서 - GBAS CAT-I 시험 평가 기술개발 • 장비성능 적합성 검증 기술 개발 및 평가 : 장비성능 적합성 검증 시험평가 기술서 및 시험평가 결과서 • 시설인증 기술 개발 및 평가 : 시설인증 시험평가 기술서 및 시험평가 결과서 • 운용인증 기술 개발 및 평가 : 운용인증 시험평가 기술서 및 시험평가 결과서 ○ GBAS CAT-I 시범공항 구현 및 시설 인증기술 개발 - GBAS CAT-I 시설 운영 기준 및 절차 개발 • GBAS CAT-I 장비 설치/운영/관리 기준 개발 : 장비 설

- 치/운영/관리 기준 개발 보고서
- 사이트 적합성 시험 및 비행점검 방법 개발 : 사이트 적합성시험 및 비행점검 방법 개발 보고서
- GBAS CAT-I Broadcast 주파수인가 및 채널 배정 : 무선국 인가 절차 보고서
- GBAS CAT-I 시설 유지보수 절차 개발
 - GBAS CAT-I 장비 점검 및 유지보수 절차 개발 : 장비 점검 및 유지보수 절차 개발 보고서
 - GBAS CAT-I 종사자 교육/훈련 절차 개발 : 종사자 교육/훈련 절차 개발 보고서
 - GBAS CAT-I 시스템 감시 및 장애복구 : 시스템 감시 및 장애복구 절차보고서
- GBAS CAT-I 시범공항 선정 및 시설 구축
 - 시범공항 선정을 위한 안전성/기술성 분석 : 안전성 및 기술성 분석 보고서
 - 시설 구축을 위한 도입 지침서 개발 : 도입 지침서
 - GBAS CAT-I 장비 선정 및 설치 : 장비 선정 및 설치 보고서 및 시제품
- GBAS CAT-I 시험평가 및 시범운영
 - GBAS CAT-I 기반운항절차 수립 및 시뮬레이션
 - RNAV/GLS 운항절차 연구 : 시범공항 운항절차 연구보고서
 - GBAS CAT-I 운항절차 시뮬레이션 및 평가 : 시뮬레이션 소스, 동영상 및 평가보고서
 - 지상 및 비행시험
 - 정확도/무결성/연속성/가용성시험 : 지상 장비 및 비행시험 결과보고서
 - 지상/비행 점검 및 서비스영역시험 : 지상/비행 점검 및 서비스영역 시험결과보고서
 - GBAS CAT-I 운항절차 시험 : 운항절차 시험 결과보고서

6. 연구기간

및 소요예산

○ 총 연구기간 및 총 연구개발비

- 연구기간 : 4년
- 연구개발비 : 93억 원

○ 소요예산

- 1차년도(2010년) : 10억 원

- GBAS CAT-I 인증기준 개발
- GBAS CAT-I 비행시험시스템 및 인증 체계 설계
- GBAS CAT-I 시범공항 선정 및 시설 구축

- 2차년도(2011년) : 35억 원

- GBAS CAT-I 비행시험시스템 SW 개발 및 인증 체계 상세설계
- GBAS CAT-I 시험평가 절차 개발
- GBAS CAT-I 시설 운영 기준 및 절차 개발
- GBAS CAT-I 시설 유지보수 절차 개발
- GBAS CAT-I 시범공항 선정 및 시설 구축
- 지상 및 비행시험

- 3차년도(2012년) : 28억 원

- GBAS CAT-I 비행시험시스템 개발 및 인증 체계 개발
- GBAS CAT-I 시험평가 기술개발
- GBAS CAT-I 시설 운영 기준 및 절차 개발
- GBAS CAT-I 시설 유지보수 절차 개발
- GBAS CAT-I 시범공항 선정 및 시설 구축
- GBAS CAT-I 기반 운항절차 수립 및 시뮬레이션
- 지상 및 비행시험

- 4차년도(2013년) : 20억 원

- GBAS CAT-I 비행시험시스템 및 인증 체계 성능평가
- GBAS CAT-I 인증 시험평가
- GBAS CAT-I 시설 운영 기준 및 절차 개발

	• GBAS CAT-I 시설 유지보수 절차 개발 • GBAS CAT-I 시범공항 선정 및 시설 구축 • GBAS CAT-I 기반 운항절차 수립 및 시뮬레이션 • 지상 및 비행시험
7. 기타	○ 본 연구개발은 GBAS CAT-I의 국내 구축을 대비하여 수행하는 연구개발 과제로 현지화에 필요한 핵심기술 자립화, 기타 소요기술 확보, 구축, 성능평가, 가용도 분석, 운용기술 확보 등 국가 인프라 구축에 관한 연구개발 과제이므로, 정부출연금을 100% 까지 지원 가능 ○ 총 지원예산 및 연차별 지원예산은 향후 선정평가 결과 또는 정부예산 사정에 따라 조정될 수 있음 ○ 연구책임자(기관)는 성과목표·지표별 달성목표치 및 가중치 등을 연구개발계획서에 제안하여야 함 ○ ※과제선정 후 해당 연구책임자(기관)에 대한 진도점검·관리 및 성과평가 등의 근거자료로 활용 계획 ○ 기 수행(종료과제, 중단과제) 및 현재 수행중인 동 과제 관련 연구개발결과와의 중복성 검토 및 연계·활용방안을 구체적으로 연구계획에 포함 ○ 향후, 필요에 따라 항행분야 연구단 추진 시에 이에 편입되어 추진 가능하고 또한 국가 인프라 구축이라는 과제 특성을 반영하여 일원화된 사업추진체계를 구축하는 것을 지향함

부록 B. 과제 공모를 위한 RFP 요약서

I. 연구과제명

- 위성항법 지역보강 시스템 운용기술 개발

II. 연구목표

- GBAS CAT-I 인증체계 및 시험시스템 기술 개발
- GBAS CAT-I 시범공항 구현 및 시설 인증기술 개발
- GBAS CAT-I 시험평가 및 시범운영

※ GBAS : Ground Based Augmentation System

III. 연구 필요성 및 기술 동향

- 국제민항기구(ICAO)는 GNSS기반의 항공항법으로 점진적으로 전환해 나가는 전략을 추진하고 있음 (ICAO Global Plan)
 - 국제민간항공기구 항행회의에서 기존의 항행시설을 디지털 데이터 통신 기술과 위성항행시스템 기반의 새로운 항행시스템으로 전환하는 계획을 수립
 - 새로운 항행시스템을 위한 신기술 표준이 정립되고 이에 따른 시스템 전환이 이루어지는 초기단계이므로 국제민간항공기구의 표준화 활동에 참여 가능
- 연평균 10%에 달하는 항공교통 수요의 증가에 따라 주요 공항에서 항공기 이착륙 처리 능력이 한계에 달함
- 우리나라 국토의 70%가 산악 지형이므로 계기착륙시설 (ILS)과 지상고정

전파항행시설을 설치하고 운영하기에 용이하지 않으므로 항공교통량의 지속적인 증가에 대비하여 제한된 공역에서 공항의 수용 능력을 증가시킬 수 있는 신기술에 대한 연구가 필요

□ 폭증하는 항공교통 수요의 충족과 GBAS의 장점으로 인해, 전 세계적으로 GBAS 개발 및 적용연구가 활발함

- 항공용 위성항법 보강시스템은 정밀하고 다양한 접근 경로를 제공
- ILS보다 설치비용이 저렴하지만 동급의 정밀접근 기능을 제공
- 기존 계기착륙(ILS : Instrument Landing System)을 이용할 경우 직진 입만이 가능한 제한된 접근절차에 의한 이·착륙
- GBAS는 48개의 접근절차 적용이 가능하여 이·착륙 처리 능력의 현격한 증가가 가능함
- GBAS는 지형적 문제로 ILS 설치가 불가능한 비정밀접근 공항에도 적용이 가능할 수 있음

※ 특히 국내 공항의 활주로 운영환경은 주변에 지형지물에 의한 장애물이 많아, 항공기 활주로 접근시의 안전을 보장하기 위하여서도 GBAS CAT-I 기술의 조속한 적용이 절실함 (1993년 목포공항의 아시아나 항공 지상충돌 사고 및 2003년 김해공항의 중국항공 지상충돌 사고)

□ 국제적 추세와 우리나라 고유의 운항 특성을 고려할 때, GBAS의 국내 공항 구축은 당연할 것으로 예상되므로, 이를 대비한 사전연구가 필수적임

- 시범공항에의 설치, 운영을 통한 기술평가 및 향후 국내 GBAS 구축 중합계획 수립을 위한 필수자료 확보
 - GBAS 장비의 국내 지형에서의 실제적 효용성 분석
 - 인력 및 비용 등 실제적 소요 요소 파악
- 사전 제도 정비 등 구축에 따르는 기타 문제점 사전 파악
 - 운용기술 확보를 통한 실용화 구축 인증제도 준비

□ 차세대 항행시스템 시장에서 선점이 가능한 기술을 조기에 확보하고 기술 표준 활동을 주도하여 국가 기술력과 위상을 제고하는 기회

- 국제민간항공기구의 계획에 부합하는 지상기반 위성항법 보강시스템(GBAS : Ground based augmentation system)을 새로운 항행시스템으로 도입하여 우리나라 공항 수용 능력을 증가 필요
- 국제적 추세와 우리나라 고유의 운항 특성을 고려할 때, GBAS의 국내 공항 구축은 당연할 것으로 예상되므로, 이를 대비한 사전연구가 필수적임
- 국내에서 차세대 기술에 대하여 보조를 맞추지 않을 경우, 타 항공기술과 마찬가지로 자체기술 부족으로 차세대 시스템 구축이 원활하게 추진되지 못하고, 이를 선진국에 의존할 경우 국가 항공교통인프라 및 관련기술의 종속화가 재현될 것임
- 항공기의 안전한 착륙을 지원하는 위성기반의 차세대 항공항법 시스템인 GBAS CAT-I의 성능과 안전성을 검증하기 위해서는 항공법 제80조의2에 의거한 성능적합증명이 필요하며 이를 위한 인증기준 수립 및 관련 운용기술의 개발이 필요함
- 국내 기술동향
 - 국내에서는 학·연구계를 중심으로 근거리 오차보정시스템 등이 개발되었으며, 2000년대 들어 해양수산부 및 건설교통부에서 광역보정시스템 구축방안 수립되었음
 - 국가적 차원의 체계적 위성항법시스템 정책을 수립·추진하기 위하여 국가과학기술위원회는 관계 부처(건교부, 과기부, 산자부, 정통부, 해수부 등)가 공동 발의한 “위성항법시스템 종합발전 기본계획“(2005.12.13)을 마련한 바 있음
 - 2006년 건설교통 R&D 혁신로드맵과 2007년 교통R&D중장기계획 등에 항공선진화사업이 수립되어 있고, 항공선진화사업에는 차세대 항행시스템 기술 개발사업의 세부과제로 위성항법 지역보강시스템(GBAS) 기술 개발을 추진하는 것으로 되어 있음

- 국내 국책연구를 통해 2회의 위성항법분야 연구개발이 수행된 바가 있으나 이들은 기초기술에 의한 시험 장비를 제작한 수준으로써, 위성항법 지역보강시스템(GBAS CAT-I) 기술구현을 목표로 추진된 사례가 없어 향후 국내 위성항법 지역보강시스템(GBAS CAT-I)운영에 대비 기술개발 필요함
 - ※ 미 회계감사원 자료에 의한 미국의 지역항법 보강시스템 개발비는 696M\$ (약 7,000억 원)인데 반하여, 현재까지 국내 연구개발비 총 투자액은 약 30억 원 수준임
- 지상기지국 중심의 기존 항행교통시설에서 위성기반의 차세대 항행시스템으로의 전환을 위해 차세대 항행시스템에 대한 기반기술, 상용화기술, 구축기술, 시험평가 기술, 안정화 기술, 인증기술과 운용기술 등 시스템 전반에 대한 체계적 기술개발의 필요성은 느끼고 있으나, 현재까지 국제 기술동향 파악 수준에 있으며 범부처적인 국가연구 개발 사업으로 발전하지 못하고 국가차원의 명확한 계획도 수립되지 않았음
- 현재까지는 일부 대학과 한국항공우주연구원 중심으로 한 GNSS 관련 제한적인 기초연구만 수행되었고, 산업체에서는 저가 중심의 GPS 수신기가 생산되고 있을 뿐 부가가치가 높은 위성항행체계관련 연구개발은 구체적으로 진행되고 있지 않음
- 차세대 위성항행시스템 기술개발을 위한 각 요소기술의 기술수준은 평균 60%수준이며, 전문인력 보유 50% 이하, 인프라 구축정도 또한 30% 이하로 연구 인프라 및 역량의 보강이 필요함
- GBAS 지상 장비를 국내 공항에 설치하기 위해서는 인증 과정이 필수적이다. 우리나라의 경우 GBAS 관련 장비를 인증한 선례가 없기 때문에, 미국 FAA의 LAAS장비 인증을 참고 인증을 위한 방법을 마련할 필요가 있음
- 공항운영등급 마스터플랜(2007년 1월 재작성, 항공안전본부)에 따르면 국제공항 및 관문공항은 양방향 모두 CAT-I이상 운영할 예정이며, 지방공항은 양방향 모두 CAT-I 이상 운영할 예정
- MITRE사는 나온 공항에 설치된 GBAS에 대한 CAT-I서비스 가용성을 모델화 CATMITRE사가 수행하는 분석에서는 GBAS CAT-I 기지국이 18개의 우리나라 공항에 설치 될 것이라고 가정 후 VHF통달범위 예측

- GBAS CAT-I에 대해서는 ICAO의 기술표준 및 권고안(SARPs) 제정이 완료된 실용화 전단계이나, CAT-II/III에 대해서는 연구 착수단계 수준임
- 선진 각국의 공항은 장비를 설치 운용하며, 시설 및 서비스 부분의 인증 (Facility Approval & Service Approval)에 대한 준비를 수행하고 있으며, 현재 국제공항 (인천, 김포, 제주, 김해, 청주, 대구, 양양, 광주, 무안) 중 양방향 CAT-II 이상 운용 공항은 인천 공항만 해당하며, 현재 지방공항은 양방향 모두 CAT-I 이상 운영 군산 공항만 해당
- ECAC에서는 정밀접근 요구조건들에 의하여 현재 주요 공항에서 CAT-II/III등급 운영이 위협을 받고 있으나 현재 가용할 수 있는 해결책을 찾고 있으며, CAT-II/III 능력은 MLS 또는 GLS를 통해 얻어질 수 있을 것으로 보고 있으며, GBAS CAT-I은 GBAS CAT-II/III로 발전하는 연구개발 과정임

□ 국외 기술동향

- GBAS CAT-I에 대해서는 ICAO의 기술표준 및 권고안(SARPs) 제정이 완료된 실용화 전단계이나, CAT-II/III에 대해서는 연구 착수단계 수준임 (이하, 별도 언급이 없으면 GBAS CAT-I 기술에 대한 국외 동향임)
- 2006년 중 LAAS에 대한 표준모델을 개발하여 LAAS 지상설비를 업그레이드한 후 비정밀접근 공항에 서비스를 시작하여 운용비용 감소를 위해 전략적으로 추진
- 항공기 탑재장비는 미국 Rockwell Collins가 MMR (Multimode Receiver)에 내장하여 FAA의 인증을 완료하였으며, FAA가 주축이 되어 전공역 내에서 가장 비용 대 효과가 우수하고 효율적인 방식으로 항행 서비스를 제공하고자 추진
- 지상 장비는 미국 Honeywell사와 프랑스 Thales사에서 출시되고 있으며 인증완료 단계에 있음
- Honeywell SLS-4000 HMI (Hazardously Misleading Information) 보고서는 완료 및 Honeywell SLS-4000 안정화 시험이 진행 중
- Honeywell을 중심으로 단일 주파수를 기반으로 하는 CAT-II/III 성능의 GBAS 장비 연구개발 수행 중

- 선진 각국의 공항은 장비를 설치 운용하며, 시설 및 서비스 부분의 인증 (Facility Approval & Service Approval)에 대한 준비를 수행하고 있음
- 미국은 GPS RNAV 접근절차를 개발하여 적용하고 있으며 대부분의 계기 비행 활주로에 수직유도접근 방식을 개발하여 승인하고 활용을 추진 중임. 이는 주로 소형항공기(GA급 항공기)의 이착륙 안전성을 제고하고 수많은 지역 공항(Regional Airport)의 활용성을 극대화할 목적으로 공항 3곳 (Newark, New Jersey, New York)이 인접해 있는 지역에서 GBAS를 활용하여 공역을 안정적이고 효율적으로 사용할 수 있는 Newark 프로젝트 진행 중 현재 Memphis 공항의 지상 장비 및 운영 인증을 위한 Facility Approval Plan 완성, Facility Approval Check List 완성, Siting Documentation 검토 중이며, 2013년에 CAT-III를 만족하는 LAAS가 개발될 것으로 예상
- 호주 GBAS CAT-I SARPs는 이미 공포하고 Part 171에 의하여 ICAO 호환 시스템을 승인 후 시드니 공항에 설치하여 자체적으로 시스템의 오작동 또는 오류로 인한 운용 측면에서의 영향을 최소화하고 조속한 서비스 복구를 가능하게 하는 효과적인 방법을 마련함에 따라 자국의 관할구역 내에서 해당 서비스의 연속성, 가용성, 무결성, 정확성, 신뢰성이 보장 되도록 추진
- 유럽연합의 ECAC에서는 정밀접근 요구조건들에 의하여 현재 주요 공항에서 CAT-II/III등급 운영이 위협을 받고 있으나 현재 가용할 수 있는 해결책을 찾고 있으며, CAT-II/III 능력은 MLS 또는 GLS를 통해 얻어질 수 있을 것으로 보고 있으며, GBAS CAT-I은 GBAS CAT-II/III로 발전하는 연구개발 과정임
- 프랑스의 SESAR (Single European Sky ATM Research) 프로젝트 안에서 GBAS CAT-II/III 연구개발을 수행 및 Airbus의 GLS (GNSS Landing System) 장비 인증을 위하여 Toulouse의 GBAS 지상 장비를 운용중
- 스페인 Honeywell의 지상시스템을 인증 가능한 CAT-I급으로 업그레이드하기 위한 사업을 추진하여 2008년 말 인증 가능한 GBAS CAT-I 장비(Honeywell, Thales)를 설치

- 독일 Bremen 공항에 2008년 11월 Honeywell SLS-4000 장비를 설치하였으며 독립적인 GBAS 모니터링 장비를 추가로 설치하여 공항주변에서 GBAS 신호 환경을 분석 및 GBAS Bremen 프로젝트 추진하여 Ground Subsystem 인증 준비 중(Air Traffic Control Interface 개발 System Safety Assessment 진행)
- 이탈리아의 팔레르모 공항의 GBAS 관련 프로젝트 수행(SIAM, 지역공항의 CNS 시스템 성능을 개선, 백업시스템 구현)및 2008년 Thales AS615 설치를 통한 통합시스템 구현
- 브라질, 스웨덴, 호주, 프랑스 등의 국가에서 CAT-I 성능을 만족시키는 GBAS 지상 장비를 공항에 설치하여 사용할 예정
- 중국의 CAAC/CAUC에서 GBASdp 대한 이론적 가능성 연구(feasibility Study), MACAU가 공동 연구한 GBAS 접근 및 착륙 가능성 연구 등에 기인하여 CARSNIMS (China Air-Route Navigation Initial Monitor System) 시도하고 있으며, LAAS trial을 선택하여 항공기, 지상차량에 MMR을 탑재하여 지상국의 성능, MMR의 성능 시험을 제시 후 적정시스템 고려 중
- 일본 ENRI (Electronic Navigation Research Institute)는 GBAS 관련 연구로 무결성 모니터링 알고리즘 연구, 전리층의 플라즈마 버블 연구 등을 수행하고 있으며, ANA(All Nippon Airway)와 JAL는 2008년부터 GBAS 기능을 탑재한 항공기를 매년 8대씩 도입 예정으로 JCAB(Japan Civil Aviation Bureau)는 GBAS를 2012년까지 구축할 것을 검토 중
- 각국 항공사들은 공항과 협조하여 Facility와 Service Approval을 지원 및 준비함 (Qantas, FEDEX, JAL 등)
 - 에어버스사(Airbus)
 - 탑재시스템의 비행시험은 Thales ATM사의 지상 시스템 이용 중
 - 스페인 Malaga공항의 GBAS CAT-I 시스템을 통해 지상국 호환성 검증 예정
 - 보잉사(Boeing)
 - 괌 공항에 2007년 GBAS 설치
 - Qantas 항공의 737 GLS 운용 평가 시험 지원
- 2015년 이후에는 GBAS CAT- II/III가 가능한 시스템을 사용할 수 있

을 것으로 예상되어 MLS와 경쟁을 할 것으로 예상

IV. 연구 내용

□ 연구개발 내용 요약

- GBAS CAT-I 인증체계 및 시험시스템 기술 개발
 - A-1 GBAS CAT-I 인증기준 개발
 - A-2 GBAS CAT-I 비행시험시스템 및 인증 체계 개발
 - A-3 GBAS CAT-I 시험평가 기술 개발

- GBAS CAT-I 시범공항 구현 및 시설 인증기술 개발
 - B-1 GBAS CAT-I 시설 운영 기준 및 절차 개발
 - B-2 GBAS CAT-I 시설 유지보수 절차 개발
 - B-3 GBAS CAT-I 시범공항 선정 및 시설 구축

- GBAS CAT-I 시험평가 및 시범운영
 - C-1 GBAS CAT-I 기반 운항절차 수립 및 시뮬레이션
 - C-2 지상 및 비행시험

□ 연구개발 내용

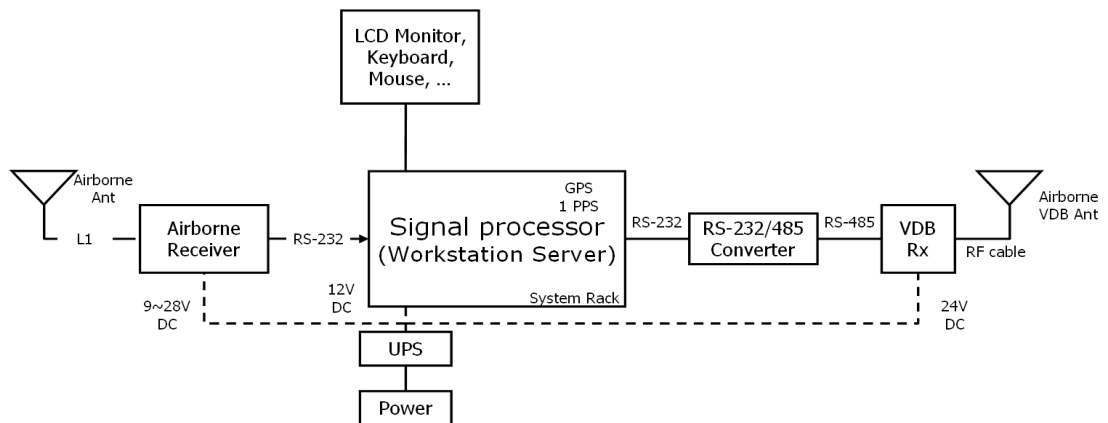
- GBAS CAT-I 인증체계 및 시험시스템 기술 개발
 - A-1 GBAS CAT-I 인증기준 개발
 - A-1-1 ICAO/FAA/RTCA 국제기준 분석
 - ▷ 국제 기술표준과 규격 연구
 - A-1-2 GBAS 인증기준(System, Facility, Operation, Approval) 개발
 - ▷ 지상시스템의 일반적인 오차 성능 특성을 분석
 - ▷ 개별 무결성 위협 요소 감시 정보를 통합하는 총괄 감시(executive monitor) 개념개발
 - ▷ 요소 성능지표 (정확성, 무결성, 연속성 등) 및 종합 성능지표에

대한 시험평가 및 인증기준 개발

- A-2 GBAS CAT-I 비행시험시스템 및 인증 체계 개발

- A-2-1 GBAS CAT-I 탑재시스템 개발

- ▷ GPS/VDB 안테나, MMR, 데이터 처리 장비 인터페이스 설계 및 통합
- ▷ 탑재시스템 구성장비 개별 성능시험 및 시스템 통합 성능시험
- ▷ 탑재시스템 운용 및 평가 SW(데이터 처리 및 GUI 등) 개발

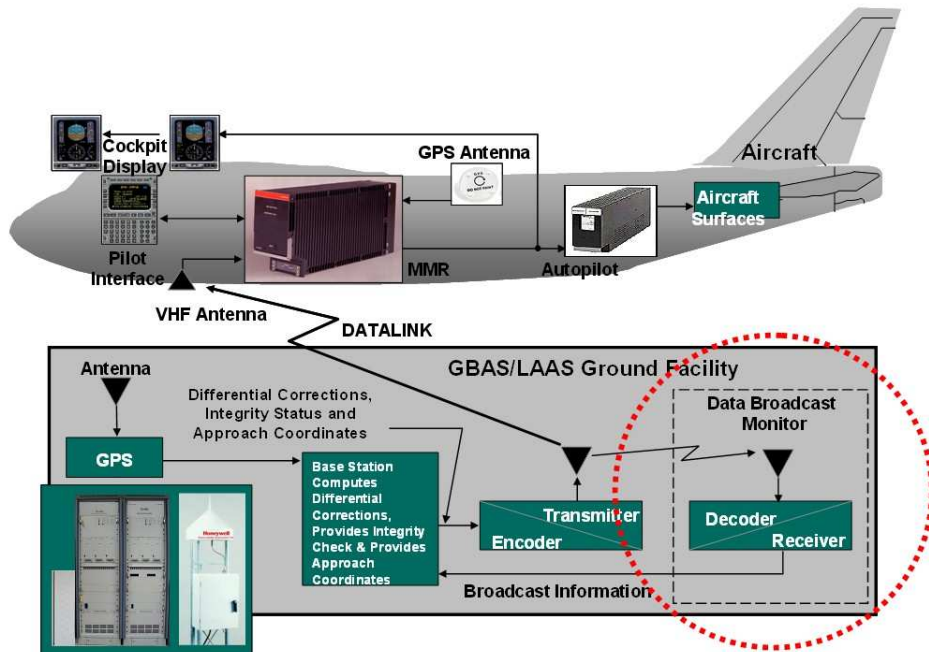


GBAS 탑재 시스템의 H/W 구성도



GBAS 탑재시스템(예)
(출처: Airservices Australia)

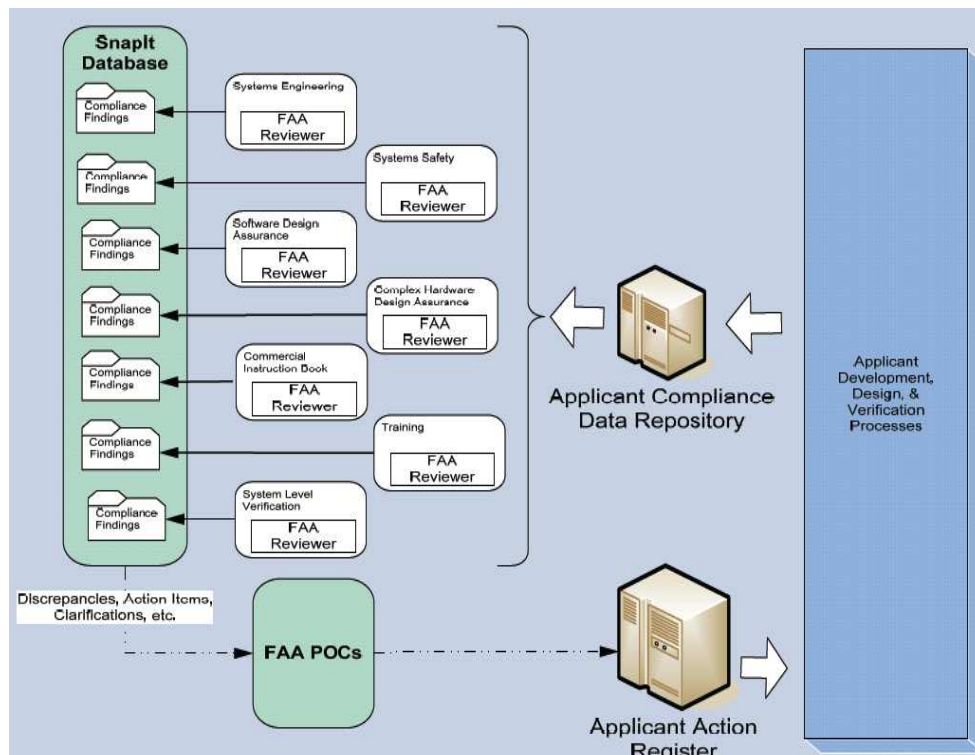
- A-2-2 데이터 측정 및 지상 모니터링 시스템 개발
 - ▷ GBAS 지상 원격 모니터링 시스템 개발
 - ▷ 지상 이동 GBAS 시험시스템 개발
 - ▷ 시스템 구성장비 개별 성능시험 및 시스템 통합 성능시험
 - ▷ GBAS 성능분석을 위한 데이터 측정처리 및 평가 장비 개발



GBAS 지상 원격 모니터링 시스템
(출처: Airservices Australia)

- A-2-3 GBAS CAT-I 인증 체계 개발
 - ▷ 시스템 엔지니어링 관리계획 수립
 - ▷ 개발 시스템 요구사항 도출 및 할당
 - ▷ 기술자료(HW/SW), 연구 성과, 품질 및 위험 관리
 - ▷ 개발단계 및 통합단계 시험평가
- A-3 GBAS CAT-I 시험평가 기술 개발
 - A-3-1 장비성능 적합성 검증(System Design Approval) 기술 개발 및 평가
 - ▷ 시스템 안전도 평가 (System Safety Assessment)를 위한 안전도 평가 절차 개발기술, 기능적 위험요소 평가기술 개발

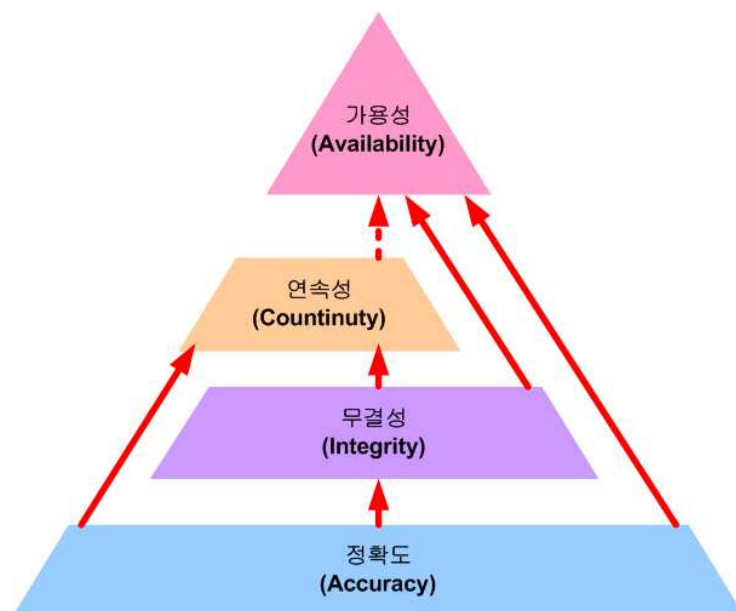
- ▷ GBAS 장비의 소프트웨어 디자인 검증기술 개발
- ▷ GBAS 장비의 하드웨어 디자인 검증기술 개발
- ▷ GBAS 시스템 레벨 평가기술 개발
- ▷ GBAS CAT-I 시스템의 정상작동을 검증할 수 있는 기술을 개발
- ▷ 장비의 정상운영 검증기술 개발



System Design Approval 구성 (출처 : FAA)

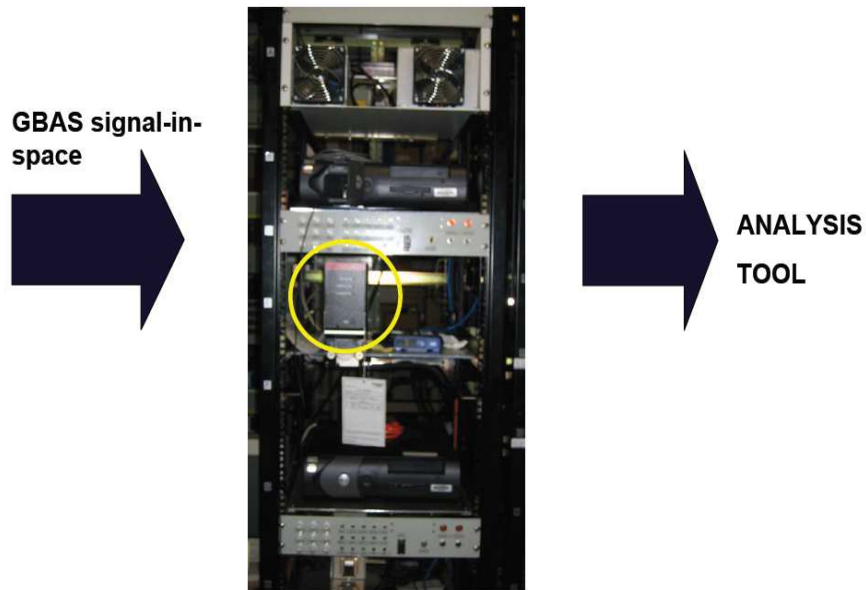
- A-3-2 시설인증(Facility Approval) 기술 개발 총괄 및 평가
 - ▷ 공항의 현재 운영 상태, 공항의 미래 구조 변경 등을 고려하여 GBAS CAT-I 요구사항에 적합하도록 GBAS 지상 장비를 설치할 수 있는 설계기술 개발
 - ▷ GBAS 지상 시설의 신뢰성, 가용성 등을 분석할 수 있는 기술을 개발
 - ▷ GBAS 지상 시설의 정상작동을 검증할 수 있는 기술을 개발하며, 지상 시설 안전관리 기술을 개발

- ▷ GBAS 시설의 운영 및 유지보수의 요구사항과 시설의 운영 성능을 분석할 수 있는 데이터의 요구사항 도출
- ▷ GBAS 시설의 운영 및 유지보수 기술을 개발하며, 운영 및 유지보수를 위한 운영자 교육 프로그램을 개발
- ▷ GBAS 시설의 정상작동을 확인하기 위한 비행시험 절차 설계기술 개발
- A-3-3 운용인증(Operation Approval) 기술 개발 및 평가
 - ▷ 항공기의 안전을 위하여 중요한 파라미터인 정확 및 신뢰성에 대한 시험평가 기법 개발로 ICAO에서는 항법 성능의 지표로 필수 요구성능 (RNP: Required Navigation Performance) 개념을 정의함. RNP는 항공기 접근 착륙 시에 가상 육면체의 외부와 내부의 이중터널로 표현되며, 비행단계에 따른 정확도(Accuracy), 무결성(integrity), 연속성(continuity), 가용성(availability)에 대한 기준을 제시하고 이를 만족할 것을 요구. 아래 그림은 각 파라미터의 요구조건 관계도임



항법 성능 요구조건 사이의 상관도

Field Monitoring Tool



GBAS의 성능요구조건 검증을 위한 지상감시장치

- A-3-2 시험평가 분석 시스템 개발
 - ▷ 데이터 후처리 분석을 통한 성능평가 분석 시스템 개발

Criteria	Requirement	Reference	Data Analysis Example
Accuracy (95%)	Horizontal position error (95%): 16m	ICAO Annex 10 Vol I. Table 3.7.2.4-1	- Measure MMR output position (MMR field monitor or simulated MMR) & compare with predicted position - Plot: NSE v.s. frequency (%)
	Vertical position error (95%): 4m	ICAO Annex 10 Vol I. Table 3.7.2.4-1	
Integrity	0.5×10^{-7} per approach (fault-free or 1 RR failure)	FAA LAAS non-Fed spec	- Plot position error, protection level and alert limit (horizontal and vertical) - Measure % of time when position error > alert limit
	1.5×10^{-7} per approach (all other failures)	FAA LAAS non-Fed spec	
	HAL: 40m	ICAO Annex 10 Vol I. Table 3.7.2.4-1	
	VAL: 10m	ICAO Annex 10 Vol I. Table 3.7.2.4-1	
	Time to alert: 6s	ICAO Annex 10 Vol I. Table 3.7.2.4-1	
Continuity	1×10^{-6} in any 15s (VDB interruption)	FAA LAAS non-Fed spec	- Measure % of time when VDB transmission is interrupted - VDB signal strength plot - Reference receiver B-value analysis - GNSS constellation analysis
	2.3×10^{-6} in any 15s (reference receiver and ground integrity monitor continuity)	FAA LAAS non-Fed spec	
Availability	0.99 to 0.99999 (comparable to ILS)	ICAO Annex 10 Vol I. Table 3.7.2.4-1	Measure % of time when GBAS ground facility is available, given accuracy, integrity and continuity requirements are met
Coverage	23NM	FAA LAAS non-Fed spec	Flight inspection to measure the minimum signal strength limit

- GBAS CAT-I 시범공항 구현 및 시설 인증기술 개발
 - B-1 GBAS CAT-I 시설 운영 기준 및 절차 개발
 - B-1-1 GBAS CAT-I 장비 설치/운영/관리 기준 개발
 - ▷ 구축 장비 설치/운영/관리에 대한 국제 기술 표준 연구
 - ILS등 기존 항행안전시설의 설치/운영/관리에 대한 ICAO/FAA/ EUROCONTROL 의 기술 표준 연구
 - 구축 장비의 설치/운영/관리에 대한 ICAO/ FAA/ EUROCONTROL 의 기술 표준 연구
 - ▷ 구축 장비 설치에 대한 요구도 분석 및 기준 개발
 - 구축 장비 설치에 대한 요구도 분석
 - 구축 장비 설치에 대한 국제 표준 기준 분석
 - 구축 장비 설치에 대한 국내 적용 가능한 기준 개발
 - ▷ 구축 장비 운영에 대한 요구도 분석 및 기준 개발
 - 구축 장비 운영에 대한 요구도 분석
 - 구축 장비 운영에 대한 국제 표준 기준 분석
 - 구축 장비 운영에 대한 국내 적용 가능한 기준 개발
 - ▷ 구축 장비 관리에 대한 요구도 분석 및 기준 개발
 - 구축 장비 관리에 대한 요구도 분석
 - 구축 장비 관리에 대한 국제 표준 기준 분석
 - 구축 장비 관리에 대한 국내 적용 가능한 기준 개발
 - B-1-2 사이트 적합성 시험 및 비행점검 방법 개발
 - ▷ 전파환경분석을 통한 사이트 적합성 시험
 - 전파 환경 분석 Tool 및 Terrain data를 이용하여 구축장비 설치 후보공항에 대한 전파환경분석 실시
 - 전파환경분석 결과를 통하여 사이트 적합성 시험
 - 연구 환경에 대한 최적지 발굴을 위하여 3개 공항이상 사이트 적합성 시험 실시
 - CAT-I 계기착륙 시설이 되어 있는 공항을 우선순위로 선정

- ▷ 기존 항행안전시설 비행점검 절차 연구
 - ILS등 기존 항행안전시설에 대한 초기 비행점검 절차 연구
 - ILS등 기존 항행안전시설에 대한 정기 비행점검 절차 연구
 - ILS등 기존 항행안전시설에 대한 특별 비행점검 절차 연구
- ▷ 구축장비에 대한 비행점검 기준 수립 및 비행점검 방법 수립
 - 구축 장비에 대한 비행점검 기술 기준 수립
 - 구축 장비에 대한 초기/ 정기/ 특별 비행점검 방법 수립
- ▷ 초기비행검사, 정기비행검사, 특별비행검사 등의 기준 및 주기 수립
 - 초기/ 정기/ 특별 비행검사 시에 점검해야할 항목에 대한 기준 수립
 - 비행검사 시에 점검 확인이 필요한 파라미터들을 지상에서 확인 할 수 있는 장비별 Test point 확인 및 실제 파라미터들에 대한 계측기 상의 실측 기준 연구
 - 초기/정기/특별 비행검사의 점검 시기 및 주기에 대한 기준 수립
- ▷ GBAS CAT-I 장비에 대한 무선국 인가 절차 수립 및 무선국 인가
 - B-1-3 GBAS CAT-I Broadcast 주파수 인가 및 채널 배정
- ▷ GBAS CAT-I 장비에 대한 무선국 인가 절차 수립 및 무선국 인가
- B-2 GBAS CAT-I 시설 유지보수 절차 개발
 - B-2-1 GBAS CAT-I 장비 점검 및 유지보수 절차 개발
- ▷ 기존 항행안전시설에 대한 점검 및 장비 유지 보수절차 연구
 - ILS등 기존 항행안전시설에 대한 점검 항목들의 연구를 통하여 공통된 Format 도출
 - ILS등 기존 항행안전시설에 대한 유지보수절차 연구를 통하여 공통된 Format 도출
- ▷ 구축장비에 대한 점검 및 장비 유지보수절차 수립
 - 구축장비에 대한 점검 항목 및 절차 연구
 - 구축장비에 대한 유지보수관련 항목 및 절차 연구
 - 구축장비에 대한 점검 및 유지보수절차를 수행하기 위한 각각의 Test Point 확인 및 실제 계측기 상에서 검측되는 파라메

터 값에 대한 연구

- 기존 항행안전시설 점검 및 유지보수절차 Format에 따라 구축 장비 점검 및 장비 유지보수절차 수립
- ▷ 기존 항행안전시설에 대한 관련 종사자의 교육/훈련에 관한 절차 연구
 - ILS등 기존 항행안전시설에 대한 관련 종사자 교육/훈련에 관한 절차 연구를 통하여 공통 절차 도출
- ▷ 구축장비에 대한 관련 종사자의 교육/훈련에 관한 절차 수립
 - 구축장비에 대한 관련 종사자 교육/ 훈련 항목 연구
 - 종사자 교육/ 훈련 중 구축장비의 점검 및 유지보수를 위한 계측기 사용 절차 및 각 Test point에서의 측정 절차 및 측정된 파라미터의 판별절차 수립
 - 구축장비에 대한 관련 종사자 교육/ 훈련 항목과 공통 절차를 준용하여 교육/ 훈련 절차 수립
- B-2-2 GBAS CAT-I 시스템 감시 및 장애복구
 - ▷ 기존 항행안전시설에 대한 감시 절차 연구
 - ILS등 기존 항행안전시설에 대한 감시 절차 연구를 통하여 공통 Format 도출
 - ▷ 구축장비에 대한 감시 절차 수립
 - 구축장비에 대한 감시 항목 연구
 - 기존 항행안전시설에 대한 감시 절차 공통 Format을 준용하여 구축장비에 대한 감시 절차 수립
 - ▷ 기존 항행안전시설에 대한 장애발생시 복구 및 대처방안 연구
 - ILS등 기존 항행안전시설에 대한 장애발생시 복구 및 대처 방안 연구를 통하여 공통 Format 도출
 - ▷ 구축장비에 대한 장애발생시 복구 및 대처방안에 관련된 지침 수립
 - 구축장비에 대한 장애발생 가능 항목 연구
 - 구축장비에 대한 장애 복구 및 대처 방안 연구
 - 기존 항행안전시설에 대한 장애발생시 복구 및 대처 방안 공통

Format을 준용하여 구축장비에 대한 장애 발생 시 복구 및 대처 방안에 관련된 지침 수립

－ B-3 GBAS CAT-I 시범공항 선정 및 시설 구축

• B-3-1 시범공항 선정을 위한 안전성/기술성 분석

▷ GBAS CAT-I 장비 구축이 용이한 시범공항 선정을 위한 각 공항 입지 여건 조사 및 연구

• 전파환경분석 결과를 통하여 3개 이상의 후보공항들에 대한 입지 여건 조사

• 항공기 기종 및 혼잡도 조사를 통한 연구 여건 조사

• 공항 내 장비 설치 공간 확보 여건 조사

• 공항 내 공간 확보에 따른 임대료 조사

• 공항 내 장비 설치 인프라(통신망, 전력망) 조사

• 조사된 입지 여건을 취합하여 최적 후보지 결정

▷ GBAS CAT-I 장비 구축시 기존 항행안전시설과의 영향에 대한 기술적 관련 사항 조사 및 연구

• 전파환경분석을 통하여 구축장비 설치 시 기존 항행안전시설에 대한 영향 분석

• 구축 장비와 기존 항행안전시설의 상호 영향 최소화를 위한 설치 기준 연구

• 구축 장비 설치 공사 시 기존 항행안전시설에 대한 영향 최소화 방안 연구

▷ GBAS CAT-I 도입을 준비하는데 필요한 지침서 개발을 위한 안정성/기술적 요인 분석

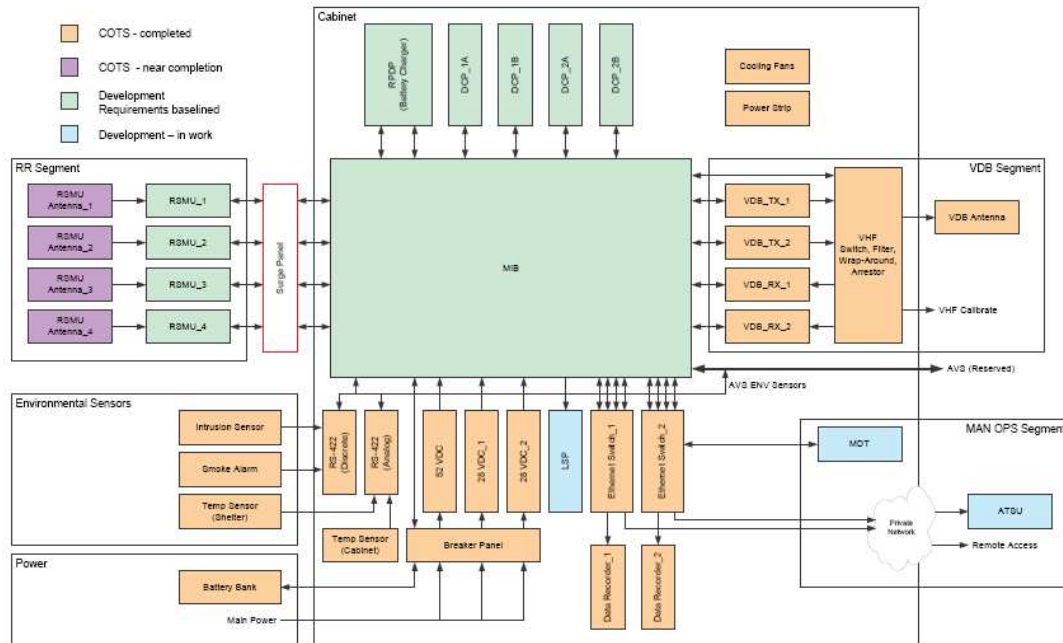
• 구축 장비 도입 시 고려하여야 할 안정성 및 기술적 요인 분석

▷ GBAS CAT-I 도입 지침서 개발

• B-3-2 GBAS 장비 선정 및 설치

▷ 시범공항 영역에 대한 조사 분석 및 기준국 안테나와 VDB 안테나 등의 설치 위치 선정

- ▷ 공항 운영기관으로부터 설치 허가 획득
- ▷ 국제 규격에 맞는 GBAS CAT-I 장비 선정
- ▷ GBAS CAT-I 장비 설치
- ▷ 측정 데이터 기록 및 분석
- ▷ 지상점검 및 신뢰성/정비성/가용성 시험



GBAS 시스템 구성도

○ GBAS CAT-I 시험평가 및 시범운영

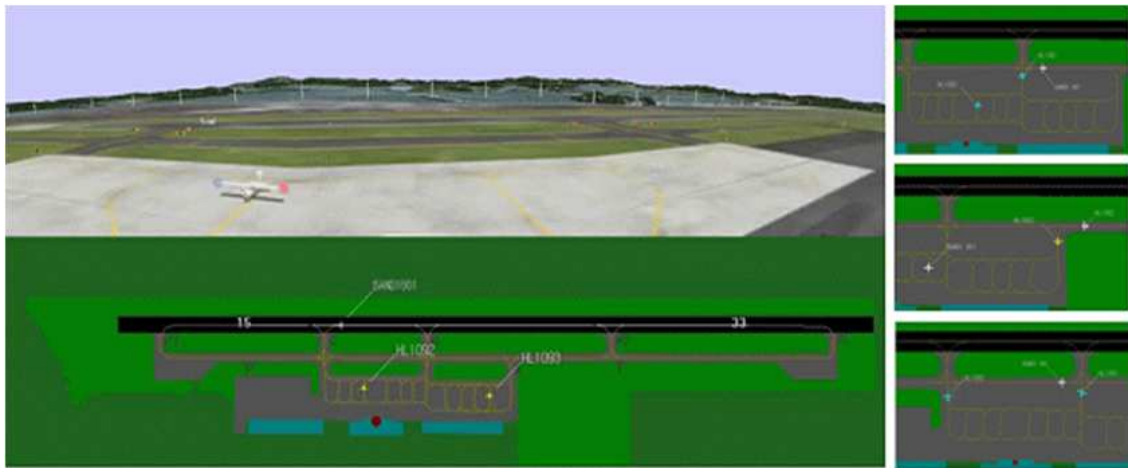
－ C-1 GBAS CAT-I 기반 운항절차 수립 및 시뮬레이션

• C-1-1 RNAV/GLS 운항절차 연구

- ▷ 운항절차라 함은 계기비행 방식에 의한 항공기의 출발·도착·접근을 위하여 항행안전시설, 항공기탑재장비 및 인공위성 등을 이용하여 수립한 비행절차를 말함
- ▷ GBAS는 정밀접근을 제공하는 GNSS 보정시스템의 한 종류로, 기준은 ILS기준에 바탕을 두고 있으며, 현재 CAT-I 정밀접근의 정확도 정도를 지원할 수 있는 시스템임
- ▷ GBAS 운항절차 수립시 요구되는 표준조건은 다음과 같음
 - 항공기의 최대 규격(dimension)

항공기 범주	wingspan (m)	wheel의 비행경로와 GBAS 안테나 간의 수직거리 (m)
H	30	3
A, B	60	6
C, D	65	7
D _L	80	8

- 실패접근상승률 : 2.5%
 - GBAS 코스(course) 폭 : 활주로말단에서 210m
 - 활공각(glide path angle) :
 - 최소 및 최적 : 3.0°
 - 최대 : 3.5°
 - GBAS RDH(Reference datum height) : 15m(50ft)
 - 모든 장애물 높이는 활주로말단 표고를 기준으로 함.
 - 오프셋(offset) Δ 길이 : 0
- ▷ GBAS 정밀접근절차를 수립하기 위해서는 장애물과의 충돌회피를 위한 OAS 내 장애물평가가 이루어져야 하는데 대표적으로 CRM(Collision Risk Model)에 의한 평가를 들 수 있음. ICAO에서 요구하는 장애물과의 충돌 위험은 1×10^{-7} 이하이며 이 기준에 따라 정밀접근절차의 장애물회피고도(OCA/H)가 결정되게 됨
- ▷ GBAS CAT-I 기반 GLS 운항절차는 첫 접근구간, 중간접근구간, 최종접근구간 및 실패접근구간으로 구성됨
- C-1-2 GBAS CAT-I 운항절차 시뮬레이션 및 평가
 - ▷ 수립된 GBAS 운항절차를 비행시험 전에 시뮬레이터를 통하여 사전 평가함으로서 절차를 수정 보완
 - ▷ 이를 통한 시범공항에 적용된 운항절차를 확인하고 이에 따른 비행 시험 수행의 기준으로 선정



운항절차 Simulation 구성 예

– C-2 지상 및 비행시험

• C-2-1 정확도/무결성/연속성/가용성 시험

- ▷ GBAS 또한 GPS 정보를 이용하기 때문에 GPS 정보의 상시적 이용 가능성에 대한 시험이 수행되어야 하며, 또한 CAT-I급을 만족하는 지의 국제표준규약에 준하는 신뢰성(무결성, 연속성, 가용성) 점검 시험을 수행하여야 하며, 그에 따른 기술 구현/평가 기술 확보
- ▷ 국제표준규약에 준하는 시험 결과 도출 및 신뢰성 모니터링 / 데이터 확보
- ▷ 국제표준규약에 준하는 개발된 신뢰성 평가 시스템에 따른 지상 시험을 통한 확인 및 최종적으로 비행시험을 통한 평가 수행

Typical operation	Accuracy horizontal 95%	Accuracy vertical 95%	Integrity	Time-to-alert	Continuity	Availability
En-route	3.7 km (2.0 NM)	N/A	1-1 * 10-7/h	5min	1-1 * 10-4/h to 1-1 * 10-8/h	0.99 to 0.99999
En-route Terminal	0.74 km (0.4 NM)	N/A	1-1 * 10-7/h	15 s	1-1 * 10-4/h to 1-1 * 10-8/h	0.99 to 0.99999
Initial approach, Intermediate approach, Non-precision approach (NPA) Departure	220 m (720 ft)	N/A	1-1 * 10-7/h	10 s	1-1 * 10-4/h to 1-1 * 10-8/h	0.99 to 0.99999
Approach operations with vertical guidance (APV- I)	16.0 m (52 ft)	20 m (66 ft)	1-2 * 10-7 per approach	10 s	1-8 * 10-6 In any 15 s	0.99 to 0.99999
Approach operations with vertical guidance (APV- II)	16.0 m (52 ft)	8.0 m (26 ft)	1-2 * 10-7 per approach	6 s	1-8 * 10-6 In any 15 s	0.99 to 0.99999
Category I precision approach	16.0 m (52 ft)	6.0 m to 4.0 m (20ft ~ 13ft)	1-2 * 10-7 per approach	6 s	1-8 * 10-6 In any 15 s	0.99 to 0.99999

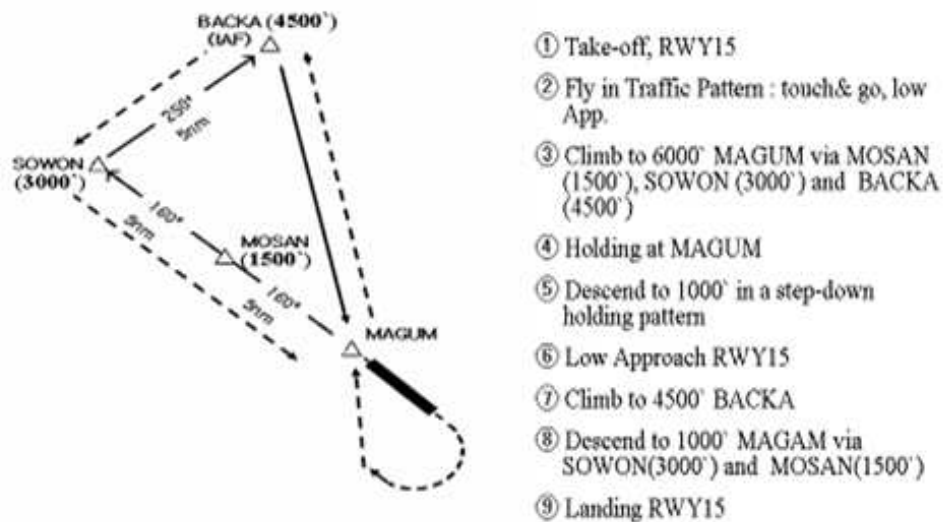
- ▷ 지상 장비 구성요소의 오류 발생률은 15초당 10-9회 보다 작으며, 이를 바탕으로 다음의 오류를 감지하고 측정오차를 제거가능한지에 대한 시험평가
- ▷ VDB 전송 및 기준 수신기 연속성 확인을 위한 시험평가를 실시하며, 2초 이상의 서비스방해를 야기하지 않는 지상 장비 실패확률이 15초 동안 1-2.0×10-6회 보다 큰지를 확인
- ▷ SIS 연속성 확인을 위한 시험평가를 실시하며, 15초간 1-8.0×10-6회 보다 큰지를 확인

Fault	Action
Ranging Source	
Signal Deformation	Exclude Ranging Source Measurement Block
Low Signal Power	Exclude Ranging Source Measurement Block
Code/Carrier Divergence	Exclude Ranging Source Measurement Block
Excessive Acceleration	Exclude Ranging Source Measurement Block
Erroneous Ephemeris	Exclude Ranging Source Measurement Block
Invalid GPS C/A Code	Exclude Ranging Source Measurement Block
Corrections	
Filters not converged	Exclude PR _{mn} (Note 1) from PRC and B-value calculation, exclude ranging source
B-value exceeds limit	Exclude PR _{mn} (Note 1) from PRC and B-value calculation.
Pseudorange correction exceeds limit	Exclude ranging source
Navigation data inconsistent between RRs	Exclude ranging source
Range Rate Correction (RRC) exceeds limit	Exclude ranging source
Faulted spr	Exclude ranging source
Faulted pr_gnd,100	Exclude ranging source
Faulted svert_iono_gradient	Exclude ranging source
Faulted svert_iono_gradient, D	Exclude ranging source
RFI	
Excessive RFI	Exclude affected measurements from calculations
Data Broadcast	
Disagreement between transmitted data	Terminate VDB output.
On-channel assigned power exceeds limits	Terminate VDB output.
No transmission for 3 seconds	Terminate VDB output.
Transmitted data outside of assigned Time Division Multiple Access (TDMA) time slots	Terminate VDB output.

Note 1: Pseudorange (PR), where m indicates an individual RR and n indicates an individual ranging source

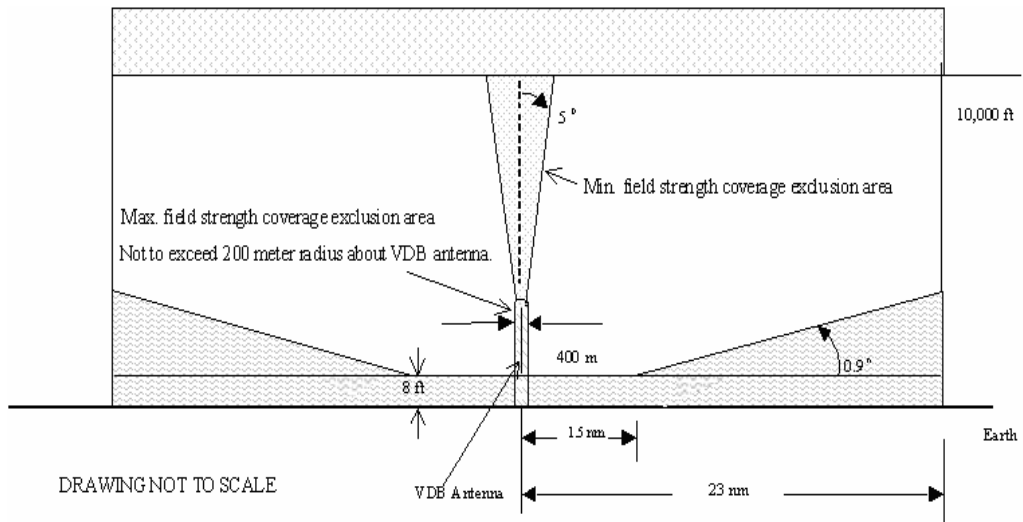
- C-2-2 지상/비행 점검 및 서비스 영역 시험

- ▷ 구축된 GBAS 시스템 및 Monitoring 장비에 대한 지상 및 비행 단계별 시험을 통한 점검을 수행
- ▷ CAT-I급을 만족하는 지의 국제표준규약에 준하는 실제 비행을 통한 점검 시험을 수행
- ▷ 시험공항을 기준으로 GBAS 시스템의 서비스 영역 확인, 방위, 거리, 활주로, 항공기 및 비행단계별 신호 강도 및 신호 정확도 등 점검

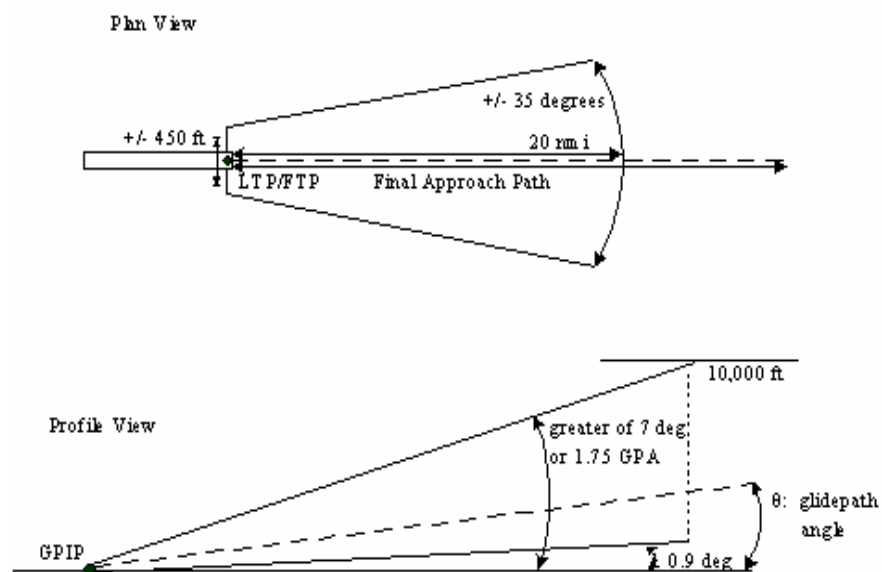


비행시험 수행 예

- ▷ 설치된 VDB 안테나가 다음 요구조건을 만족하도록 설계되었는지에 대한 시험평가
- ▷ 비행관련 시험평가 실시
 - 탑재시스템 정상동작 확인 및 소비전력 확인
 - 항공기의 속도 및 고도에 따른 위성신호 수신 상태 확인
 - 지상시스템의 VHF Data Link 신호 도달거리 측정
- ▷ 정확도/무결성/연속성의 요구조건을 만족하는 영역으로 정의되는 서비스 영역이 다음을 만족하는지에 대한 시험평가



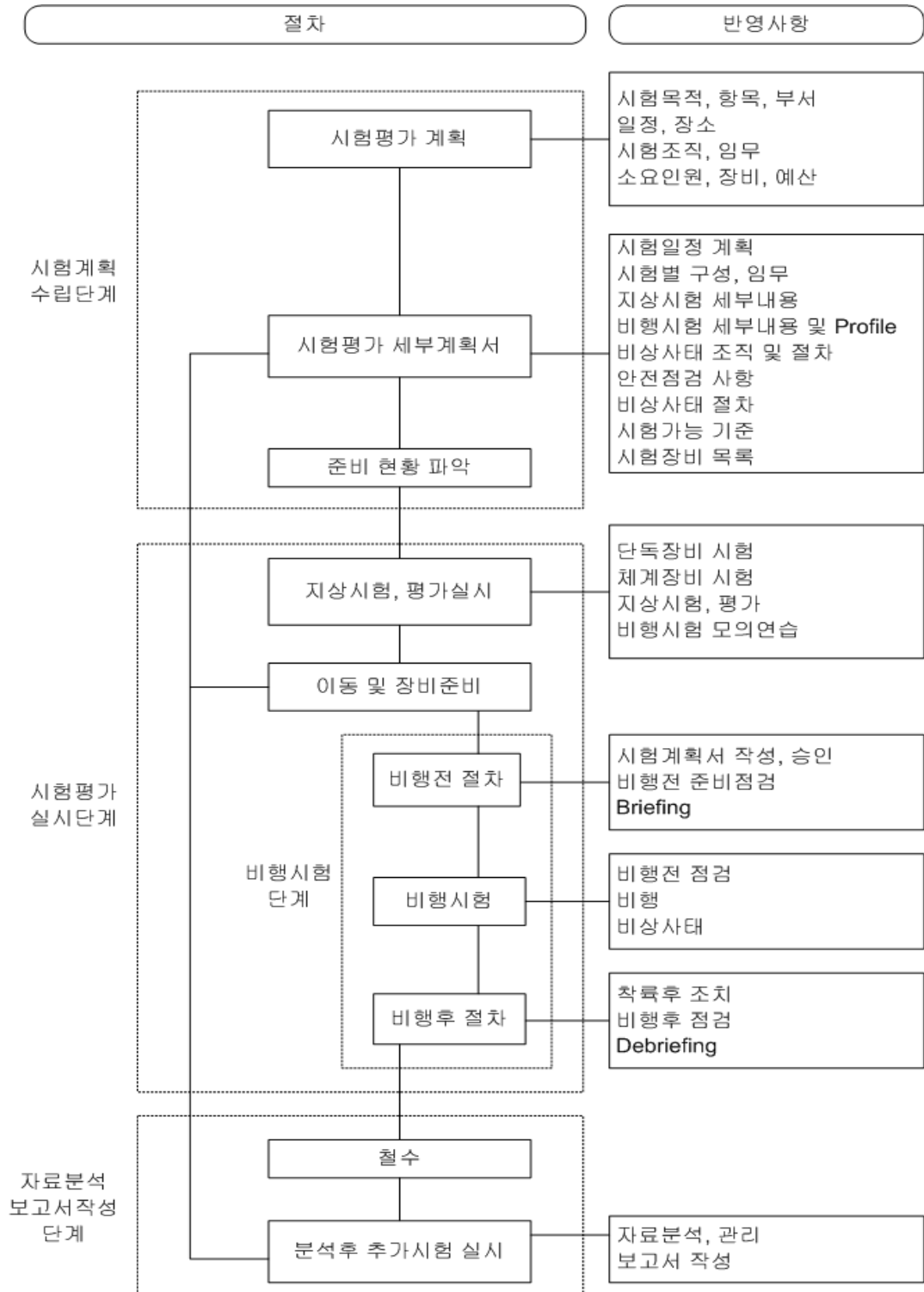
비행시험 수직 공간 고려사항



비행시험 수평 공간 고려사항

- C-2-3 GBAS CAT-I 운항절차 시험
 - ▷ 시범공항에 수립된 GBAS CAT-I 운항 절차에 따른 실제 운항을 통한 GBAS 시스템 점검 및 다양한 실제 운항 및 착륙조건을 고려한 시험 수행
 - ▷ 출발 및 접근절차 시험(직진형, 선회형 등)

▷ 구간별 절차 시험(첫 접근, 중간, 최종, 실패접근 등)



비행시험 절차도 예

V. 연구 추진 방법

- GBAS CAT-I 장비에 대한 기술자립화 기반을 확보하며 조기에 국내 구축할 수 있도록 추진
 - 향후 유사시, 혹은 시장 판도에 따라 국내 독자개발이 가능토록 GBAS 기술의 핵심이 되는 기술은 상용화 수준으로 확보
 - 선진국의 장비 및 도입가능 기술을 최대한 활용하여 개발 기간 단축 및 비용 절감
 - 국내 활용 가능 기술을 분석하여, 향후 활용할 수 있도록 추진
- CAT-I 시범공항을 구축하여 시험평가를 수행함으로써 향후 연구개발 기반 확보와 더불어 구축을 실용계획수립 기초자료를 제공
 - 시험평가에 필요한 계측 시스템 및 평가기술을 확보하여 향후 추가적 연구개발 및 운용기술 확보
 - 실제 운용에 근거한 비용 및 가용도 분석 결과 자료를 바탕으로 국내 공항 구축 정책 수립
- 국제민간항공기구 이사국 지위에 맞는 위성항행기술 선진국 도약과 위상 제고 및 기술 선점을 위해 과제 수행과 더불어 유관 국제 기술회의 및 정책회의 활동에 적극적으로 참여함
- 장비/시설/운용/인증에 관련된 유관기관이 참여토록 하여 향후 국내 구축에 충분히 대비할 수 있도록 해야 함

VI. 성과물

- GBAS CAT-I 인증체계 및 시험시스템 기술 개발
 - GBAS CAT-I 인증기준 개발
 - ICAO/FAA/RTCA 국제기준 분석 : 기준 분석서
 - GBAS 인증기준 개발 : 인증 기준서
 - GBAS CAT-I 비행시험시스템 및 인증 체계 개발
 - GBAS CAT-I 탑재시스템 개발 : 탑재시스템 시제품
 - 데이터 측정 및 지상 모니터링 시스템 개발 : 데이터 측정 및 지상 모

니터링 시스템 시제품

- GBAS CAT-I 인증 체계 개발 : 인증 체계 개발 보고서

○ GBAS CAT-I 시험 평가 기술개발

- 장비성능 적합성 검증 기술 개발 및 평가 : 장비성능 적합성 검증 시험평가 기술서 및 시험평가 결과서

- 시설인증 기술 개발 총괄 및 평가 : 시설인증 시험평가 기술서 및 시험평가 결과서

- 운용인증 기술 개발 총괄 및 평가 : 운용인증 시험평가 기술서 및 시험평가 결과서

□ GBAS CAT-I 시범공항 구현 및 시설 인증기술 개발

○ GBAS CAT-I 시설 운영 기준 및 절차 개발

- GBAS CAT-I 장비 설치/운영/관리 기준 개발 : 장비 설치/운영/관리 기준 개발 보고서

- 사이트 적합성 시험 및 비행점검 방법 개발 : 사이트 적합성시험 및 비행점검 방법 개발 보고서

- GBAS CAT-I Broadcast 주파수인가 및 채널 배정 : 무선국 인가 절차 보고서

○ GBAS CAT-I 시설 유지보수 절차 개발

- GBAS CAT-I 장비 점검 및 유지보수 절차 개발 : 장비 점검 및 유지보수 절차 개발 보고서

- GBAS CAT-I 종사자 교육/훈련 절차 개발 : 종사자 교육/훈련 절차 개발 보고서

- GBAS CAT-I 시스템 감시 및 장애복구 : 시스템 감시 및 장애복구 절차보고서

○ GBAS CAT-I 시범공항 선정 및 시설 구축

- 시범공항 선정을 위한 안전성/기술성 분석 : 안전성 및 기술성 분석 보고서

- 시설 구축을 위한 도입 지침서 개발 : 도입 지침서

- GBAS CAT-I 장비 선정 및 설치 : 장비 선정 및 설치 보고서 및 시제품

□ GBAS CAT-I 시험평가 및 시범운영

○ GBAS CAT-I 기반운항절차 수립 및 시뮬레이션

- RNAV/GLS 운항절차 연구 : 시범공항 운항절차 연구보고서

- GBAS CAT-I 운항절차 시뮬레이션 및 평가 : 시뮬레이션 소스, 동영상 및 평가 보고서

○ 지상 및 비행시험

- 정확도/무결성/연속성/가용성시험 : 장비 지상 및 비행시험 결과보고서

- 지상/비행 점검 및 서비스영역시험 : 지상/비행 점검 및 서비스영역 시험결과보고서

－GBAS CAT-I 운항절차 시험 : 운항절차 시험 결과보고서

VII. 연구기간 및 소요예산

□ GBAS 연구내용별 소요예산 내역

○ GBAS CAT-I 인증체계 및 시험시스템 기술 개발

항 목	내 역	금액	성과물
GBAS CAT-I 인증기준 개발	· ICAO/FAA/RICA 국제 기준 분석 · GBAS 인증기준 개발	3억	기준 분석서 (A-1-1) 인증 기준서 (A-1-2)
GBAS CAT-I 비행시험시스템 및 인증 체계 개발	· GBAS CAT-I 탑재시스템 개발 · 데이터 측정 및 지상 모니터링 시스템 개발 · GBAS CAT-I 인증 체계 개발	26억	탑재시스템 시제품 (A-2-1) 데이터 측정 및 지상 모니터링 시스템 시제품 (A-2-2) 개발체계 구축 보고서 (A-2-3)
GBAS CAT-I 시험평가 기술개발	· 장비성능 적합성 검증 기술 개발 및 평가 · 시설인증 기술 개발 총괄 및 평가 · 운용인증 기술 개발 총괄 및 평가	13억	장비성능 적합성 검증 시 험평가 기술서 및 시험평 가 결과서 (A-3-1) 시설인증 시험평가 기술서 및 시험평가 결과서 (A-3-2) 운용인증 시험평가 기술서 및 시험평가 결과서 (A-3-3)
합 계		42억	

○ GBAS CAT-I 시범공항 구현 및 시설 인증기술 개발

항 목	내 역	금액	성과물
GBAS CAT-I 시설 운영 기준 및 절차 개발	· GBAS CAT-I 장비 설치/운영/관리 기준 개발 · 사이트 적합성 시험 및 비행점검 방법 개발 · GBAS CAT-I Broadcast 주파수인가 및 채널 배정	3억	장비 설치/운영/관리 기준 개발 보고서(B-1-1) 사이트 적합성시험 및 비행점검 방법 개발 보고서(B-1-2) 무선국 인가 절차 보고서(B-1-3)
GBAS CAT-I 시설 유지보수 절차 개발	· GBAS CAT-I 장비 점검 및 유지보수 절차 개발 · GBAS CAT-I 시스템 감시 및 장애복구	4억	장비 점검 및 유지보수 절차 개발 보고서(B-2-1) 종사자 교육/훈련 절차 개발 보고서(B-2-1) 시스템 감시 및 장애복구 절차 보고서(B-2-2)
GBAS CAT-I 시범공항 선정 및 시설 구축	· 시범공항 선정을 위한 안전성/기술성 분석 · GBAS CAT-I 장비 선정 및 설치	27억	안전성 및 기술성 분석 보고서(B-3-1) 도입지침서(B-3-1) 장비 선정 및 설치 보고서 및 시제품(B-3-2)
합 계		34억	

○ GBAS CAT-I 시험평가 및 시범운영

항 목	내 역	금액	성과물
GBAS CAT-I 기반운항절차 수립 및 시뮬레이션	· RNAV/GLS 운항절차 연구 · GBAS CAT-I 운항절차 시뮬레이션 및 평가	4억	시범공항 운항절차 연구 보고서(C-1-1) 시뮬레이션 소스, 동영상 및 평가 보고서(C-1-2)
지상 및 비행시험	· 정확도/무결성/연속성/가용성시험 · 지상/비행 점검 및 서비스영역시험 · GBAS CAT-I 운항절차 시험	13억	장비 지상 및 비행시험 결과 보고서(C-2-1) 지상/비행 점검 및 서비스영역 시험 결과 보고서(C-2-2) 운항절차 시험 결과 보고서(C-2-3)
합 계		17억	

□ GBAS 연차별 소요예산 내역

○ 1차년도(2010년) : 10억 원

항 목	내 역	금액
GBAS CAT-I 인증기준 개발	· ICAO/FAA/RTCA 국제기준 분석 · GBAS 인증기준 개발	3억
GBAS CAT-I 비행시험시스템 및 인증 체계 개발	· GBAS CAT-I 탑재시스템 설계 · 데이터 측정 및 지상 모니터링 시스템 설계 · GBAS CAT-I 인증 체계 기본설계	5억
GBAS CAT-I 시험공항 선정 및 시설 구축	· 시험공항 선정을 위한 안전성/기술성 분석 · GBAS CAT-I 장비 선정 및 설치 - GBAS 장비 도입 선수금 및 시설 인증 연구 - 해외기술 지원 및 자문	2억
합 계		10억

○ 2차년도(2011년) : 35억 원

항 목	내 역	금액
GBAS CAT-I 비행시험시스템 및 인증 체계 개발	· GBAS CAT-I 탑재시스템 운용/평가 SW 개발 · 데이터 측정 및 지상 모니터링 시스템 SW 개발 · GBAS CAT-I 인증 체계 상세설계	4억
GBAS CAT-I 시험평가 기술 개발	· 장비/시설/운용 시험평가 절차 개발	5억
GBAS CAT-I 시설운영 기준 및 절차 개발	· GBAS CAT-I Broadcast 주파수 인가 및 채널 배정	0.3억
GBAS CAT-I 시설 유지보수 절차 개발	· GBAS CAT-I 장비 점검 및 유지보수 절차 개발 · GBAS CAT-I 시스템 감시 및 장애복구 · GBAS CAT-I 종사자 교육/훈련 절차 개발	0.7억
GBAS CAT-I 시험공항 선정 및 시설 구축	· 시험공항 선정을 위한 안전성/ 기술성 분석 · GBAS CAT-I 장비 선정 및 설치 - GBAS 장비 도입 선수금 및 시설 인증 연구	23억
지상 및 비행시험	· 정확도/무결성/연속성/가용성 시험 · 지상/비행 점검 및 서비스 영역 시험 · GBAS CAT-I 운항절차 시험	2억
합 계		35억

○ 3차년도(2012년) : 28억 원

항 목	내 역	금액
GBAS CAT-I 비행시험시스템 및 인증 체계 개발	· GBAS CAT-I 탑재시스템 개발 · 데이터 측정 및 지상 모니터링 시스템 개발 · GBAS CAT-I 인증 체계 개발	14억
GBAS CAT-I 시험평가 기술 개발	· 장비/시설/운용 시험평가 기술 개발	4억
GBAS CAT-I 시설운영 기준 및 절차 개발	· GBAS CAT-I 장비 설치/운영/ 관리 기준 개발 · 사이트 적합성 시험 및 비행 점검 방법 개발	1억
GBAS CAT-I 시설 유지보수 절차 개발	· GBAS CAT-I 시스템 감시 및 장애복구	2억
GBAS CAT-I 시험공항 선정 및 시설 구축	· 측정 데이터 기록 및 분석 · 지상 점검 및 신뢰성/정비성/가용성 시험	1억
GBAS CAT-I 기반운항절차 수립 및 시뮬레이션	· RNAV/GLS 운항절차 연구	1억
지상 및 비행시험	· 지상/비행 점검 및 서비스 영역 시험 · GBAS CAT-I 운항절차 시험 및 평가	5억
합 계		28억

○ 4차년도(2013년) : 20억 원

항 목	내 역	금액
GBAS CAT-I 비행시험시스템 및 인증 체계 개발	· GBAS CAT-I 탑재시스템 성능평가 · 데이터 측정 및 지상 모니터링 시스템 성능평가 · GBAS CAT-I 인증 체계 평가	3억
GBAS CAT-I 시험평가 기술 개발	· 장비/시설/운용 시험평가	4억
GBAS CAT-I 시설운영 기준 및 절차 개발	· 사이트 적합성 시험 및 비행 점검 방법 개발	2억
GBAS CAT-I 시설 유지보수 절차 개발	· GBAS CAT-I 시스템 감시 및 장애복구	1억
GBAS CAT-I 시험공항 선정 및 시설 구축	· 측정 데이터 기록 및 분석 · 지상 점검 및 신뢰성/정비성/가용성 시험	1억
GBAS CAT-I 기반 운항절차 수립 및 시뮬레이션	· GBAS CAT-I 운항절차 시뮬레이션 및 평가	3억
지상 및 비행시험	· 지상/비행 점검 및 서비스 영역 시험 및 평가	6억
합 계		20억

VIII. 기타

- 본 연구개발은 GBAS CAT-I의 국내 구축을 대비하여 수행하는 연구개발 과제로 현지화에 필요한 핵심기술 자립화, 기타 소요기술 확보, 구축, 성능평가, 가용도 분석, 운용기술 확보 등 국가 인프라 구축에 관한 연구개발 과제이므로, 정부출연금율 100% 까지 지원 가능.
- 총 지원예산 및 연차별 지원예산은 향후 선정평가 결과 또는 정부예산 사정에 따라 조정될 수 있음
- 연구책임자(기관)는 성과목표·지표별 달성목표치 및 가중치 등을 연구개발계획서에 제안하여야 함
 - ※과제선정 후 해당 연구책임자(기관)에 대한 진도점검·관리 및 성과평가 등의 근거자료로 활용 계획
- 기 수행(종료과제, 중단과제) 및 현재 수행중인 동 과제 관련 연구개발결과와의 중복성 검토 및 연계·활용방안을 구체적으로 연구계획에 포함
- 향후, 필요에 따라 항행분야 연구단 추진 시에 이에 편입되어 추진 가능하고 또한 국가 인프라 구축이라는 과제 특성을 반영하여 일원화된 사업 추진체계를 구축하는 것을 지향함.

부록 C. 1차 자문위원회 회의록

회 의 록		
구 분		참 석 자
회의일자	2009.06.30	황순하 위원(국토해양부)
회의장소	한국공항공사	남기욱 위원(항공우주연구원)
		허문범 위원(항공우주연구원)
		이영재 위원(건국대학교)
		한재현 위원(교통연구원)
		김정주 위원(대한항공)
		기창돈 위원(서울대학교)
		이호진 위원(한국전자통신연구원)
		구경현 위원(인천대학교)
		홍교영 교수(한서대학교)
		지민석 교수(한서대학교)
		이창우 팀장(한국공항공사)
		김승현 연구원(한국공항공사)
		박성호 연구원(한국공항공사)
주 제	위성항법 지역보강 시스템 인증기술개발 기획관련 1차 전문가 자문회의	
내 용		
1. 기술 개발의 가능성은 충분한 것으로 보인다.(기존 장비의 기술개발 및 운영경험)		한국공항공사
1. 장비 인증기술개발/시스템개발의 명확한 구분이 필요하다. 2. 각 협력 연구원의 의견 수립이 필요하다. 3. 장비 국내 도입 관련하여 인증기술개발이 시급하다. 4. 정확한 예산안 확립(한정된 시간/한정된 자원)을 위한 폭넓은 조사를 하여야 한다.		
1. 2015년까지 해외기술동향을 살펴보다가 장비를 수입할지 기술개발할지에 대한 연구병행이 필요하다		대한항공
1. 구축예산/R&D 예산을 합쳐서 예산안을 통일시켜야 한다. 2. 자문의원들의 세분화된 역할 분담(방향설정/기술개발 등)이 필요하다. 3. CAT-1이 끝나는 시점에서 CAT-2.3을 진행하는 것은 늦으므로 연개 진행 필요할 것으로 사료된다.		한국항공우주 연구원
1. 시스템 개발을 위한 요구사항(사용자/시스템 요구사항)고려가 필요하다.		

2. 투자대비 효과(직·간접) 분석에 이은 타당성 평가 후 구체화가 필요하다.	
1. 기존 장비(DME, VOR) 개발 경험 및 인증 자료를 참고자료로 사용이 가능하다. 2. 장비(내부시스템) 개발을 위한 업체 참여가 필요하다. 3. 상품 개발의 의미를 둔 “인증” 과정이 필요하다. 4. 국외 장비 도입은 시스템개발 및 인증기술개발에 필요하다.	서울대
1. 연구 과제로만 끝나는 경우가 있음(국토해양부의 적극지원 필요)	
1. CAT-1의 인증 기준을 만드는 것이 본 연구 과제의 본질이다. 2. 국내의 주요 공항을 CAT-1화하는 것이 목적이다. 3. 기술개발절차, 과정, 제도를 확립 시킨 경험이 있었다. 4. CAT-2.3급의 기술개발도 필요하다.	한국항공 우주연구원
1. 정부정책에 관한 확고한 의지가 필요하다. 2. 국책사업의 일환으로 확실한 로드맵 설정을 하여야 한다. 3. 국내에서도 장비기술개발의 능력은 있다. 4. “지역보강”을 “지상보강”으로 제목 수정하여야 한다. 5. 장비(내부시스템)기술개발/장비인증기술개발의 명확한 구분이 필요 6. GBAS 중심의 내용 이외의 다른 시스템/기술 소개가 필요하다. 7. 다른 시스템의 특징이 GBAS특징으로 기술 가능하다. 8. GBAS 기술개발 동향 및 비교분석 / 차후효과/ 장·단점 등의 조사 9. 파급효과에 대한 지속적인 업데이트가 필요하다. 10. 장비를 수입 후 인증절차/사용 매뉴얼 작업이 필요하다. 11. 장비(내부시스템)의 주요부품 기술 개발을 우선적으로 할 필요는 없다.	통신연구원
1. 국내 공항에 적용하기 위한 인증기술개발이 목적이다. 2. 인증절차를 거친 국외 장비를 도입 후 운영경험을 바탕으로 기술개발을 진행 할 것인가? 2. GBAS는 운영 경험이 없으나 그동안의 GBAS 기술 연구를 바탕으로 기술개발이 가능한가? 3. 2015년은 기술적용 예상 시기(국외 시장에 따라 변동)로 보고 있다. 4. GBAS 시스템이 인증되어 상품화된 곳이 현재는 없다. 5. 안정된 GBAS 시스템이 나올 것이다.(국외) 6. 국외 안정된 장비를 도입하여 국내 공항에 적용하는 과정이 쉽다. 7. 국가에서는 국외 장비의 사용여부를 해결하기 위해서 국내인증기술 보유가 필요하다. 8. 전자장비는 국내개발/도입/인증 후 3~4년 사고 없이 사용하면 수출까지 가능하다. 9. 원활한 연구과제 진행을 위해서 주관기관과 협동기관의 유기적인 진행이 필요(협동기관: 공항공사/항공사/학교/연구기관/기타업체)	국토해양부

10. 현재 예산안이 적정한가?(검토 필요) 11. 시험공의 테스트를 거쳐 2012년부터 구축사업 시행을 예정중이다. 12. 국내 주요 공항의 CAT-1이 종료되는 시점에서 CAT-2.3가 진행되어져야 한다.	
1. 국내 주요 공항에 적용하기 위한 인증기술개발 목적 2. GBAS 시스템이 인증되어 상품화된 곳이 없음 3. 국내인증기술개발/장비(내부시스템)기술개발 명확한 구분 4. 장비기술개발의 가능성 5. 투자대비 효과(직·간접) 분석 후 타당성 평가 후 구체화 6. 현재 측정된 예산안이 적정한가?(예산안 검토) 7. 정부지원을 위한 장비(내부시스템)개발 업체 참여 필요 8. 국책사업의 일환으로 확실한 로드맵 수립 9. 장비국내도입 후 운영경험을 바탕으로 기술개발	주요 논의 사항
- 정부의 적극적인 지원 요구 - 예산안 검토 후 보고서 작성 - 합동연구가 가능한 추진체계 구성 - 계기착륙(ILS)이나 GBAS를 이용하여 접근시 이·착륙 처리 능력에 따른 편익 보고서 작성 - 기술적/경제성 타당성 분석 후 보고서 작성 - GBAS 기술개발 동향 및 비교분석 / 차후효과/ 장·단점 등의 조사 - 보고서 제목 적절성에 관하여 검토 후 보고서 작성	수정사항

부록 D. 2차 자문위원회 회의록

회 의 록		
구 분		참 석 자
회의일자	2009.09.14	황순하 위원(국토해양부) 임희엽 위원(국토해양부)
회의장소	건설교통평가원 회의실	남기욱 위원(항공우주연구원) 허문범 위원(항공우주연구원) 전훈기 위원(항공진흥협회) 이영재 위원(건국대학교) 한재현 위원(교통연구원) 김정주 위원(대한항공) 백승훈 박사(건설교통기술평가원) 홍교영 교수(한서대학교) 지민석 교수(한서대학교) 김승현 연구원(한국공항공사) 박성호 연구원(한국공항공사)
주 제	위성항법 지역보강 시스템 인증기술개발 기획관련 2차 전문가 자문회의	
내 용		
1. 경제적 타당성 분석은 기존자료에 의거하여 연구된 내용이다. 2. 경제성 분석에 대한 추가적 설명을 추가 하겠다. 3. CAT-II, III에 대한 연구는 타 과제에서 연구 될 내용이다. 4. GBAS CAT-I 장비를 도입하여 연구해야 하는 것이다. 5. GBAS 표준 항행절차는 도입하여 사용하지만 시범 공항의 인증을 위한 항행절차는 개발 할 예정이다. 보고서 상에도 이 부분을 강조 하겠다. 6. PBN Task의 연구내용을 참고 하겠다. 7. 이 과제는 구축사업이 아니므로 기존 ILS시스템과의 병립부분의 연구는 포함하지 않는다. 8. 시범공항의 선정에 관한 연구는 1차 년도에 연구 된다. 9. GBAS장비는 도입 후 기술이전을 받을 것이다.(기술이전 범위 상세 기술) 10. 과제의 각 소 과제별 소요예산 부분에 타당한지 검증할 것임.		한서대학교
1. 경제적 편익분석은 향후 기존 ILS의 사용보다는 입출항 절차가 국가		한국공항공사

주도에 의하여 GBAS로 변경된다는 것을 기본전제로 함. 2. 편익분석에서 항공편수의 증감은 예측하기 어려우므로 현재 항공편수를 기준으로 하였다. 3. 편익분석은 상당히 보수적 기준을 잡았으며, 비 정량부분까지 고려하면 편익이 더욱 증가 할 수 있다. 그러나 비 정량부분을 가정하면 변수가 매우 커지므로 정확도 확보를 위하여 정량적 부분만 고려하였다. 4. 시범공항의 편익은 공항별 편익의 차가 크므로 이 부분을 고려하여야 한다. 5. 시범공항으로 김해공항과 포항공항을 고려하여 편익분석을 추가하겠다.	
1. RFP에 기본적인 경제성 분석의 토대는 잘 마련된 것 같다. 2. R&D부분에 대한 편익분석이 추가 되어야 할 것으로 보인다. 3. GBAS는 ICAO의 정책적인 항공인프라 구축에 맞추어 국내공항에 설치 및 운용하기 위한 인증기술을 개발하고자 하는 것이기 때문에 수익성 여부보다는 항공안전에 미치는 효과에 대한 편익이 분석되어야 하나 편익 도출에 어려움이 있다고 본다. 특히 ICAO정책을 따르지 않을 때 이후 발생하는 사회적비용이 매우 클 것이나 분석하기에는 어려움이 있을 것으로 본다. 3. 항행안전시설 구축 기본계획(안)에 제시된 공항을 시범공항으로 가정하여 편익분석을 추가 해 볼 수 있다. 4. 2020년 이후부터는 GBAS 등이 안정화될 경우 점진적으로 ILS 등의 철거가 예상된다. 5. 총 항공편수 대비 연간 8%의 항공편증가는 통계적으로 검증되었으며, 지방공항의 항공편수 감소는 환경변화에 따라 변경될 수 있다. 6. ILS를 대체한다는 가정 하에서 구축비와 운영비 등에 대한 경제적 분석도 필요하다고 본다. 7. ICAO의 GBAS개념 도입에 대한 편익 분석이 있을 것인데 참고할 필요가 있다. 8. 편익분석에서 한계적 부분의 서술이 필요하다고 본다. 9. 위성항법보강시스템은 System, facility, operation에 대한 인증을 기본적으로 하고 있기 때문에 이번 과제에서는 기 개발된 System 기술을 기본적으로 파악하여 제시하고, 본 연구 과업은 facility와 operation 인증에 요구되는 기술을 중점적으로 연구하도록 범위를 한정하여야 할 것으로 본다. 10. 이 연구에서 만들어지는 인증에 필요한 항행절차가 실제 운영절차에 이용될 수 있으나, 과업내용은 기본적으로 인증을 위한 절차임을 감안하여야 한다. 11. 요약보고서에 제시되어 있는 소요예산이 본 과업범위를 이행하는데 타당한지에 대하여 추가 검토가 필요하다고 본다. 12. 이번에 제시된 경제성 분석내용이 보완될 경우 그에 따라 GBAS 확대 설치에 필요한 소요장비를 직접 개발해야 할지 등에 대한 연구도 필요하다.	국토해양부

1. 편익 분석에서 해외인증기술 대체편익, R&D대체편익, ILS추가설치 편익을 넣어야 될 것 같다. 2. 요약서와 제안요구서의 서식통일이 필요하다. 3. 예산부분의 설명이 더 필요하다. 4. 해외 사례와 연구 내용의 연관성에 대한 설명이 더 필요하다.	건설교통기술 평가원
1. 경제성 분석의 타깃이 연구과제와 다르다. 2. CAT-I operation의 수를 줄이고, ILS가 없는 쪽으로만 편익분석 하는것이 적절하다. Curved approach의 편익은 항공편마다 다르다. 3. A380, B787의 예는 과장된 면이 있다. 4. 국내선 항공편의 수는 축소되고 있으므로 이것에 대한 편익 분석 변경이 필요하다. 5. 공항별 비용편익에 대한 조사가 더 필요하다. 6. PBN Task에서 항행절차는 연구될 내용이다.	대한항공
1. 타당성연구에는 기술적, 정책적, 경제적 타당성이 있는데, 정책적 타당성 연구가 더 많이 추가 되면 좋겠다. 2. 기존 시스템과의 병립에 대한연구가 필요하다.	교통연구원
1. 타당성 분석의 개념은 미래가치를 연구하여야 한다. 2. 다른 나라에서 받을 수 없는 것과 개발 후 미래가치가 큰 것은 개발 하고, 개발할 수 없는 것과 개발 수 미래가치가 없는 것은 도입한다. 3. Honeywell 기술을 참고하여 우리기술을 더 발전시키는 것이 추가 되어야 한다. 4. 시뮬레이터를 연구하는 부분을 더 키워야 할 것 같다.	건국대학교
1. GBAS 표준 항행절차는 해외에 이미 있다. 2. GBAS 설치 후에도 사용이 불가능한 공항에 대한 검토가 필요하다.	항공진흥협회
1. 추진체계 부분에 Detail한 설명이 없다. 2. 국가가 어떤 부분을 인증할 것인지에 대한 설명이 필요하다. 3. 국토부의 시설구축계획을 참고하길 바란다.	항공우주 연구원
1. 이 과제 이후 자체 시스템 개발에 대한 논의 ->본 과제는 장비 국산화를 전제로 하지 않는다. 다만 GBAS 기술에 대한 사용 및 노하우를 확보하면 차후 논의가 가능할 것으로 보인다.	논의사항
- 합동연구 가능한 추진체계 구성 후 세부적인 내용을 보고서에 반영 - 보고서에 과장된 부분은 삭제 후 해외 기술 관련 내용을 추가 - GBAS의 시범 공항의 인증을 위한 항행절차는 개발 내용 추가 - 편익분석은 상당히 보수적 기준을 잡았으며, 정확도 확보를 위하여 정량적 부분만 고려하여 작성 - ILS를 대체한다는 가정 하에서 구축비와 운영비 등에 대한 경제적 분석 후 보고서 작성 - GBAS 설치 후에도 사용이 불가능한 공항에 대한 검토 - 과제의 각 소 과제별 소요예산 부분에 타당한지 검증할 것임. - 공항별 비용편익에 대한 조사 후 보고서 반영	수정사항

부록 E. 3차 자문위원회 회의록

회 의 록		
구 분		참 석 자
회의일자	2009.12.28	임희엽 위원(국토해양부) 남기욱 위원(항공우주연구원)
회의장소	한국공항공사	한재현 위원(교통연구원) 안진섭 위원(항공교통센터) 백승훈 박사(건설교통기술평가원) 홍교영 교수(한서대학교) 지민석 교수(한서대학교) 이창우 팀장(한국공항공사) 김승현 연구원(한국공항공사) 박성호 연구원(한국공항공사)
주 제	위성항법 지역보강 시스템 인증기술개발 기획관련 3차 전문가 자문회의	
내 용		
1. 실 구축비 20억에 대한 편익분석 필요 2. 현재 편익분석 내용을 두고 R&D 사업에 맞게 가중치 부여 필요 3. 기개발 된 GBAS장비와 개발해야 할 GBAS장비를 명확히 표현 4. 과학기술적 파급효과 : 해외기술 대체효과/기술력 증진효과 경제적 파급효과 : 실 구축시 경제적 편익 사회적 파급효과 : 고용인원 변화 - 좀 더 세밀한 편익 분석 필요		교통연구원
1. 연구추진체계 도표 세부 내용을 연구과제 내용과 맞춰서 수정 2. 시험공항 후보지에 대하여 세부적인 분석 필요 3. GBAS 워킹그룹관련 국제 컨퍼런스 국내 개최 검토 4. 항공법에 GBAS에 관련한 법률을 제정하는 것이 A-1과제의 최종 성과물이 됨 5. 항공유 절감 효과는 혼잡 비용으로 국가정책과 관련하여 편익 발생으로 볼 수 있음 6. 실 구축비 외에 공통으로 적용되는 비용에 대한 편익 분석 필요		항공우주연구원
1. 시범대상 공항에 대하여 정확한 분석이 필요(2곳 이상) 2. 비행점검비 예산에서 시간대비 인건비 고려 필요		국토해양부

3. 연구과제 추진을 위한 사무실 임대료 반영 필요 4. 전국적으로 GPS 신뢰성 분석이 필요 5. 비행 점검시 여러 루트를 통해 비행이 이루어지므로 비용이 많이 들것으로 예상됨 6. 국제협력활동비에서 국제 컨퍼런스 활동비를 고려할 것	
1. 기존 계기착륙(ILS)을 이용할 경우와 GBAS를 이용하여 접근시 이·착륙 처리 능력에서 차이가 발생하는데 따른 편익부분이 추가 필요 2. 저가 항공사의 경우 GBAS 장비를 탑재하기 어렵다. 따라서 B737기종을 보유한 항공사를 기준으로 운항 횟수를 분석 필요	항공교통센터
1. 연구추진체계 도표 수정 필요 2. 연구추진체계 세부내용은 연구과제 내용과 맞게 수정 3. 최종성과물을 법률 용어를 사용하여 수정 필요 4. 예상편익 분석 4가지에 대한 가중치 표현 필요 5. 기타 보고서 세부내용 수정 요망	건설교통기술평가원
1. 총괄기관에 위탁기관을 두고 운영 2. 기획과제 연구비내에서 국제 활동비를 책정하기 어려움 (본 과제 고려사항) 3. GBAS특성상 GPS신뢰성 분석은 시범공항을 대상으로 분석 필요	한서대학교
1. 실제 항공기 운항횟수는 외부적인 요인에 따라 가변적으로 변함. 따라서 보수적인 분석 요구 2. 국가에서 항공산업정책을 하고 있는 만큼 항공사의 자료를 기준으로 항공유 절감 편익 분석 부분을 수정 필요	한국공항공사
1. 실 구축비외에 공통으로 적용되는 비용에 대한 편익 분석 필요 2. 연구추진체계 도표 세부 내용을 연구과제 내용과 맞춰서 수정 3. 현재 편익분석 내용을 두고 R&D 사업에 맞게 가중치 부여 필요 4. 최종보고서 세부적인 내용 수정 필요	주요내용
- 한정된 예산안에서 비행 시험 및 정확한 신뢰성 분석이 이뤄질 수 있도록 보고서에 반영 - 정부의 적극적인 지원 요구 - 예산안 검토 후 보고서에 반영 - 전반적인 보고서 내용 수정 - 사회적 편익으로 통합 및 해외 기술 대체시 편익부분을 강조하여 보고서에 반영 - 연구내용과 수행체계의 업무가 일치되도록 보고서 수정 - 시제품 및 개발 부분을 구분하여 보고서에 반영	수정사항

부록 F. 자문위원 의견서

□ 남기욱 위원(항공우주연구원)

2009년 12월 28일

자 문 의 건 서

■ 기획연구 전반에 대한 종합의견

○ 비행시험

- 비행시험은 비용과 시간이 많이 소요되므로 기술 입증에 위한 예비시험과 인증을 위한 본 시험으로 나누어 실시하는 것이 타당 함
- 기 계획한대로 예비시험은 General Aviation 항공기를 이용하여 적은 예산으로 충분히 시험을 수행 할 수 있는 것이 바람직 함
- 본 시험은 인증에 적합한 항공기로 수행하여야 하므로 비행점검소의 점검용 임차하여 실시토록 함. 사전에 예비 시험을 충분히 실시하여 본 시험 비용을 최대한 절감

* 한정된 예산안에서 비행 시험 및 정확한 신뢰성 분석이 이뤄질 수 있도록 보고서에 반영

○ 연구비 지원

- 본 과제는 국가인프라를 구현하는 것으로서 전액 국고 지원되어야 함
- 이를 위한 제도적 뒷받침 요망 함

* 정부의 적극적인 지원 요구

■ 고려할 사항 또는 요구사항

○ 경제성 분석

- 비용 부분 중에서 GBAS 설치비용을 제외한 나머지 예산은 국내 GBAS 대상공항 전체를 대상으로 나누어서 적용하는 것이 타당 함
- 예상 편익 중 항공유 절감, 이산화탄소 감소 및 비행시간 절감은 공용 사항이므로 묶어서 표시하는 것으로 요망 함

* 예산안 검토 후 보고서에 반영

자 문 의 건 서

■ 기획연구 전반에 대한 종합의견

- 기획연구 결과보고서를 면밀히 검토하여 불명확한 표현, 앞뒤 상이한 내용 등에 대해 전반적인 수정/보완이 필요합니다.

■ 고려할 사항 또는 요구사항

- 보고서에 다음사항 수정 보완 필요
[연구목표 및 내용]
- 보고서에서 인용한 부분(표, 그림, 내용)은 반드시 Reference를 달 것
* 내용 수정 완료(p.160)
 - 특히 서론부분은 대부분 인용인데 출처를 밝히지 않은 부분이 상당히 많음
* 내용 수정 완료(p. 1)
 - 10월 30일 경에 요구한 기술 분석표 등 몇 개 양식을 작성하여 첨부바랍니다.
* 첨부자료 보냄
 - p.111 A-1-1은 기술표준과 규격 연구할 대상문서를 구체적으로 나열하여 보완 요망(단순히 ICAO/FAA/RTCA하면 너무 막연함)
* 내용 수정 완료(p.109)
 - A-1-2의 인증기준 개발은 국제 기준이나 기술기준에 있는 것을 번역하고, update하는 것인지, 아니면 전혀 없는 것을 만드는 건지 모호함, 개발할 내용에 대해 설명 보완 요망
* 내용 수정 완료(p.109)
 - 성능확인은 어떤 성능을 어떻게 확인하는 지 구체적으로 기술요망
* 내용 수정 완료(p.110)
 - p.112 A-2 구축인데 개발로 표현된 부분이 있음. 개발은 무엇을 개발하는지 서술 요망
* 내용 수정 완료(p.110)
 - p.113~ A-3-x 제목은 개발 및 평가인데, 평가에 대한 activity가 기술되어 있지 않음. 평가에 대한 활동을 서술 요망, A-3은 뭘 평가한다는 것인지 표현 모호. 평가대상에 대해 서술 요망
* 내용 수정 완료(p.112)
 - p.114 A-3-3에 기술된 내용은 서론에 있어야 할 내용 아닌지?
* 내용 수정 완료(p.113)
 - p.116 B-1, B-2는 절차개발로 H/W가 필요하지 않고, 소요 사유도 제시되어 있지 않으므로, 소요예산에서 연구 장비 재료비는 삭제요망
 - p.118 C-1과 C-2가 같은 category에 묶는 것이 맞는지
* 내용 수정 완료

- p.126 의 내용은 Gant 표로(WBS 형태로) 표현해 주면 연도별로 구분할 필요도 없고 더 보기 좋을 것으로 보임
- p.129 장비시험결과 평가보고서와 p.130의 장비 지상 및 비행시험 결과보고서의 표현이 중복적임. 어떤 내용이고 어떻게 다른 건지 보고서에 추가 설명 요망
* 내용 수정 완료(p.130)
- p.130 시뮬레이션소스에 대해 어떤 것을 의미하는지 설명 추가보완 요망
* 내용 수정 완료(p.130)
- p.131 TRM이 너무 단순함. activity에 대해 좀 더 세분화 요망. p.138이나, p.126~127의 내용, 혹은 더 세분화 가능하면 세분화 요망
* 내용 수정 완료(p.131)
- 표준항행절차는 해외에 이미 있음. 본 과제 수행내용과 어떤 차이가 있는 건지 설명 보완 요망
- 활용방안 내용 추가 요망(4장3절 3.성과물의 활용)
즉, 제시된 최종성과물은 누가, 어떻게 사용하게 되는지?(수요자 분석, 활용성 분석)
- 타당성 분석이 편익항목당 편익도 구분해서 표현 요망
(현재는 4개의 편익의 합으로만 분석)
- 편익에서 항공유 절감은 비행시간 단축의 sub-item으로 분류 요망
- 추진체계 R&D 추진에 맞게 재검토(세부과제 별)
- 소요연구비의 적절성 검토 필요
* 내용 검토 완료

[타당성 분석]

- 표 3.1은 본과제의 연구내용과 일치하게 수정 요망
* 내용 수정 완료(p.60)
- 기술성 분석은 GBAS 인증기술에 대해서만 분석할 것
- p.68 “항공관제시스템” 수정
- p.82 “나. 본 사업에서 편익산정 방법” , 편익이 일목요연하게 표현되도록 수정 요망
* 내용 수정 완료(p.74)
- 목차에서 연구목표 및 내용(3장) 후 이에 대한 타당성 분석(4장)하는 방안 검토 요망
- 보고서 및 RFP를 전체적으로 □, ○, -, · 의 순서로 재 작성해 주시기 바랍니다.
* 내용 수정 완료(전반적인 보고서 내용)
- 보고서 수정 후 제출하고 별도 협의 바랍니다.

2009년 12월 28일

자 문 의 건 서

■ 기획연구 전반에 대한 종합의견

○ 경제성 분석

- 접근절차로(항로) 최적화에 따른 비행시간 단축, 항공유 절감, 이산화탄소 배출 감소 효과 부분을 사회적 편익으로 통합했으면 함
- 독자 인증기술로 해외 기술 대체시 편익부분을 첫 번째로 강조했으면 함

* 사회적 편익으로 통합 및 해외 기술 대체시 편익부분을 강조하여 보고서에 반영

○ 연구추진체계

- 당국, 연구기관, 항공사가 합동으로 연구해야 함
- 당국 : 국토해양부, 양지방항공청, 비행점검센터, 항공기상청 등

* 추진체계 구성 후 보고서에 반영

○ 검토의견

- 우리나라(해당공항) 공역의 전리층 및 폭우, 폭설 등 악기상에 의한 위성 수신 감도에 대한 조사 필요
- GBAS 운용기준 수립시 기상에 따라 어떻게 제공할지 심도 있는 연구가 필요하다고 사료됨

* 설치예정 공항의 특성을 분석 후 보고서에 반영

■ 고려할 사항 또는 요구사항

○ 경제성 분석에서 예상 편익부분 수정필요

- GBAS 독자 인증기술로 해외기술 대체시 편익부분을 강조할 필요가 있음
- 기존 계기착륙(ILS)을 이용할 경우와 GBAS를 이용하여 접근시 이·착륙 처리 능력에서 차이가 발생하는데 따른 편익부분 추가 필요

* 계기착륙(ILS)이나 GBAS를 이용하여 접근시 이·착륙 처리 능력에 따른 편익 보고서에 반영

자 문 의 건 서

■ 기획연구 전반에 대한 종합의견

- 비행점검의 실리에 있어 비용·시간제약 등을 감안하여 소형항공기에 탑재장비를 설치하여 GBAS 인증기술 개발에 많은 시험 및 신뢰성 분석이 이뤄질 수 있도록 RFP에 반영
 - * 한정된 예산안에서 비행 시험 및 정확한 신뢰성 분석이 이뤄질 수 있도록 보고서에 반영
- R&D 연구 활동 수행에 있어 시스템을 설치·시험평가 및 개발 등을 수행할 수 있는 R&D연구 센터(사무실)를 확보하여 연구 활동이 원활히 수행될 수 있도록 예산에 반영
 - * 예산안 검토 후 보고서에 반영
- 연구체계에 있어 국토해양부등의 외부기관 업무를 체계에 포함하지 말고 순수한 연구체계 만을 도시하고 업무분할이 명확히 실행될 수 있도록 하고 연구내용과 수행체계의 업무가 일치되도록 수정
 - * 연구내용과 수행체계의 업무가 일치되도록 보고서 수정
- GBAS 등 GNSS 활용에 있어 국제협력활동이 원활히 이뤄질 수 있도록 연구 활동 구성
- 시범공항 설정을 원활히 수행할 수 있도록 대상공항 3곳 이상을 분석할 수 있도록 요망(RFP 보고서 포함)

■ 고려할 사항 또는 요구사항

- 경제성 분석에 있어, R&D의 목적을 명확히 보완하고 항공기의 운항시간 단축, 연료절감, 이산화탄소 감소 분석등을 추가
 - * 비행시간 단축, 항공유 절감, 이산화탄소 배출 감소 등 예상 편익을 분류하여 보고서에 반영
- 경제성 분석을 부산공항의 1곳을 추가 선정하여 데이터의 공신력을 보완

자 문 의 건 서

■ 기획연구 전반에 대한 종합의견

- R&D의 연구성과의 목표는 국가 경쟁력 제고에 있음
- 국가 R&D사업의 예산 규모 급증에 따라 투입대비 성과에 관심이 큼
- 따라서 결정입안자는 투입과 연구 산출물간의 관계 및 파급효과에 관심이 큼
- R&D는 속성상 미래의 불확실성이 크므로 위험이 높으므로 기획 단계에서 기술적/경제성 타당성분석 필요
 - * 기술적/경제성 타당성 분석 후 보고서에 반영
- 국가 연구개발 사업의 파급효과의 유형별 정리 필요
 - 과학기술적 파급효과 : 기술력 증진효과
 - 경제적 파급효과
 - 사회적 파급효과 : 고용유발 효과, 생산유발 효과 등
- 예상 편익을 분류하여 정리하면 이해에 도움이 될 것으로 판단
 - * 비행시간 단축, 항공유 절감, 이산화탄소 배출 감소 등 예상 편익을 분류하여 보고서에 반영

■ 고려할 사항 또는 요구사항

- 주어진 연구 제약상 많은 부분(경제성분석)이 수행된 것으로 보임
- 따라서 파급효과를 유형별 정리하면 연구보고서의 Quality 향상 기대
- 연구대상의 구체화가 필요하며 전체의 구성중 기개발 부분과 향후 개발 부분 구분이 추후 중복성 시비에 대비할 수 있음
 - * 시제품 및 개발 부분을 구분하여 보고서에 반영

부록 G. 호주 공항공사 GBAS 세미나 발표 자료

□ 요약

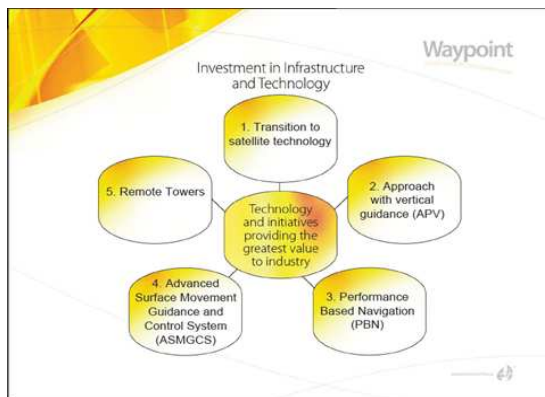
- 2006년 11월부터 시드니 공항에서 Provably Safe Prototype Honeywell SLS-3000 GBAS 운영
- 시드니 공항에 Honeywell의 SLS-3000 장비가 2009년 4분기에 SLS-4000으로 대체될 예정
- 자국의 관할구역 내에서 해당 서비스의 연속성, 가용성, 무결성, 정확성, 신뢰성이 보장되도록 추진
- 시스템의 오작동 또는 오류로 인한 운용 측면에서의 영향을 최소화하고 조속한 서비스 복구를 가능하게 하는 효과적인 방법을 마련
- GBAS CAT-I SARPs는 이미 공포하고 Part 171에 의하여 ICAO 호환 시스템을 승인
- 장비(Sydney 공항)
 - Honeywell SLS-3000 운영 중 (2006년 11월부터 사용)
 - Honeywell SLS-4000 Red Label 2008년 4분기에 구축(장비 인증 후 Black Label로 업그레이드 예정)
 - 현재는 Qantas 항공사의 B737-800 NG 항공기만 서비스
- 인증 준비
 - Facility Approval, Service Approval을 동시에 진행 중이며 2009년 인증 예정
- 기술개발
 - 2006년 4월 10일 계약(HI-ASA)
 - ICAO SARPs CAT-I 만족을 목표
 - Non-Fed Spec. FAA-E-AJW44-2937A에 기반을 두어 개발
 - PDR 완료
- 호주 시드니 공항의 GBAS의 사용 예
 - ILS의 경우 항공기를 허위로 포착하게 되면 Localizer 신호 영역의 접근 지침이 허위 Localizer 방향을 지시 하게 됨. 이 위험을 줄이기 위

해서는 일부공항들은 (호주의 Perth공항, 뉴질랜드의 Auckland공항) 조종사들의 요구에 의해 ILS의 주파수 영역 중앙에 확실하게 항공기가 위치하기 전까지 활성화 되지 않음

- GBAS는 모든 조종사의 개입이 없이 일정한 범위 내에서 GBAS 안내 신호의 수신을 통해 GLS로 항공기 네비게이션 시스템을 자동으로 전환. GBAS의 수평면과 수직면에 대한 항로변경의 안내는 ILS의 안내 보다 안정적이며 예측 가능
- GBAS가 설치된 항공기는 로컬라이저 전에 글라이드 패스를 잡음. GBAS는 ILS보다 넓은 수직편차지역의 수직기준표면을 지원. 이러한 GBAS의 성능은 지속적인 도착강화와 RNP/GLS접근의 효율적 지원이 가능
- GLS는 활주로 시작점에서 4NM가까이 항로를 줄일 수 있음. RNP에서 GLS에 이르기까지 원활한 전환 및 조종사의 작업량을 최소화 함. 일단 글라이드 패스를 잡으면 항공기는 순조롭게 착륙 분계점으로 내려갈 수 있음. Qantas 에서 수집한 2009. 5.22일 RNP/GLS 접근 데이터에 의하면 Qantas 보잉 B737NG 항공기에서 연간 1400만kg의 연료 절약과 4400만kg의 CO2 배출량을 줄일 수 있음

호주 공항공사 GBAS 세미나		
구 분		참 석 자
회의일자	2009.07.13 - 2009.07.14	Mu Yan Manager(Airservices Australia) 황순하 위원(국토해양부) 남기욱 위원(항공우주연구원)
회의장소	항공우주연구원 연구1동 대회의실	이영재 위원(건국대학교) 한재현 위원(교통연구원) 김정주 위원(대한항공) 백광열 위원(부산지방항공청) 홍교영 교수(한서대학교) 박성호 연구원(한국공항공사) 외 22명
주 제	위성항법 지역보강 시스템 인증기술개발 기획관련 호주공항공사 GBAS 설치현황 및 운용현황	
내 용		





KARI Seminar, July 2009

Agenda – 13 July 2009

- Airservices Australia GBAS Program Overview
- GBAS Concept of Operations Under Development
- CAT-III GBAS Roadmap



KARI Seminar, July 2009

TOPIC 1. AIRSERVICES GBAS PROGRAM OVERVIEW



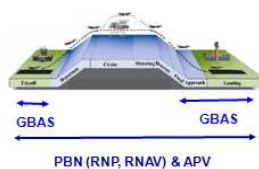
KARI Seminar, July 2009

Airservices Australia Introduction



KARI Seminar, July 2009

GBAS – 21st century alternative to 1930s ILS

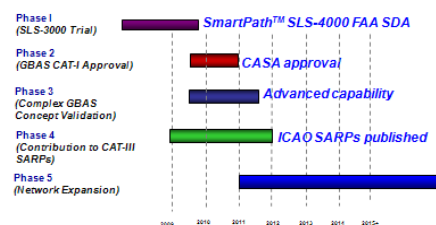


- Schedule reliability
- Overcome terrain challenge
- 1 ground facility for multiple runways
- Lifecycle maintenance cost reduction
- Variable final approach paths
- No ILS critical and sensitive areas
- Low visibility operations



KARI Seminar, July 2009

Airservices GBAS Program Overview

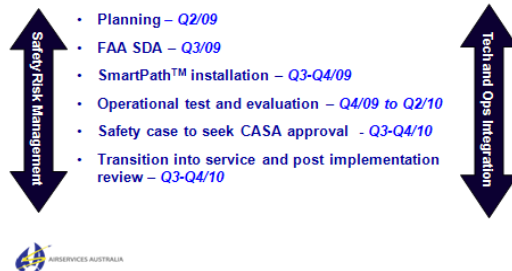


Cross Industry Engagement



Table of Contents	
EXECUTIVE SUMMARY	4
1. INTRODUCTION	4
1.1 Purpose	4
1.2 Scope	4
1.3 Organisation	4
1.4 Approval Authority	4
1.5 Change Management Strategy	4
1.6 Objectives	4
1.7 Objectives of Approval	4
2. PROGRAM CONTEXT	4
2.1 GBAS Overview	4
2.2 Implementation of GBAS in Australia	4
2.3 Background	4
3. GBAS OVERVIEW	10
3.1 GBAS Overview	10
3.2 GBAS Benefits	10
3.3 GBAS Implementation	10
3.4 GBAS Regulatory Approval Process	10
4. PROJECT APPROACH	10
4.1 Phase 1 - GBAS Prototype Trial	10
4.2 Phase 2 - GBAS Approval of GBAS CAT-I Services	10
4.3 Phase 3 - GBAS Benefits Validation	10
4.4 Phase 4 - GBAS CAT-I Services Development	10
4.5 Phase 5 - Expansion of GBAS Services	10
4.6 Implementation Organisation	10
5. INTERNAL COMMUNICATIONS APPROACH	10
5.1 Objectives	10
5.2 Communication Strategy	10
5.3 Internal Relationships	10
5.4 Communication Channels	10
6. REGULATORY COOPERATION	10
6.1 ASTRA	10
6.2 CASA	10
6.3 ICAO	10
6.4 International Forum	10
APPENDIX 1: GLOSSARY OF ACRONYMS	10
APPENDIX 2: ENVIRONMENTAL BENEFITS	10
APPENDIX 3: FAS R&D PROCESS	10
APPENDIX 4: SUMMARY OF ENVIRONMENTAL EFFECTS ON GBAS	10
APPENDIX 5: CASA BENEFITS ON GBAS APPROVAL PROCESS	10
APPENDIX 6: PROGRAM DOCUMENT RFP	10

Achieving CAT-I GBAS Approval in Sydney



Sydney Internal Airport

Honeywell SmartPath™ SLS-4000 GBAS
FAA SDA Expected Jul 09

Landing the World's First...

Qantas first GLS landing
on 22 Nov 06 & +2000
GLS landings since

Qantas obtained A380 GLS approval
12 Jan 09

Airbus A380 Test Flight
Sydney Jun 07



World's first all GPS approach and landing (RNP + GBAS) 22 May 09



Green: RNP connected with GLS
Red: conventional track most often used in Sydney



Questions



TOPIC 2. GBAS CONCEPT OF OPERATIONS

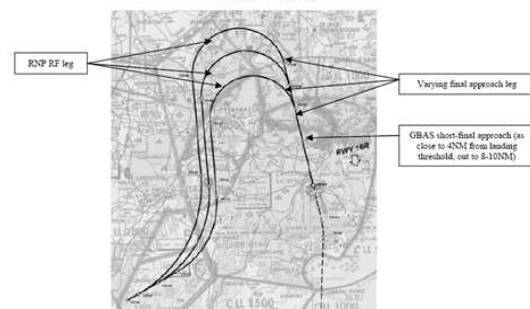


GBAS Concept of Operations (*under development*)

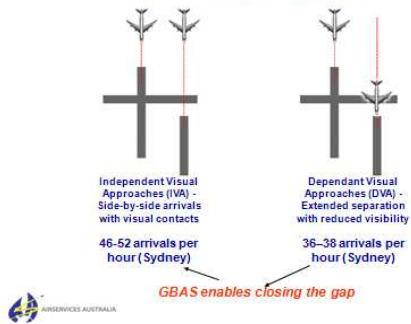
- RNP approach + variable GLS final segments
- Simultaneous GLS approaches to parallel runways
- Displaced threshold
- Low visibility operations
 - » CAT-II procedures using CAT-I ground facility
 - » Low visibility take-offs with HGS
- Offset approaches
- Variable glide slopes



RNP + GLS



GBAS Simultaneous Ops



P/Vs and Single Sequences P/Vs:	14DVA or 14 DWT	Cloud 4001 FT or higher	23 arrivals per hour per runway
	14DVA or 14DWD	Cloud 3001 FT - 4000 FT	19 arrivals per hour per runway
	14LS or 14DWD	Cloud 3001 FT - 4000 FT	19 arrivals per hour per runway
	14DVA or 14DWT	Cloud 3001 FT or higher	24 arrivals per hour per runway
	14DVA or 14DWD	Cloud 2501 FT - 3000 FT	21 arrivals per hour per runway
ELS Approach: 36-34 Parallel	14LS or 14DWD	Cloud below 2000 FT	17 arrivals per hour per runway
	14LS or 14DWD	Other conditions such as strong winds, fog, thunderstorms	19 arrivals per hour per runway
	14LS or 14DWD	Cloud below 2000 FT	19 arrivals per hour per runway
	14LS or 14DWD	Other conditions such as strong winds, fog, thunderstorms	17 arrivals per hour per runway
	14LS or 14DWD	Other conditions such as strong winds, fog, thunderstorms	17 arrivals per hour per runway
PRM Approach:	14PRM	When used	20 arrivals per hour per runway
	14PRM	When used	20 arrivals per hour per runway
Single Runway Operations			Rate - 25 arrivals per hour



Displaced Threshold

- RWY 16R
 - » Visual cue - F or G taxiways
- RWY 34L
 - » Visual cue - A5 or A6 taxiways
- Maintain capacity during large aircraft operations (e.g. A380s)
- Potentially reduce longitudinal wake separation (e.g. from 8NM to 5NM)

Low visibility operations

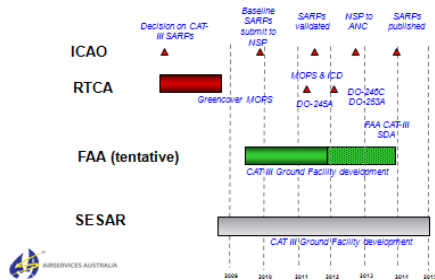


- CAT-II procedures using CAT-I GBAS ground facility
 - » Maximise aircraft capabilities (e.g. HGS)
 - » ILS precedence: FAA Order 8400.13C
- Low visibility take-offs
 - » LOC centreline guidance

Questions

TOPIC 3.
CAT-III GBAS ROADMAP

CAT-III GBAS Roadmap (Indicative)



Questions

Agenda – 14 July 2009

- Australia GBAS Regulatory Approval Process
- GBAS Avionics and Airlines Critical Role
- Ionosphere Threat Assessment

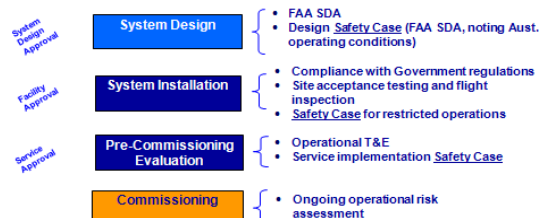
TOPIC 4.

GBAS CAT-I REGULATORY APPROVAL PROCESS IN AUSTRALIA

Airservices Australia Regulatory Environment

- Airservices' core services subject to CASA regulations
- GBAS implementations → changes to Airservices' Operating Certificates
 - » Part 171 - Aeronautical Telecommunication and Radionavigation Services
 - » Part 172 - Air Traffic Services
 - » Part 173 - Instrument flight procedure design
 - » Part 139H - Aerodrome Rescue and Fire-Fighting Services
 - » Part 143 - Air Traffic Services Training
- Safety assurance

Australia Regulatory Approval Process (GBAS Ground Facility)



Australia Regulatory Approval Process (Airline Operational Approval)



GBAS Program Document Map



FAA System Design Approval (SDA)

- Basis for Airservices' Design Safety Case
- FAA reviews, audits and independent verification
- Basis for SDA
 - FAA-E-AJW44-2937A
 - FAA Order 6700.20A
- Key industry standards
 - ICAO
 - RTCA
 - ARP



SDA Administrative Process (Source: FAA)

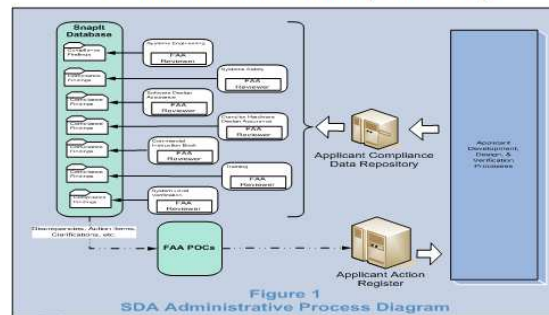
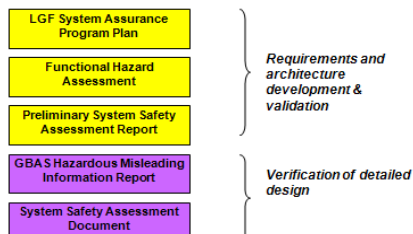


Figure 1
SDA Administrative Process Diagram

GBAS Design and Development Safety Assurance



SmartPath™ Implementation in Sydney

Objective:

- Technical & operational integration
- Obtain CASA approval of GBAS CAT-I Service

Scope:

- Safety plan
- Requirements
- Ionosphere assessment
- Installation
- Facility operation and maintenance
- Training – technical and operational
- Pre-commissioning inspections and testing
- Operational test and evaluation
- Safety case



SmartPath™ Installation

- Site assessment / selection
- Installation readiness preparation
- Civil constructions
- SmartPath™ Installation
- Guidance materials
 - » Aircservices installations procedures and standards
 - » Honeywell SLS-4000 GBAS Ground Equipment Manual



Facility Operations and Maintenance

- Standard operating & maintenance procedures
- Logistics support
- System monitoring
- GBAS broadcast frequency licence & channel assignment
- Flight inspection procedures (ICAO Doc 8071 Vol II)
- Spares and test equipment
- Technical training, TechCert
- Service interruption recovery and contingency



GBAS Operational Integration

- ATC procedures
- GLS instrument approach procedures design and publishing
- FAS data management
- NOTAM – GPS constellation alerts, GBAS status
- Operational training

NEED INTERNATIONAL STANDARDISATION



ATC Procedures Update

- Phraseology
- Tower ATSU interface
- ATC coordination and clearance procedures
- GLS captured in TAAATS flight plan
- Service disruption recovery and contingency management



GLS Instrument Approach Procedures Management

- GLS design
- Chart publishing
- Code into FMS navigation database
- FAS loaded into SmartPath™ and broadcast
- FAS data quality assurance



GLS Procedures

The GBAS criteria in this chapter are based on ILS criteria

PROCEDURES – GLS

1.1 INTRODUCTION

1.1.1 Application

The ILS criteria in this chapter are based on ILS criteria and are intended to be applied to all GLS instrument approach procedures. The criteria are intended to be applied to all GLS instrument approach procedures, whether they are based on ILS criteria or on other criteria.

1.1.2 Procedures contained

The procedures contained in this chapter are intended to be applied to all GLS instrument approach procedures, whether they are based on ILS criteria or on other criteria.

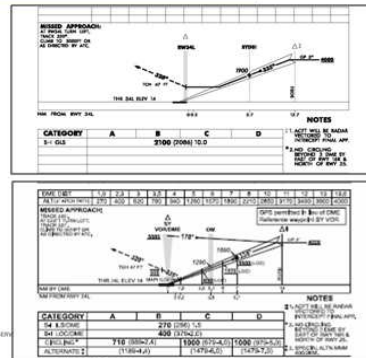
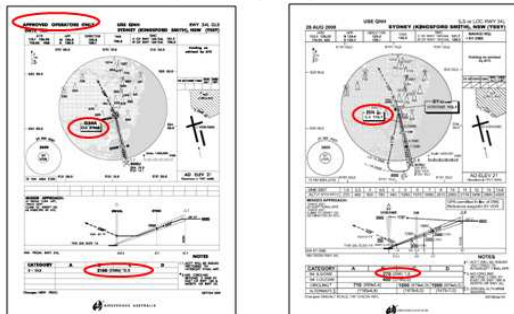
1.1.3 Standardisation

The following table contains the standardisation criteria for GLS instrument approach procedures. The criteria are intended to be applied to all GLS instrument approach procedures, whether they are based on ILS criteria or on other criteria.

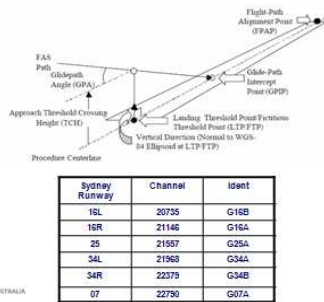
Standardisation criteria	ILS criteria	GLS criteria
1.1.3.1	ILS	ILS
1.1.3.2	ILS	ILS
1.1.3.3	ILS	ILS

Progressive Minima Step-Down

3,000 ft / 8,000m to 10,000m → 1,000ft / 5,000m → Cat-I 200ft / 800m



FAS Message Type 4 and GBAS Channel Assignment



Test and Evaluation Overview

- Testing at equipment design/built level
 - » System verifications and system safety assurance
 - » Noting Australia local operating conditions
- Site verification tests
 - » Standard installation testing
 - » Flight inspections
- Operational test and evaluation
 - » Operational performance data analysis
 - » Rationale/evidence for seeking CASA regulatory approval

Site Verification Tests

- Measured site data collection and measurement
- Stability testing
- Site acceptance testing
 - » Ground inspections
 - » Reliability, maintainability, availability demonstration
- Flight inspections
- Engineering and operational readiness sign-off (i.e. Facility Approval)
- Commence restricted commissioning

Operational Test and Evaluation

- OT&E requirements
- OT&E methodologies
 - » Field monitoring
 - » ILS vs. GBAS comparative assessment
 - » GLS ground track monitoring
 - » Analysis of SmartPath™ recorded data
- Candidate tools (e.g. Eurocontrol PEGASUS)

Field Monitoring Tool (Example)

GBAS signal-in-space



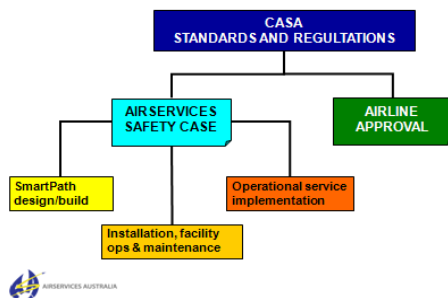
ANALYSIS TOOL



Criteria	Requirement	Reference	Data Analysis Example
Accuracy (95%)	Horizontal position error (95%): 15m	ICAO Annex 10 Vol 1, Table 3.7.2.4-1	- Measure MVR output position (MVR field monitor or simulated MVR) & compare with predicted position - Pilot NBE v.s. frequency (%)
	Vertical position error (95%): 4m	ICAO Annex 10 Vol 1, Table 3.7.2.4-1	
Integrity	0.5x10 ⁻⁹ per approach/fault-free or 1 RRF failure	FAA LAAS non-FedSpec	- Pilot position error, protection level and alert limit (horizontal and vertical) - Measure % of time when position error > alert limit
	1.5x10 ⁻⁹ per approach (all other failures)	FAA LAAS non-FedSpec	
	HAL: 40m	ICAO Annex 10 Vol 1, Table 3.7.2.4-1	
	VAL: 10m	ICAO Annex 10 Vol 1, Table 3.7.2.4-1	
	Time to alert: 6s	ICAO Annex 10 Vol 1, Table 3.7.2.4-1	
Continuity	1x10 ⁻⁴ in any 15s (VDB interruption)	FAA LAAS non-FedSpec	- Measure % of time when VDB transmission is interrupted - VDB signal strength plot - Reference receiver Br/ave analysis - GBAS constellation analysis
	2.5x10 ⁻⁴ in any 15s (reference receiver and ground integrity monitor continuity)	FAA LAAS non-FedSpec	
Availability	0.99 to 0.9999 (comparable to GLS)	ICAO Annex 10 Vol 1, Table 3.7.2.4-1	Measure % of time when GBAS ground facility is available, given accuracy, integrity and continuity requirements are met
Coverage	23NM	FAA LAAS non-FedSpec	Flight inspection to measure the minimum signal strength limit



CASA Regulatory Approval Summary



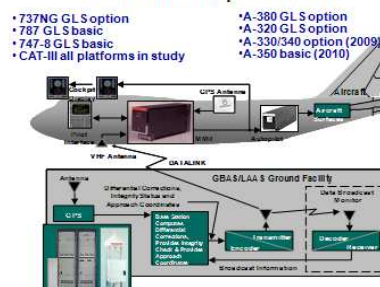
Questions



TOPIC 5. GBAS AVIONICS & AIRLINES CRITICAL ROLE



GBAS Aircraft Implementation



Boeing B787 – GLS a standard feature (Source: Boeing I-GWG Apr 2008)



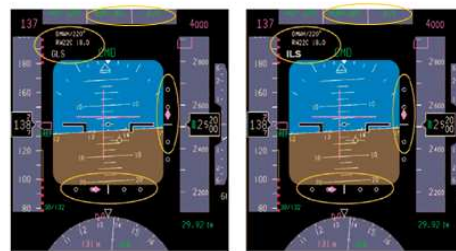
Airbus A380 GLS Customers (Source: Airbus I-GWG Mar 2009)



Pilot Interface – Boeing B737NG



Pilot Interface



Airlines Equipage Critical to GBAS Success

- Qantas champion along the way
 - » 2000+ GLS approaches conducted to date
 - » 600+ pilots trained - "smooth, stable, accurate" & minimal training
- Airlines GLS support - key driver for airframe OEMs
- GLS capability available – Ground facility yet to catch-up
- Air-ground co-implementation = early benefits realisation
- More GLS avionics solutions needed

Questions

SECTION 6. IONOSPHERE THREAT ASSESSMENT

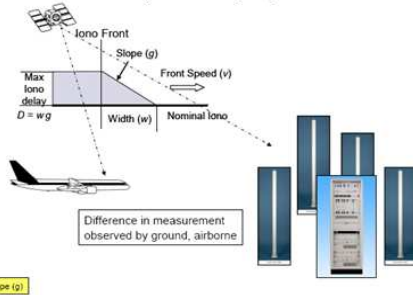


Ionosphere Anomaly and Mitigation

- Extreme ionosphere anomalies – integrity threat for all external single-frequency GNSS augmentations
- Honeywell GBAS mitigation solution
 - » Always protect against worst-case storm
 - » CONUS ionosphere storm anomaly model
 - » Exclude 'unsafe' user geometries
- Australia ionosphere threat assessment – due Jul 09
 - » Confirm Australia iono anomalies contained within the existing CONUS threat model

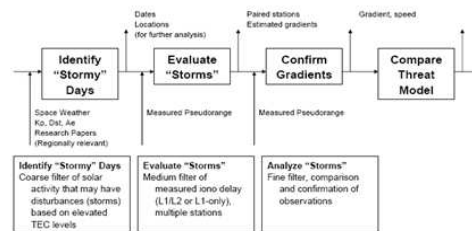


Ionosphere Storm Wave Front Model (Source: Honeywell)



Gradient = Slope (g)

Ionosphere Anomaly Assessment Process (Source: Honeywell)



Regional Cooperation on Ionosphere Characterisation

- Airservices Working Paper to the Thirteenth Meeting of the Communications/Navigation/Surveillance and Meteorology Sub-group of APANPIRG (CNS/MET SG/13), Bangkok, Thailand, 20-24 July 2009
- Proposing an Asia Pacific Regional Task Force to characterise the ionosphere anomaly for the Asia Pacific Region



Questions



Applicable International Standards

- ICAO Annex 10 to the Convention on International Civil Aviation, Volume I Radio Navigation Aids.
- ICAO Doc 8168, Procedures for Air Navigation Services – Aircraft Operations – Construction of Visual and Instrument Flight Procedures Volume II.
- ICAO Doc 4444, Procedures for Air Navigation Services – Air Traffic Management.
- ICAO Doc 8071, Manual on Testing of Radio Navigation Aids, Volume II.
- ICAO Doc 8750, Global Air Navigation Plan.
- ICAO Doc 9610, Performance-Based Navigation (PBN) Manual.
- FAA Non-Fed Specification - Category I Local Area Augmentation System Ground Facility (FAA-B-AJW/44-2837A).
- FAA Technical Standard Order (TSO-C151) – Ground Based Augmentation System Positioning and Navigation Equipment
- FAA Order 6700.20A, Non-Federal Navigation and Air Traffic Facilities, Mar 2000
- RTCA/DO-248A, Minimum Avionics System Performance Standards for the local area augmentation system (LAAS).
- RTCA/DO-249D, GNSS based precision approach local area augmentation system (LAAS) signal-in-space interface control document.
- RTCA/DO-253A, Minimum operational performance standards for global positioning system local area augmentation system airborne equipment.
- RTCA/DO-254, Design Assurance Guidelines for Airborne Electronic Hardware (RTCA/DO-254).
- RTCA/DO-278, Guidelines for Communication Navigation Surveillance, and Air Traffic Management (CNS/ATM) Systems Software Integrity Assurance (RTCA/DO-278).
- RTCA/DO-178B, Software Considerations in Airborne Systems and Equipment Certification.
- ARP-4754, Certifications 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



부록 H. 본 과제 연구결과 성과물 활용계획

과제	주요 성과물	수요자/ 활용자	활용방안	관련 기술개발활동
GBAS CAT- I 인증체계 및 시험시스템 기술개발	인증기준서 (System, Facility, Operation)	인증기관	국내 공항 CAT- I 구축 시 인증 기준으로 활용	GBAS CAT- I 인증기준 개발
	탑재시스템 시제품	시험평가기관	인증을 위한 비행시험평가 시스템으로 활용	GBAS CAT- I 비행시스템 및 인증체계 개발
	데이터 측정 및 지상 모니터링 시스템 시제품	시험평가기관	인증을 위한 지상시험평가 및 데이터 분석용으로 활용	
	인증 시험평가 절차서	시험평가기관	인증시험평가 절차로 활용	GBAS CAT- I 시험평가 기술개발
	시험평가 기술서 (System, Facility, Operation)	시험평가기관	인증 시험평가 절차에 따른 항목별 시험평가 방법 및 기술로 활용	

GBAS CAT- I 시범공항 구현 및 시설 인증기술 개발	장비 설치/운영/관리 기준 개발 보고서	감독기관 / 운영기관	GBAS 설치/운영/관리 기준으로 활용	GBAS CAT- I 시설 운영 기준 및 절차 개발
	사이트 적합성시험 및 비 행점검 방법 개발 보고서	설치기관 / 비행점검소	GBAS 설치 사이트 환경 분석 및 비행점검시 활용	GBAS CAT- I 시설 운영 기준 및 절차 개발
	무선국 인가 절차 보고서	설치기관	GBAS 장비 무선국 인가시 활용	GBAS CAT- I 시설 운영 기준 및 절차 개발
	장비 점검 및 유지보수 절차 개발 보고서	운영기관	GBAS 장비 점검 및 유지보수 절차로 활용	GBAS CAT- I 시설 유지보수 절차 개발
	종사자 교육/훈련 절차 개발 보고서	운영기관	GBAS 장비에 대한 종사자 교육/훈련 절차로 활용	GBAS CAT- I 시설 유지보수 절차 개발
	시스템 감시 및 장애복 구 절차 보고서	운영기관	GBAS 장비에 대한 시스템 감시 및 장애복구 절차로 활용	GBAS CAT- I 시설 유지보수 절차 개발
	도입지침서	도입기관	GBAS 장비 도입 시 Guide line으로 활용	GBAS CAT- I 시범공항 선정 및 시설 구축
	GBAS 시제품	시험평가기관	인증을 위한 Reference 시스템으로 활용	GBAS CAT- I 시범공항 선정 및 시설 구축
GBAS CAT- I 시험평가 및 시범운영	시험공항 운항절차 연구보고서	시험평가기관	GBAS 장비 시범공항 운항절차로 활용	GBAS CAT- I 시범운영 절차 개발
	시뮬레이션 소스, 동영상 및 평가보고서	시험평가기관	GBAS 장비 시범공항 운항절차로 활용	GBAS CAT- I 시범운영 절차 개발
	시험결과보고서	시험평가기관	GBAS 장비 시험결과 및 타공항 설치시 활용	GBAS CAT- I 시험 평가 개발

부록 1. 위성항법 지역보강 시스템 운용기술 개발 기술정의서

1차분류	2차분류 (구성기술)	3차분류							기술개발 효과	기술개발 우선순위
		분류 코드	요소 기술	주요 구성기술 및 연구내용	신규	개선	국산화	실용화		
GBAS CAT-I 인증체계 및 시험시스템 기술개발 (A)	GBAS CAT-I 인증기준 개발 (A1)	A11	ICAO/FAA/RTCA 기준 분석	- 국제 기술표준과 규격 연구			√		- 독자적인 인증기술 확보에 따른 편익발생 - 항공 선진국으로부터의 기술 종속을 탈피하여 주요 핵심기술에 대한 국산화 계기를 마련 - 차세대 항행 시스템 확장성 적용 - 항공기술의 국제표준 제정 등에 주도적인 역할	1
		A12	GBAS 인증기준(System, Facility, Operation, Approval)개발	- 지상시스템의 일반적인 오차 성능 특성을 분석 - 개별 무결성 위협 요소 감시 정보를 통합하는 총괄 감시(executive monitor) 개념개발 - 항공기 탑재 수신기를 포함한 전체 시스템이 CAT-I 서비스 요구사항을 만족하는지 성능 확인 - 요소 성능지표 (정확성, 무결성, 연속성 등) 및 종합 성능지표에 대한 시험평가 및 인증기준 개발			√			
	GBAS CAT-I 비행시험 시스템 및 인증체계 개발 (A2)	A21	GBAS CAT-I 탑재시스템 구축	- GPS/VDB 안테나, MMR, 데이터 처리 장비 인터페이스 설계 및 통합 - 탑재시스템 구성장비 개별 성능 시험 및 시스템 통합 성능시험 - 탑재시스템 SW(데이터 처리 및 GUI 등) 개발			√			
		A22	데이터 측정 및 지상 모니터링 시스템 구축	- GBAS 지상 원격 모니터링 시스템 개발 및 구축 - 지상 이동 GBAS 시험시스템 개발 - 시스템 구성장비 개별 성능시험 및 시스템 통합 성능시험 - GBAS 성능분석을 위한 데이터 측정처리 및 성능분석 장비 개발			√			

1차분류	2차분류 (구성 기술)	3차분류							기술개발 효과	기술개발 순위
		분류 코드	요소 기술	주요 구성기술 및 연구내용	신규	개선	국산화	실용화		
		A23	GBAS CAT-I 시스템 체계 구축	- 시스템 엔지니어링 관리계획 수립 - 개발 시스템 요구사항 도출 및 할당 - 기술자료(HW/SW), 연구 성과, 품질 및 위험 관리 - 개발단계 및 통합단계 시험평가			√			
	GBAS CAT-I 시험평가 기술 개발 (A3)	A31	장비성능 적합성 검증 (System Design Approval) 기술 개발 및 평가	- 시스템 안전도 평가 (System Safety Assessment)를 위한 안전도 평가 절차 개발기술, 기능적 위험요소 평가기술 개발 - GBAS 장비의 소프트웨어 디자인 검증기술 개발 - GBAS 장비의 하드웨어 디자인 검증기술 개발 - GBAS 시스템 레벨 평가기술 개발 - GBAS CAT-I 시스템의 정상작동을 검증할 수 있는 기술 개발 - 장비의 정상운영 검증기술 개발			√			
		A32	시설인증(Facility Approval) 기술 개발 및 평가	- 공항의 현재 운영 상태, 공항의 미래 구조 변경 등을 고려하여 GBAS CAT-I 요구사항에 적합하도록 GBAS 지상 장비를 설치할 수 있는 설계기술 개발 - GBAS 지상 시설의 신뢰성, 가용성 등을 분석할 수 있는 기술을 개발 - GBAS 지상 시설의 정상작동을 검증할 수 있는 기술을 개발하며, 지상 시설 안전관리 기술을 개발			√			

1차분류	2차분류 (구성 기술)	3차분류							기술개발 효과	기술개발 우선순위
		분류 코드	요소 기술	주요 구성기술 및 연구내용	신규	개선	국산화	실용화		
				- GBAS 시설의 운영 및 유지보수의 요구사항과 시설의 운영 성능을 분석할 수 있는 데이터의 요구사항 도출 - GBAS 시설의 운영 및 유지보수 기술을 개발하며, 운영 및 유지보수를 위한 운영자 교육 프로그램을 개발 - GBAS 시설의 정상작동을 확인하기 위한 비행시험 절차 설계기술 개발						
		A33	운 용 인 증 (Operational Approval) 기술 개발 및 평가	- 항공기의 안전을 위하여 중요한 파라미터인 정확 및 신뢰성에 대한 시험평가 기법 개발			√			
GBAS CAT-I 시범 공항 구현 및 시설 인증 기술 개발 (B)	GBAS CAT-I 시설 운영 기준 및 절차 개발 (B1)	B11	GBAS CAT-I 장비 설치/운영/관리 기준 개발	- 구축 장비 설치/운영/관리에 대한 국제 기술 표준 연구 - 구축 장비 설치에 대한 요구도 분석 및 기준 개발 - 구축 장비 운영에 대한 요구도 분석 및 기준 개발 - 구축 장비 관리에 대한 요구도 분석 및 기준 개발					- 현 항법시설보다 설치 및 유지관리비 절감 - 차세대 항행안전인프라 구축을 촉진할 수 있으며 해외에 의존할 경우 발생하는 기술적, 경제적, 안보적인 측면의 문제를 해소	2
		B12	사이트 적합성 시험 및 비행점검 방법 개발	- 전파 환경 분석을 통한 사이트 적합성 시험 - 기존 항행안전시설 비행점검 절차 연구 - 구축장비에 대한 비행점검 기준 수립 및 비행점검 방법 수립 - 초기비행점사, 정기비행점사, 특별비행점사 등의 기준 및 주기 수립						
		B13	GBAS CAT-I Broadcast 주파수 인가 및 채널 배정	- GBAS CAT-I 장비에 대한 무선국 인가 절차 수립 및 무선국 인가						

1차분류	2차분류 (구성기술)	3차분류							기술개발 효과	기술개발 우선순위
		분류코드	요소 기술	주요 구성기술 및 연구내용	신규	개선	국산화	실용화		
	GBAS CAT-I 시설 유지보수 절차 개발 (B2)	B21	GBAS CAT-I 장비 점검 및 유지보수 절차 개발	- 기존 항행안전시설에 대한 시설 및 장비 유지 보수절차 연구 - 구축장비에 대한 시설 및 장비 유지보수절차 수립 - 기존 항행안전시설에 대한 관련 종사자의 교육/훈련에 관한 절차 연구 - 구축장비에 대한 관련 종사자의 교육/훈련에 관한 절차 수립						
		B22	GBAS CAT-I 시스템 감시 및 장애복구	- 기존 항행안전시설에 대한 감시 절차 연구 - 구축장비에 대한 감시 절차 수립 - 기존 항행안전시설에 대한 장애 발생시 복구 및 대처방안 연구 - 구축장비에 대한 장애발생시 복구 및 대처방안에 관련된 지침 수립						
	B-3 GBAS CAT-I 시범공항 선정 및 시설 구축 (B3)	B31	시범공항 선정을 위한 안전성/기술성 분석	- GBAS CAT-I 장비 구축이 용이한 시범공항 선정을 위한 각 공항 입지 여건 조사 및 연구 - GBAS CAT-I 장비 구축시 기존 항행안전시설과의 영향에 대한 기술적 관련 사항 조사 및 연구 - GBAS CAT-I 도입을 준비하는데 필요한 지침서 개발을 위한 안전성/기술적 요인 분석 - GBAS CAT-I 도입 지침서 개발						
		B32	GBAS 장비 선정 및 설치	- 시범공항 영역에 대한 조사 분석 및 기준국 안테나와 VDB 안테나 등의 설치 위치 선정						

1차분류	2차분류 (구성기술)	3차분류							기술개발 효과	기술개발 우선순위
		분류코드	요소 기술	주요 구성기술 및 연구내용	신규	개선	국산화	실용화		
				- 공항 운영기관으로부터 설치 허가 획득 - 국제 규격에 맞는 GBAS CAT-I 장비 선정 - GBAS CAT-I 장비 설치						
GBAS CAT-I 시험 평가 및 시범 운영 (C)	GBAS CAT-I 기반 운항절차 수립 및 시물레이션 (C1)	C11	RNAV/GLS 운항절차 연구	- 계기비행 방식을 위한 항행안전 시설, 항공기탑재장비 및 인공위성 등을 이용한 수립한 비행절차 연구 - GBAS 접근절차 수립 및 장애물 회피 연구			√		- 비행시험을 통한 신규항행시설 검증능력 향상 - 시물레이터를 통한 GBAS 운항절차 시험비용감소 - 비행시험 기술 능력 향상 - 체계적인 비행 시험 수행 기준 수립 능력 향상 - 시계 비행이 어려운 기상 조건에서도 항공기 이착륙이 가능하도록 하여 항공편의 운용을 확대함으로써 기상 악화로 인한 결항/지연 요인을 감소 - 공항의 지형적 문제 해결 능력 향상 - 다양한 절차의 이·착륙이 가능하여 공항 처리 능력 증대 - 항공시간 단축, 연료 절감, 환경오염 감소	3
		C12	GBAS CAT-I 운항절차 시물레이션 및 평가	- 시물레이터를 통한 GBAS 운항절차 사전 평가 및 수정 보완 - 시범공항에 적용된 운항절차 확인 - 비행 시험 수행 기준 수립			√			
	지상 및 비행시험 (C2)	C21	정확도/무결성/연속성/가용성 시험	- 국제표준규약에 준하는 시험 결과 도출 및 신뢰성 모니터링/데이터 확보 - 국제표준규약에 준하는 개발된 신뢰성 평가 시스템에 따른 지상시험을 통한 확인 및 최종적으로 비행시험을 통한 평가 수행 - VDB 전송 및 기준 수신기 연속성 확인을 위한 시험평가 - SIS 연속성 확인을 위한 시험평가			√			
		C22	지상/비행 점검 및 서비스 영역 시험	- 구축된 GBAS 시스템 및 Monitoring 장비에 대한 지상 및 비행 단계별 시험을 통한 점검			√			

1차분류	2차분류 (구성 기술)	3차분류							기술개발 효과	기술개발 우선순위
		분류 코드	요소 기술	주요 구성기술 및 연구내용	신규	개선	국산화	실용화		
				- CAT-I급을 만족하는 지의 국제 표준규약에 준하는 실제 비행을 통한 점검 시험 - 시험공항을 기준으로 GBAS 시스템의 서비스 영역 확인, 방위, 거리, 활주로, 항공기 및 비행단계별 신호 강도 및 신호 정확도 등 점검 - 설치된 VDB 안테나가 다음 요구조건을 만족하도록 설계되었는지에 대한 시험평가 - 탑재시스템 정상동작 확인 및 소비전력 확인 등 비행관련 시험평가 실시 - 정확도/무결성/연속성의 요구조건을 만족하는 영역으로 정의되는 서비스 영역에 대한 시험평가						
		C23	GBAS CAT-I 운항절차 시험	- 실제 운항을 통한 GBAS 시스템 점검 및 다양한 실제 운항 및 착륙 조건을 고려한 시험 수행 - 출발 및 접근절차 시험(직진형, 선회형 등) - 구간별 절차 시험(첫 접근, 중간, 최종, 실패접근 등)			√			

부록 J. 위성항법 지역보강 시스템 운용기술 개발 중복성 검토

도출과제 (기획)			중복성 검토과제			중복성 검토결과
과제명	연구내용	예상결과물 (시제품 포함)	과제명 및 수행기관 등	연구내용	결과물 또는 예상결과물 (시제품 포함)	
GBAS CAT-I 인증기준 개발 (A1)	- 국제 기술표준과 규격 연구(ICA0/FAA/RTCA) - GBAS(System, Facility, Operation) 인증기준 개발	- 국제 기준 분석 보고서 - 인증기준 개발 보고서	해당사항 없음	해당사항 없음	해당사항 없음	해당사항 없음
			해당사항 없음	해당사항 없음	해당사항 없음	해당사항 없음
GBAS CAT-I 비행시험 시스템 및 인증 체계 개발 (A2)	- GBAS CAT-I 탑재시스템 개발 - 데이터 측정 및 지상 모니터링 시스템 개발 - GBAS CAT-I 시스템 인증 체계 개발	- 탑재시스템 시제품 - 데이터 측정 및 지상모니터링 시스템 시제품 - 인증체계 개발 보고서	-과제명: 위성항법시스템 개발 -수행기관: 한국항공우주연구원	-수행 당시 국제 기술표준 및 연구동향 분석 -GPS 항법 위성을 이용한 항공기 이착륙 시스템 연구 -DGPS 기반 정확성 중심의 기반연구	- DGPS 데이터 처리장치 시제품 1조	- 정확성 중심의 단위 요소기술에 대한 연구로 개발 인증이 완료된 시스템의 안전성과 신뢰성을 검증하고 새로운 비행계획을 수립하고자 하는 본 과제의 목적 및 연구내용과는 상이함 - 일부 기능만 구현된 DGPS 데이터 처리장치를 활용해서 위성항법시스템의 안전성과 신뢰성 검증은 불가능
			-과제명: 항공용 위성항법시스템 기반기술 개발 -수행기관: 한국항공우주연구원	-국제 기술표준 동향 분석 -요소기술 알고리즘 연구 -연구용 GBAS 지상 및 탑재시스템 개발	- 연구용 GBAS 지상 및 탑재시스템 시제품 각 1조	- GBAS CAT-I 관련 요소기술 개발을 위한 기반연구 과제로 개발 인증이 완료된 위성항법시스템의 안전성과 신뢰성을 검증하고 새로운 비행계획을 수립하고자 하는 본 과제의 목적 및 연구내용과는 상이함

도출과제 (기획)			중복성 검토과제			중복성 검토결과
과제명	연구내용	예상결과물 (시제품 포함)	과제명 및 수행기관 등	연구내용	결과물 또는 예상결과물 (시제품 포함)	
			-과제명: 전 공 역 위성보정시스 템 구축방안 -수행기관: 서울 대학교	-광역 기준국 및 중앙처리 국 요소기술 및 알고리즘 연 구 -한반도 전 공역 위성보정 시스템 구축 방안 연구	-결과 보고서	- 검토 대상 과제의 연구내용은 한반도 전 지역을 대상으로 하는 광역위성항법 보강시스템(SBAS) 관련 연구로 본 과 제의 공항 지역 기반의 GBAS와는 시 스템 구조 및 요구사항, 안정성 및 신뢰 성에 대한 검증 기준이 상이함
GBAS CAT-I 시험평가 기술 개발 (A3)	- 장비성능 적합성 검증 기술 개발 및 평가 (System Approval) - 시설인증 기술 개발 및 평가(Facility Approval) - 운용인증 기술 개발 및 평가 (Operational Approval)	- 장비성능 적 합성 검증 기술 보고서 및 장비시험결 과 평가보고서 - 시설인증 기 술보고서 및 시 설시험결과 평 가보고서 - 운용인증 기 술보고서 및 운 용시험결과 평 가보고서	해당사항 없음	해당사항 없음	해당사항 없음	해당사항 없음

도출과제 (기획)			중복성 검토과제			중복성 검토결과
과제명	연구내용	예상결과물 (시제품 포함)	과제명 및 수행기관 등	연구내용	결과물 또는 예상결과물 (시제품 포함)	
GBAS CAT-I 시설 운영 기준 및 절차 개발 (B1)	- GBAS CAT-I 장비설치/운영/관리 기준 개발 - 사이트 적합성 시험 및 비행점검 방법 개발 - GBAS CAT-I Broadcast 주파수 인가 및 채널 배정	- 장비설치/운영/관리 기준 개발 보고서 - 사이트 적합성 시험 및 비행점검 방법 개발 보고서 - 무선국 인가 절차 보고서	해당사항 없음	해당사항 없음	해당사항 없음	해당사항 없음
GBAS CAT-I 시설 유지보수 절차 개발 (B2)	- GBAS CAT-I 장비 점검 및 유지보수 절차 개발 - GBAS CAT-I 시스템 감시 및 장애복구	- 장비 점검 및 유지보수 절차 개발 보고서 - 시스템 감시 및 장애복구 절차 보고서	해당사항 없음	해당사항 없음	해당사항 없음	해당사항 없음

도출과제 (기획)			중복성 검토과제			중복성 검토결과
과제명	연구내용	예상결과물 (시제품 포함)	과제명 및 수행기관 등	연구내용	결과물 또는 예상결과물 (시제품 포함)	
GBAS CAT-I 시범공항 선정 및 시설 구축 (B3)	- 시범공항 선정을 위한 안정성/기술성 분석 - GBAS 장비 선정 및 설치	- 안정성 및 기 술성 분석 보고 서 -장비선정/설치 보고서 및 시제 품	해당사항 없음	해당사항 없음	해당사항 없음	해당사항 없음
GBAS CAT-I 기반 운항절차 수립 및 시물레이 션 (C1)	- RNAV/GLS 운항절차 연구 - GBAS CAT-I 운항절 차 시물레이션 및 평가	- 시범공항 운 항절차 연구보 고서 -시물레이션 소 스, 동영상 및 평가보고서	해당사항 없음	해당사항 없음	- 시범공항 GBAS CAT-I 운항절차(안) - Simulation 결과보고서 및 관련 Fils	검토대상 과제에서는 국내 시범공항에 대한 GBAS CAT-I적용 절차 연구는 신규연구에 해당되며, 특히 GBAS 비행시험을 위한 운항절차 개발은 더더욱 신규연구에 해당됨

도출과제 (기획)			중복성 검토과제			중복성 검토결과
과제명	연구내용	예상결과물 (시제품 포함)	과제명 및 수행기관 등	연구내용	결과물 또는 예상결과물 (시제품 포함)	
지상 및 비행시험 (C2)	- 정확도/무결성/연속성/가용성 시험 - 지상/비행 점검 및 서비스 영역 시험 - GBAS CAT-I 운항절차 시험	- 지상/비행 점검 및 서비스 영역 시험결과 보고서 - 운항절차 시험 결과보고서	-과제명: 위성항법시스템 개발 -수행기관: 한국항공우주연구원	-수행 당시 국제 기술표준 및 연구동향 분석 -GPS 항법 위성을 이용한 항공기 이착륙 시스템 연구 -DGPS 기반 정확성 중심의 기반연구	- DGPS 데이터 처리장치 시제품 1조 - 비행시험 결과 보고서	- 검토 대상 과제에서는 시험기를 이용한 GPS 데이터 수신 및 정확도 중심의 후처리 시연으로 본 과제의 GBAS CAT-I 장비, 시설, 운용 인증을 위한 성능검증 및 시험평가와는 목적과 내용이 상이함
			-과제명: 항공용 위성항법시스템 기반기술 개발 -수행기관: 한국항공우주연구원	-국제 기술표준 동향 분석 -요소기술 알고리즘 연구 -연구용 GBAS 지상 및 탑재시스템 개발	- 연구용 GBAS 지상 및 탑재시스템 시제품 각 1조	- 검토 대상 과제에서는 시험기를 통하여 수집된 GPS 데이터를 이용하여 일부 단위 알고리즘에 대한 후처리 평가를 수행한 것으로 본 과제의 GBAS CAT-I 장비, 시설, 운용 인증을 위한 성능검증 및 시험평가와는 목적과 내용이 상이함

부록 K. 위성항법 지역보강 시스템 운용기술 개발 성과지표 및 목표 검토서

구분	중점전략	사업단계별 명칭	중점 목표	성과측정지표
1차년도	인증기술 연구	연구개발 1단계 사업	·인증기준 개발	·분석서 및 인증기준서 각 1건 ·논문 1건
2차년도	Test-bed 및 인증체계 개발	연구개발 2단계 사업	·시험공항 및 비행시험시스템 개발 ·장비/시설/운용 인증기술 개발	·시제품 1조 ·SW 등록 2건 ·특허 1건 ·요구사항 및 규격서 1건 ·인터페이스 규격서 1건 ·
3차년도			·시험공항 및 비행시험시스템 개발 ·장비/시설/운용 인증체계 개발	·시제품 1조 ·시험절차서 및 결과서 1건 ·논문 1건, SW 등록 1건 ·특허 1건
4차년도	시험평가 및 검증	시험평가 및 시범운영 사업	·지상 및 비행시험평가 ·장비/시설/운용 검증	·인증 및 시험평가 결과서 각 1건 ·논문 1건 ·결과보고서 1건

구분	성과지표 및 목표		평가방법	
과제명	성과지표 (성과명칭)	성과목표	평가 측정방법	평가 측정방법 제시 사유
GBAS CAT-I 인증체계 및 시험시스템 기술개발 (A)	ICAO/FAA/RTCA 국제 기술표준 및 규격 분석	- 분석서 1건	- 분석서 제작 여부	- 국제 기술표준 및 규격 분석 여부 및 분석 결과 확인 - 분석결과 활용성 평가 - 분석결과 검증
	요소 성능지표(정확성, 무결성, 연속성, 가용성) 및 종합 성능지표에 대한 시험평가 및 인증기준 개발	- 인증기준서(안) 1건 - 논문 1건	- 인증기준서 개발 여부 - 논문 등재 여부	- 시험평가 및 인증기준 개발 여부 판단 및 결과 확인 - 개발결과 검증 - 실용성 확인
	데이터 측정 및 지상 모니터링 시스템 개발	- 시제품 1조 - SW 등록 2건 - 특허 1건	- 시제품 개발 여부 - SW 등록 여부 - 특허 출원/등록 여부	- 데이터 측정 및 지상 모니터링 시스템 개발여부 확인 - 개발 시스템 완성도 검증
	GBAS CAT-I 탑재시스템 개발	- 요구사항 및 규격서 1건 - 인터페이스 규격서 1건 - 시험절차서 및 결과서 1건 - 시제품 1조 - 논문 및 SW 등록 1건 - 특허 1건	- 관련 기술문서 제작 여부 - 시제품 개발 여부 - 논문 등재 여부 - SW 등록 여부 - 특허 출원/등록 여부	- 탑재시스템 개발 여부 및 성능 검증
	장비/시설/운용 인증 기술개발 및 평가	- 장비/시설/운용에 대한 인증 및 시험평가 결과서 각 1건 - 논문 1건	- 인증 및 시험평가 결과서 제작 여부 - 논문 등재 여부	- 장비/시설/운용 인증 여부 확인 - 타당성 및 실용성 검증
	GBAS CAT-I 인증체계 및 시험시스템 기술개발	- 결과 보고서 1건	- 결과 보고서 제작 여부	- 연구결과 및 활용성 평가

구분	성과지표 및 목표		평가방법	
과제명	성과지표 (성과명칭)	성과목표	평가 측정방법	평가 측정방법 제시 사유
GBAS CAT-I 시범공항 구현 및 시설 인증기술 개발 (B)	GBAS CAT-I 장비 설치/운영/관리 기준 개발	- 장비 설치/운영/관리 기준 개발 보고서 1건 - 설치/운영/관리 기준(안) 1건	- 보고서 제작 여부 - 기준 개발 여부	- 연구결과 및 활용성 평가 - 설치/운영/관리 기준 개발 여부 판단
	사이트 적합성 시험 및 비행점검 방법 개발	- 전파환경분석 결과서 3건 - 사이트 적합성시험 보고서 3건 - 비행점검 방법 개발 보고서 1건 - 비행점검 절차(안) 1건	- 결과서 작성 여부 - 보고서 작성 여부 - 절차 개발 여부	- 연구결과 및 활용성 평가 - 시범공항 선정을 위한 사이트 적합성 시험 보고서 확인 - 비행점검 절차 실용성 확인
	GBAS CAT-I Broadcast 주파수인가 및 채널 배정	- 무선국 인가 절차 보고서 - 무선국 면허 획득	- 보고서 작성 여부 - 면허 획득 여부	- 연구결과 및 활용성 평가 - 지속 연구를 위하여 면허 확보 필수
	GBAS CAT-I 장비 점검 및 유지보수 절차 개발	- 장비 점검 절차 보고서 1건 - 장비 점검 절차 1건 - 장비 유지보수 절차 개발 보고서 1건 - 장비 유지보수 절차 1건 - 장비 교육/훈련 절차 개발 보고서 1건 - 장비 교육/ 훈련 절차 1건	- 보고서 작성 여부 - 절차 개발 여부	- 연구결과 및 활용성 평가 - 개발된 절차들의 실용성 확인

구분	성과지표 및 목표		평가방법	
과제명	성과지표 (성과명칭)	성과목표	평가 측정방법	평가 측정방법 제시 사유
GBAS CAT-I 시범공항 구현 및 시설 인증기술 개발 (B)	GBAS CAT-I 시스템 감시 및 장애복구	- 장비 감시 절차 개발 보고서 1건 - 장비 감시 절차 1건 - 장비 장애복구 절차 개발 보고서 1건 - 장비 장애복구 절차 1건	-보고서 작성 여부 -절차 개발 여부	- 연구결과 및 활용성 평가 - 개발된 절차들의 실용성 확인
	시범공항 선정을 위한 안전성/기술성 분석	- 시범공항 입지여건 조사 보고서 3건 - 장비 도입 지침서 1건	-보고서 작성 여부 -지침서 개발 여부	- 연구결과 및 활용성 평가 - 개발된 지침서의 실용성 확인
	GBAS CAT-I 장비 선정 및 설치	- 장비 선정 및 설치 보고서 1건 - 장비(시제품) 설치	-보고서 작성 여부 -시제품 설치 여부	- 연구결과 및 활용성 평가 - 지속 연구를 위하여 장비(시제품) 필요

구분	성과지표 및 목표		평가방법	
과제명	성과지표 (성과명칭)	성과목표	평가 측정방법	평가 측정방법 제시 사유
GBAS CAT-I 시험평가 및 시범운영 (C)	RNAV/GLS 운항절차 연구	- 시범공항 운항절차 연구보고서 1건	- 절차서(안) 제출 여부	- 국제 기술표준 및 규격 절차 분석 결과 확인 - 결과 활용성 평가 - 절차결과 검증
	GBAS CAT-I 운항절차 시뮬레이션 및 평가	- 관련 시뮬레이션 Program File 1건 - 관련 동영상 1건 - SW 등록 1건 - 평가보고서 1건	- 평가 결과서 제작 여부 - SW 등록 여부	- 시험평가 판단 및 결과 확인 - 개발결과 검증
	정확도/무결성/연속성/가용성 시험	- 시험결과 Data 1건 - 시험결과보고서 1건	- 결과 보고서 제작 여부	- 타당성 및 실용성 검증
	지상/비행/점검 및 서비스영역시험	- 시험결과 Data 1건 - 시험결과보고서 1건	- 결과 보고서 제작 여부	- 타당성 및 실용성 검증
	GBAS CAT-I 운항절차 시험	- 시험결과 Data 1건 - 운항절차 시험 결과보고서 1건	- 결과 보고서 제작 여부	- 타당성 및 실용성 검증