15ATRP-C
109146-
01

국가 비행종합시험인프라 개발구축 최종보고서

2021

국토교통과학기술진흥원

국토교통부

보안 과제( ), 일반 과제(○) / 공개(○), 비공개( ) ISBN (979-11-957127-4-8)

항공안전기술개발사업 제3차 연도 최종보고서

R&D / 15ATRP-C109146-01

국가 비행종합시험 인프라 개발·구축 최종보고서

2021. 6. 28.

주관연구기관 / 항공안전기술원
공동연구기관 / 한국항공대학교
위탁연구기관 / ㈜엔비노드

국토교통부
국토교통과학기술진흥원

93550
9 791195 712748

제 출 문

국토교통부 귀하

'국가 비행종합시험인프라 개발구축'(연구개발 기간 : 2015.12. ~ 2021.5.) 과제의 최종보고서 13부를 제출합니다.

2021. 6. .

주관연구기관명 : 항공안전기술원 김연명 (인)

공동연구기관명 : 한국항공대학교 고상호 (인)

위탁연구기관명 : (주)엔비노드 김방용 (인)

주관연구기관책임자: 한정호

공동연구기관책임자: 강자영

위탁연구기관책임자: 김형섭

국토교통부소관 연구개발사업 운영규정 제29조에 따라 최종보고서 열람에 동의합니다.

보고서 요약서

과제 고유 번호	15ATRP-C109146-01	해당 단계 연구 기간	2018.1.29.~2021.5.28	단계구분	(3차연도)/(3차연도)
연구사업명	중사업명	항공안전기술개발사업			
	세부사업명				
연구과제명	대과제명	국가 비행종합시험인프라 개발・구축			
	세부과제명				
연구책임자	한정호	해당단계 참여연구원 수	총: 19명 내부: 4명 외부: 15명	해당단계 연구비	정부:2,851,000천원 계:2,851,000천원
		총 연구기간 참여연구원 수	총: 70명 내부: 13명 외부: 57명	총 연구비	정부:9,547,000천원 계:9,547,000천원
연구기관명 및 소속 부서명	주관연구기관: 항공안전기술원 공동연구기관: 한국항공대학교			참여기업명	
국제공동연구	상대국명:			상대국 연구기관명:	
위탁연구	연구기관명:(주)엔비노드			연구책임자:김형섭	

※ 국내・외의 기술개발 현황은 연구개발계획서에 기재한 내용으로 갈음

연구개발성과의 보안등급 및 사유	비행시험장 개발구축과 관련된 일반자료 및 공개된 학술자료로써 일반등급으로 분류함.

9대 성과 등록・기탁번호

구분	논문	특허	보고서 원문	연구시설・장비	기술요약 정보	소프트웨어	화합물	생명자원		신품종	
								생명 정보	생물 자원	정보	실물
등록・기탁 번호	11	2	1	4	12	1					

국가과학기술종합정보시스템에 등록한 연구시설・장비 현황

구입기관	연구시설・장비명	규격(모델명)	수량	구입연월일	구입가격(천원)	구입처(전화)	비고(설치장소)	NTIS 등록번호
루맥스에어로스페이스	지상비행시험계측장비	-	1식	2020.6	2,535,000	042-934-8293	비행시험통제센터(고흥)	NFEC-2021-03-269543
㈜웨더링크	항공기상관측시설	CAT-I급	1식	2020.12	266,631	031-737-2198	비행시험통제센터(고흥)	NFEC-2021-03-269031

요약(연구개발성과를 중심으로 개조식으로 작성하되, 500자 이내로 작성합니다)	보고서 면수 189쪽

요약문

연구의 목적 및 내용	○ 유·무인기 및 항행안전장비의 개발, 개조, 시험 및 인증에 필요한 민간용 국가종합시험 인프라를 구축하여 항공기산업 발전을 위한 기반 마련 ○ 민간용 국내 최초 국가종합비행성능시험장으로서 비행시험 수행에 필요한 기본시설 및 장비를 설치하고, 비행시험 수행 및 기반시설 운영에 필요한 핵심기술 연구 ○ 항공기, 무인기, 기상관측시설 및 장비 등의 비행시험 수행을 위한 비행종합통제센터, 비행자료 계측장비, 기상관측시설, 격납고시설 등의 개발 구축과 비행시험 수행 및 비행장 운영에 필요한 법제도 연구, 비행절차 연구 등 핵심기술 연구 수행				
연구개발성과	○ 국내 최초로 우리나라의 민간항공분야 비행종합시험 수행에 필요한 인프라를 구축하여 항공기, 무인기 및 부품과 항행안전시설에 대한 성능검증 및 인증시험을 체계적으로 수행 할 수 있는 기반 마련과, 항공기 사고예방기술 개발·지원을 통하여 항공기 제작 및 항공안전 기술 발전 도모 가능 ○ 비행시험인프라 개발·구축을 통해 개발품의 안전성 및 감항성에 대한 국가보증이 가능케 함으로써 해외 제품 수입에 따른 외화유출을 방지할 수 있고, 국가의 핵심 기간산업인 항공산업의 발전을 도모하여 고학력 청년 일자리 창출에 기여함은 물론 항공안전의 확보를 통해 국민의 생명과 재산을 보호하고 국제사회에 우리나라 항공제품의 신뢰성을 보증함으로써 국제적 국가 위상제고에 기여				
연구개발성과의 활용계획 (기대효과)	○ 금번 사업에서 구축되는 비행시험인프라 및 핵심기술 연구를 통해서 생성되는 보고서는 항공시험평가 및 인증을 위한 목적이나, 항공분야의 개발 / 제작업체, 공공연구소, 운항사업자, 국가기관 등 모든 주체가 광범위하게 활용할 수 있도록 사용 문호를 개방하여 사용을 극대화 하고자 함. ○ 국내 최초로 우리나라의 민간항공분야 비행종합시험 수행에 필요한 인프라를 구축하여 항공기, 무인기 및 부품과 항행안전시설에 대한 성능검증 및 인증시험을 체계적으로 수행 할 수 있는 기반 마련과 항공기 사고예방 기술 개발·지원을 통하여 항공기 제작 및 항공안전 기술 발전 도모 가능				
국문핵심어 (5개 이내)	비행종합시험	비행통제센터	기상관측시설	계측시스템	격납고
영문핵심어 (5개 이내)	Flight Test	MCC/MCR	AMOS	Telemetry System	Hangar

〈 목 차 〉

1. 연구개발과제의 개요 ····· 1

2. 연구수행내용 및 성과 ·····11

2-1. 연구개발 추진전략 및 방법

2-2. 연구개발 추진 체계(3차 연도)

2-3. 연구개발 추진 일정

2-4. 연구개발 성과

2-5. 연구 결과

3. 목표 달성도 및 관련 분야 기여도 ·····143

3-1. 연구개발 목표 및 내용

3-2. 목표 달성 여부

3-3. 목표 미달성 시 원인(사유) 및 차후 대책

4. 연구개발성과의 활용계획 ·····154

4-1. 연구개발 결과의 활용방안

4-2. 추가 연구 필요성

붙임. 참고 문헌 ·····156

부록 1. 구축설비의 운영유지, 시험 안전성 향상연구

2. 비행시험 기술 및 절차 개발, 비행종합시험장 법체계 수립 및 전략 개발

3. 비행시험 자료계측 및 분석기술 개발

〈 그 림 목 차 〉

그림 1-1. 국가종합비행성능시험장 부지 위치 ····· 3

그림 1-2. 국가종합비행성능시험장 부지 구분 ····· 4

그림 1-3. 국가종합비행성능시험장 조감도 ····· 4

그림 1-4. 비행시험 통제센터, 격납고, 계류장 및 유도로(T3) 조감도 ····· 5

그림 1-5. 국가종합비행성능시험장 건설 관리체계 ····· 6

그림 2-1. 국가종합비행성능시험장_구축 수행체계 ····· 11

그림 2-2. 국가종합비행성능시험장 종합발전계획 체계-Top Down ····· 12

그림 2-3. 구역별 포장 형식 ····· 39

그림 2-4. 구역별 포장두께 산정 방법 ····· 41

그림 2-5. 배수계획 평면도 ····· 50

그림 2-6. 부대계획평면도 ····· 51

그림 2-7. 항공기상관측시설(AMOS) 배치계획 ····· 64

그림 2-8. 항공기상관측시설(AMOS) 시스템 구성도 ····· 68

그림 2-9. 항공기상관측시설(AMOS) 네트워크 구성도 ····· 69

그림 2-10. COD관의 구조 및 외형 ····· 69

그림 2-11. 항공기상관측시설용 광케이블 포설도 ····· 70

그림 2-12. 리스크관리 방법 및 절차 ····· 80

그림 2-13. 리스크관리 의사결정 ····· 82

그림 2-14. 안전감사 업무 흐름도 ····· 83

그림 2-15. 내부 자발적 비밀보고제도 업무처리 절차 ····· 85

그림 2-16. 안전 성과 구성 요소 ····· 88

그림 2-17. 측정 사이클 ····· 89

그림 2-18. 프로세스 단계 ····· 89

그림 2-19. 항공시험 인프라 구축 ····· 95

그림 2-20. 주요 시험시설 개요도 ····· 96
그림 2-21. 수요예측 절차 ····· 99
그림 2-22. 필수 이용 기술수요 ····· 101
그림 2-23. 비용과 수익 비교 ····· 104
그림 2-24. 시나리오 분석 ····· 106
그림 2-25. 데이터 수집기 시험평가 장비 구성(예) ····· 112
그림 2-26. 데이터 저장장치 시험평가 장비 구성(예) ····· 113
그림 2-27. 시간부호 발생기 시험장비 구성(예) ····· 114
그림 2-28. 비디오 저장장치 시험평가 장비 구성(예) ····· 115
그림 2-29. 송신기 시험평가 장비 구성(예) ····· 116
그림 2-30. IF 데이터 레코더 시험평가 장비 구성(예) ····· 117
그림 2-31. 비행후 데이터 처리시스템 시험평가 장비 구성(예) ····· 118
그림 2-32. IF/RF 고속 데이터 처리 보드의 인터페이스 선정 ····· 120
그림 2-33. Display 화면(예) ····· 125
그림 2-34. Strip Chart(예) ····· 125
그림 2-35. IDAS로 구성한 Flutter Display System(예) ····· 126
그림 2-36. 영상 시현(예) ····· 127
그림 2-37. 가상현실 시현 (예) ····· 127
그림 2-38. 비행시험 데이터 처리 과정 ····· 128
그림 2-39. 비행 후 데이터 처리시스템 구성(예) ····· 129
그림 2-40. 비행시험용 데이터베이스 생성 흐름도 ····· 133
그림 2-41. 실시간 비행시험 지원 구성도 ····· 134

〈 표 목 차 〉

표 1-1. 국가종합비행성능시험장 부지 내역 ····· 5
표 2-1. 국가종합비행성능시험장의 기존시설과 신규시설의 비교 ····· 14
표 2-2. 유도로 직선 부분의 폭 ····· 34
표 2-3. 유도로 갓길 폭 ····· 35
표 2-4. 유도로대 폭 ····· 35
표 2-5. 유도로 최소이격거리 ····· 35
표 2-6. 노상 재료의 품질 ····· 36
표 2-7. 노상재료의 다짐판정 기준 ····· 37
표 2-8. 노체 재료의 품질 ····· 37
표 2-9. 노체 재료의 다짐판정 기준 ····· 38
표 2-10. 구역별 포장형식 및 포장공법 선정 ····· 39
표 2-11. 포장설계법의 종류 ····· 40
표 2-12. 연간 항공기 운항 횟수(이륙) ····· 45
표 2-13. Q-300 Pavement Data ····· 45
표 2-14. 아스팔트 표층 및 기층재료 기준 ····· 46
표 2-15. 배수층의 설계기준 ····· 46
표 2-16. 배수층의 입도 및 재료기준 ····· 47
표 2-17. 차단층의 적용 기준 ····· 47
표 2-18. 차단층의 입도 및 재료 기준 ····· 47
표 2-19. 계류장 및 유도로 포장두께 ····· 48
표 2-20. 갓길 포장두께 ····· 49
표 2-21. 맹암거 설치현황 ····· 49
표 2-22. 비행장표지 설치기준 ····· 51
표 2-23. 비상 출입문 형식 ····· 52

표 2-24. 비행시험 계측시스템 국내 설치현황 ····· 53
표 2-25. 항공기상관측시설(AMOS) 기본시설 규모 ·····62
표 2-26. 항공기상관측시설(AMOS) 설치 위치 ·····62
표 2-27. 항공기상관측시설(AMOS) 신호종류 및 규격 ·····68
표 2-28. 내 · 외관 일체형 광케이블보호관(COD) 규격 ····· 70
표 2-29. 리스크 평가 매트릭스 ·····81
표 2-30. 리스크별 조치 수준 ·····81
표 2-31. 대상자 별 안전교육 현황 ·····86
표 2-32. 안전회보 주요 포함사항 ····· 87
표 2-33. 안전문화 증진 세부 계획 ·····87
표 2-34. 지연 원인 코드 ····· 93
표 2-35. 기술 수요예측 기준 ·····98
표 2-36. 항공센터 운영 실적 ····· 98
표 2-37. 항공우주센터 비행시험 운영 현황(2017년) ·····99
표 2-38. 기술개발 항목 분석 ····· 100
표 2-39. 무인비행장치 인증수요 ·····101
표 2-40. 수요예측 결과 ····· 102
표 2-41. 경제성 분석 결과 ·····105
표 2-42. 운영비 민감도 분석 ····· 104
표 2-43. 수익 민감도 분석 ·····104
표 2-44. 시나리오 구분 ····· 106
표 2-45 비행 계측시스템(탑재계측 장비) WBS ·····108
표 2-46. 서보 가속도계 시험평가 항목 및 사양(예) ····· 109
표 2-47. 센서의 시험 종류 ·····110
표 2-48. 데이터 수집기 시험평가 항목 및 시험 내용 ·····111
표 2-49. 데이터 저장장치 시험평가 항목 및 시험 내용(예) ····· 113
표 2-50. 시간부호 발생기 시험평가 항목 및 시험 내용(예) ·····114

표 2-51. 비디오 저장장치 시험평가(예) ····· 115
표 2-52. 송신기의 시험평가 항목 및 시험 내용(예) ·····116
표 2-53. IF 데이터 레코더 시험평가 항목 및 시험 내용(예) ····· 117
표 2-54. 비행후 데이터처리시스템 시험평가 항목 및 시험 내용(예) ·····118
표 2-55. IF/RF 고속 데이터 처리 보드에서 처리되는 데이터의 양 ····· 120
표 2-56. 광대역 IF 데이터 레코더 시제품 시험평가 항목 및 규격 ·····121

1. 연구개발과제의 개요

가. 연구개발 목적

국내에서 연구개발과정 중에 있거나 성능향상을 위하여 개조가 필요한 항공기 및 항행안전시설 등에 대한 성능검증, 시험평가 및 안전성 인증을 위한 제반 시험시설이 선진국 대비 상대적으로 열악한 시험환경을 개선하여 국내에서 개발하는 유・무인기 및 항행안전장비의 개발, 개조, 시험 및 인증에 필요한 민간용 국가 종합시험 인프라 기반을 민간기업에 제공함으로써 국내 항공기산업 발전을 위한 기반을 마련하고자 함.

나. 연구개발의 중요성

○ 국내 항공산업은 운송산업 및 군수 분야 개발을 중심으로 발전해 왔기 때문에 민수분야 항공기 및 항행안전시설 등의 제작·인증·안전 기술 등 인증 및 기술 분야에 대한 발전이 원천기술을 보유하고 있는 타 국가 대비 상당히 낙후되어 있음. 항공기 시장을 점유하고 있는 대부분 국가는 인증 및 기술 분야에 대한 원천기술을 보유하고 있음.

- 국토교통부는 소형 항공기급(Part 23) 4인승 항공기 KC-100의 개발을 통해 형식인증, 생산인증, 감항성 인증 및 계속 감항성 인증 등 국가 인증체계를 구축하였고, 미국과 BASA 체결을 통하여 해외 수출의 기반을 마련함.
- 국내 민항기 항공 개발제품(항공기, 부품 등)을 수출하기 위해서는 국가 인증체계가 필수적이나, 현재 인증경험이 부족하여 항공 개발제품에 대한 인증체계 및 안정성 확보가 미흡함. 즉, 세계시장 영향력 확보를 위해서는 체계적이고 선진화된 인증체계의 구축은 필수적임.
- 항공산업은 타 산업과 달리 고도의 기술력이 요구되는 첨단산업으로서 기계, 전자, IT, 소재 등 분야별 첨단기술이 복합된 종합시스템 산업특성으로 타 기간산업으로부터 기술을 흡수, 실용화하는 동시에 엄격한 품질기준 및 관리체계를 통해 기본요소 산업기술들의 질적 수준의 향상을 도모하며, 파생형 기술혁신을 촉진함으로써 신기술을 창조해내는 등 기술파급 효과가 큰 산업으로 전반적으로 산업구조를 고도화할 수 있는 가능성이 있음.

○ 신규 개발된 항공기의 경우 비행특성과 성능이 확인되지 않은 상태로 비행시험 수행이 필요하므로 위험성이 잠재되어 있고, 운용한계검증 및 비행성능을 위해 속도와 하

중 등 한계를 벗어나는 위험한 비행시험 등을 수행함으로써 검증 및 인증이 필요함.

- 국내 비행종합시험 인프라의 구축을 통해 국내·외 연구기관 및 업체의 항공기 및 항행안전시설 등의 연구개발 및 성능 개량/개조를 위한 시험시설로 적극 활용함으로써, 국내 군 비행장 활용에 따른 제한으로 인한 개발일정 지연 및 인건비 소요 등 감소 가능하고 항공기 개발 및 제작산업의 발전을 위한 견인 역할 수행 가능함.
- 또한 항공기 등 국내 독자적으로 개발 및 인증된 개발품의 안전성 및 감항성에 대한 국가보증이 가능함으로 해외 제품 수입 및 일부 시험수행을 위해 해외 비행시험장 이용이 불필요함에 따라 외화 유출을 방지하고 항공제품 수출 촉진 및 국제사회에 국가 위상 제고에 기여 가능함.
- 민간 항공기 등 개발을 위해 국내 연구기관 및 업체의 개발 지원을 활성화에 따른 항공산업 육성, 항공기 안전성 확보 및 항공기술 개발에 기여. 그에 따른 항공분야 취업 유발효과 증대로 일자리 창출 효과 발생이 가능함.

○ 항공안전기술 연구, 종합비행시험, 항공기 및 항행시스템과 정밀 부품의 H/W 및 S/W 안전성, 신뢰성 검증 및 인증 등을 전문적으로 수행할 국가 비행종합시험 인프라를 구축을 통해 항공기 제작산업 지원, 항공 산업 육성은 물론, 국제적 신뢰성을 바탕으로 세계 시장 선점에 유리한 위치를 차지할 수 있음. 따라서 비행시험 지원, 안전성 확보 및 항공기술개발 등 기여를 위해 비행종합시험 인프라 개발·구축이 필요함.

다. 연구개발 목표 및 내용

1) 연구개발 최종목표

가) 최종목표

○ 항공기 및 항행안전시설에 대한 안전성 인증 및 성능검증을 위한 비행시험통제센터, 비행시험 계측장비, 항행안전시설 및 격납고 등 개발·구축

○ 비행시험 수행 및 시험시설 운영에 필요한 핵심기술 연구

나) 최종목표의 성격 및 설정 근거

○ 본 연구의 최종목표는 위에 기술한 바와 같이 두 가지로서, 첫 번째인 비행시험 통제센터, 비행시험 계측장비, 항행안전시설 및 격납고 시설은 시작품 개발로서, 국가 차원의 종합적인 항공기 및 항행 안전장비의 개발시험, 성능시험, 성능검사

및 인증시험과 관련 기술연구 업무수행을 위해 목표를 설정함.

○ 두 번째 목표인 시험수행 및 시험시설 운영에 필요한 핵심기술 연구는 아이디어 개발에 해당하는 사항으로, 국가 비행종합시험 인프라 구축이 완료된 이후 시험시설의 효율적이고 체계적인 운용과 항공기를 활용한 비행시험의 원활한 수행에 필요한 전문적이고 체계적인 기술개발을 위해 설정함.

○ 본 연구는 효율적인 사업 및 예산 집행을 위하여 아래와 같이 연구단계를 구분

- 1차 연도 : 2015.12 ~ 2017.04 (16개월)
- 2차 연도 : 2017.04 ~ 2018.01 (9개월)
- 3차 연도 : 2018.01 ~ 2021.05 (40개월)

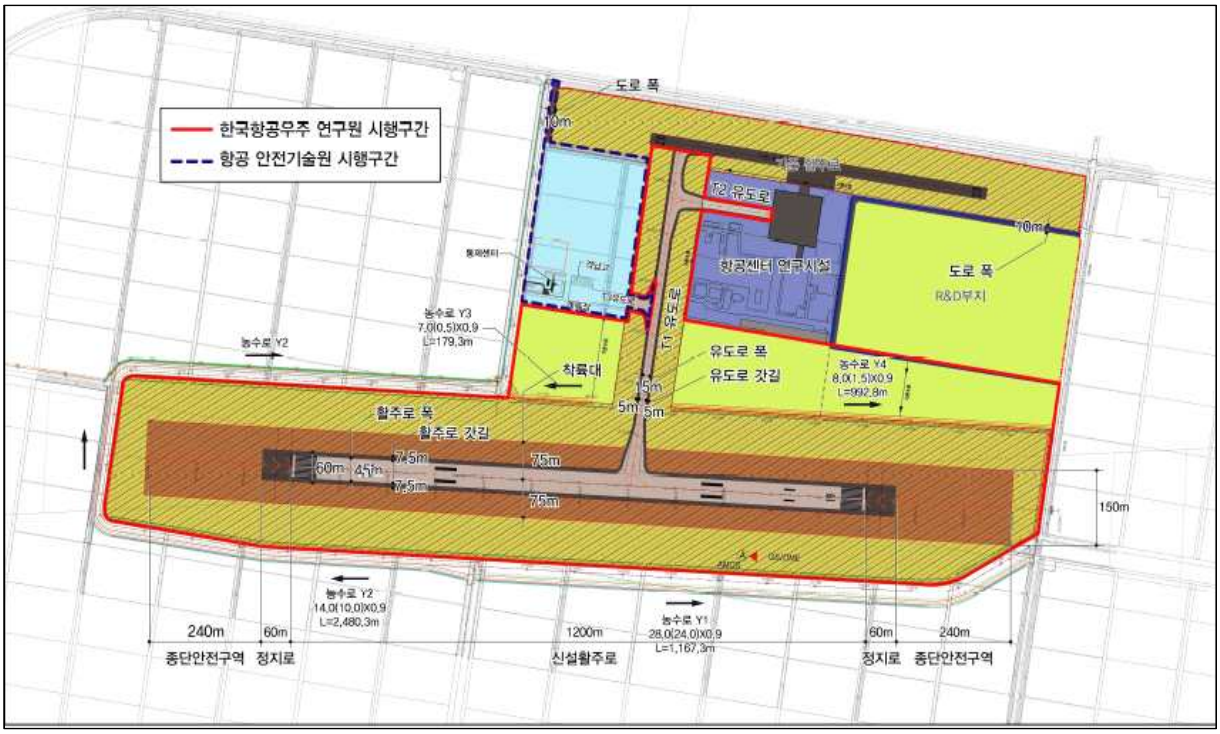
다) 과제 특성

○ 본 연구는 국토부, 산업부 공동주관의 다부처 과제로서 항공안전기술원, 항공우주연구원이 공동으로 국가종합비행성능시험장을 건설하는 과제임.

- 국가종합비행성능시험장은 항공우주연구원의 기존시설인 고흥항공센터를 포함 약 1,234,065 m^2의 부지(그림 1-1)에 구축되며 부지의 구분과 내역은 그림 1-2 및 표 1-1과 같음.

○ 국가종합비행성능시험장 건설과 관련하여 시험장 부지는 지자체(전남도, 고흥군)에서 제공하였으며 건설 관리체계는 아래 그림 1-5와 같음.

(그림 1-1. 국가종합비행성능시험장 부지 위치)



(그림 1-2. 국가종합비행성능시험장 부지 구분)

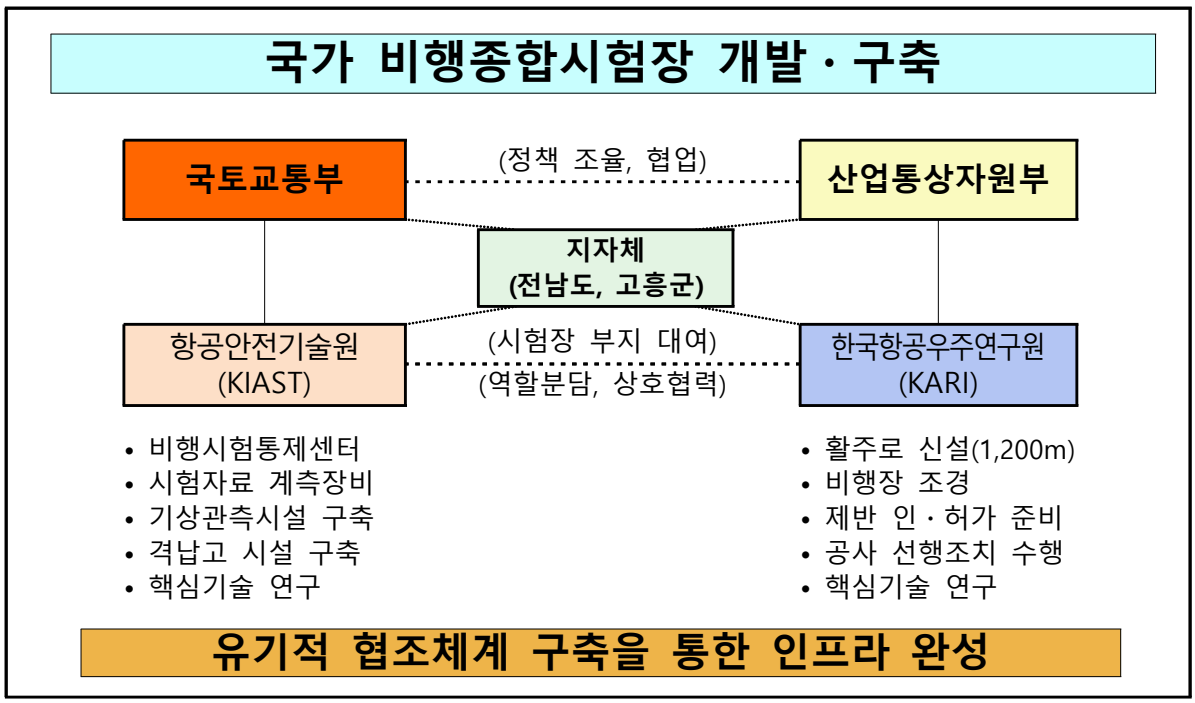
(그림 1-3. 국가종합비행성능시험장 조감도)

(그림 1-4. 비행시험 통제센터, 격납고, 계류장 및 유도로(T3) 조감도)

(표 1-1. 국가종합비행성능시험장 부지 내역)

구 분			면 적(㎡)	소 계(㎡)	비 고
기본계획대상부지	실시계획승인 비신청 부지	현 항공센터 부지 (T2 유도로 불포함) ①	89,745	348,945	항공우주연구원이 사용중
		현 고흥만 이착륙장 (T1 유도로 불포함) ②	123,745		고흥군에서 항공우주연구원에 위탁관리 중
		R&D개발부지 ③	135,455		추후 고흥군에서 세부개발계획 수립 예정
	금회 실시계획승인허가 신청부지 ④	활주로, 유도로 건설	807,102	885,120	항공우주연구원 시행사업
		현 항공센터 연결(T2)	3,652		항공우주연구원 시행사업
		현 고흥만 이착륙장 연결(T1)	1,190		항공우주연구원 시행사업
		격납고, 계류장, 유도로(T3) 및 항공시험통제센터 등 건설	73,176		항공안전기술원 시행사업
합 계 (①+②+③+④)				1,234,065	기본계획상 비행장 예정지역 고시면적

(* 금번 시설 구축 부지: 색상 칠한 부분)



(그림 1-5. 국가종합비행성능시험장 건설 관리체계)

2) 연차별 연구목표 및 내용

연차	연구목표	주요연구내용	비고
1차 년도 ('15.12~ '17.4)	비행시험통제센터 등 설계	■ 비행시험통제센터 기본계획 및 기본/실시설계 ■ 비행시험자료 계측장비 시스템 설계, 요구 조건 수립 및 장비사양 확정 ■ 항행안전시설(AMOS 장비) 요구도 수립, 시스템 설계 및 장비사양 확정 ■ 항공등화시설 요구도 수립, 시스템 설계 및 장비 사양 확정	KIAST
	구축설비의 운영 유지, 시험안전성 향상연구 및 시범 운영	■ 구축설비의 운영유지, 시험 안전성향상 연구 및 시범운영 -운영사례조사 및 목표성능 설정 -안전성 향상방안(초안) 수립	
	비행시험자료계측 및 분석기술 연구	■ 비행시험자료계측 및 분석기술 연구 - 계측기술 추세조사 및 분석기술 발전방향 연구 ■ 계측시스템 요구도 분석	㈜엔비노드
	비행종합시험장 이용 비행시험 절차 수립 연구	■ 항공기 및 무인기 성능 시험절차 조사/연구 ■ 인증 비행시험 절차 연구	한국 항공대학교
	비행종합시험장 운영을 위한 법 제정 및 관리 규정(안) 수립 연구	■ 비행종합시험장 법 제·개정을 위한 기초 조사 ■ 비행종합시험장 운영/관리 규정 관련 법, 규정 및 지침 등 분석 ■ 비행종합시험장 조직 현황(인력, 시스템, 구성 등) 분석	

연차	연구목표	주요연구내용	비고
2차 년도 ('17.4~ '18.1)	비행시험통제센터 등 시공	■ 비행시험 통제센터 부지조성 및 토목공사 ■ 기상관측시설 설치계획 수립 ■ 격납고 기본계획 및 기본/실시설계 수행 ■ 비행시험자료 계측장비 시스템 제작/구매	KIAST
	구축설비의 운영 유지, 시험 안전성 향상 연구 및 시범 운영	■ 구축 시험설비/장비의 안전성 향상연구결과 보완 ■ 시험시설 및 장비 운영/유지보수 절차서 개발(초안)	
	비행시험자료계측 및 분석기술 개발	■ 계측시스템 요구도 개발 ■ 비행후 데이터처리시스템 요구도 개발 ■ 데이터 동기화 방안 개발	㈜엔비노드
	비행시험 수행 및 공역 운영 절차 수립	■ 국지 및 공역 비행 절차 (비행시험 공역 포함) ■ 비행시험 운용(관리자 관점) 절차 ■ 비행시험계획 수립 및 허가 절차 ■ 비행시험 수행(조종사 관점) 및 통제 절차	한국 항공대학교
	비행종합시험장 운영을 위한 법 제정 및 관리 규정(안) 수립	■ 비행종합시험장 운용을 위한 관련 법 제ㆍ개정(안) 제시 ■ 비행종합시험장 법적 구분 및 설립·운용에 관한 제ㆍ개정(안) 검토 ■ 비행종합시험장 운영 표준업무절차 수립(계속)	

연차	연구목표	주요연구내용	비고
3차 년도 ('18.1~ '20.05)	비행시험통제센터 등 시공	■ 비행시험통제센터 토목 및 건축공사(계속) ■ 비행시험자료 계측장비 제작/구매품 현장수락 시험 및 개발시험 ■ 기상관측시설 설치업체 선정 및 구매 ■ 격납고 시공업체 선정, 부지조성 및 토목공사 ■ 비행시험통제센터 건축공사 및 조경, 비품 설치 ■ 비행시험자료 계측장비 설치 및 시범운전 ■ 기상관측시설 장비 설치 및 시험운전 ■ 격납고 건축공사 및 장비 설치, 시험운전	KIAST
	구축설비의 운영 유지, 시험 안전성향상 연구 및 시범 운영	■ 구축시설 시범운영계획 수립 ■ 시험장 운영자 포털시스템 요구도 수립 ■ 시험시설 및 장비 운영/유지보수 절차서 개발 ■ 운영자 포털시스템 구축 ■ 시범운영 절차 수립 및 시범운영(통제센터, 계측장비, 격납고, 기상관측시설 등)	
	비행시험자료계측 및 분석기술 연구	■ 탑재센서 검증을 위한 시험절차서 연구 ■ 계측시스템 성능검증을 위한 시험평가계획 수립 ■ 시험평가 항목도출 및 시험절차서 개발 ■ IF/RF 광대역 및 고속 데이터 저장기술 연구개발 ■ 비행시험데이터 분석을 위한 소프웨어 Tool연구 ■ 계측시스템의 효율적인 운영방안 연구 ■ 비행후 처리를 위한 IF/RF 광대역 데이터레코더 활용 방안 연구 ■ 계측시스템 유지보수 및 기술지원 체계 연구	㈜엔비노드

연차	연구목표	주요연구내용	비고
3차 년도 ('18.1~ '20.05)	비행시험장 안전관리시스템 구축	■ 비행시험장 안전정책 수립 ■ 비행시험장 위험 관리 절차 개발 ■ 비행시험장 안전 보증 체계 개발 ■ 비행시험장 안전 촉진 프로그램 개발	한국 항공대학교
	비행종합시험장 미래 발전 전략 수립(I)	■ 비행시험장 미래 핵심성능지표 설정 ■ 비행종합시험장 중장기 발전 방안 분석 ■ 운영 활성화를 위한 서비스 모델 개발 ■ 발전 전략 종합 보고서 작성	

라. 추진 경과

○ 2015.12 : 국가 비행종합시험인프라 개발・구축사업* 착수

* (개요) 연구기간/'15.12～'19.12, 주관기관/항공안전기술원, 과제예산/9,958백만원

** 활주로 구축사업은 산업통상자원부(주관기관/한국항공우주연구원)에서 수행

*** 부지확보(예산포함), 군관리계획 변경 등 행정절차는 고흥군에서 수행

○ 2017.04: **연구목표 일부 변경**(1차 연도 과제실적 및 2차 연도 계획 평가)

* 비행장 활용성 고려 항공등화시설을 간이격납고 및 계류장으로 변경

○ 2017.08 : 군관리계획 변경 고시(고흥군 고시 제2017 - 51호)

* 용도지역 변경

구분	위 치	용도지역		면적 (㎡)	용적률 (%)	변경(결정)사유
		기정	변경			
-	고흥군 고흥읍 고소리 1167번지 일원	농림지역	계획관리지역	1,015,173	100% 이하	◦국가종합비행성능시험장 건설로 인한 용도지역(계획관리지역) 변경

○ 2017.12 : 공항(비행장)개발 종합계획 변경 고시

* 국토교통부고시 제2017-983호

○ 2018.01 : 국가종합비행성능시험장 건설 기본계획 고시

* 국토교통부고시 제2017-1033호

○ 2018.07 : 비행장개발사업 시행 허가(부항청 공항시설과-2829)

* 기술원, 항우연 공동 사업시행자로 허가

○ 2018.11 : 비행장개발사업 실시계획승인(부항청 공항시설과-4427)

구분	규격	시행주체
활주로	길이1,200m×폭45m(갓길 양방향 7.5m)	한국항공 우주연구원
착륙대	길이1,320m×폭150m	
유도로 (T1, T2)	T1 길이667m×폭15m(갓길 양방향 5m) T2 길이220m×폭15m(갓길 양방향 5m)	
유도로(T3)	T3 길이118m×폭15m(갓길 양방향 5m)	항공안전 기술원
계류장	대지면적 3,078㎡(소형기A급 2대 주기)	
격납고	건축면적 492㎡(소형기 2대 수용)	
비행통제센터	연면적 1,369㎡(건축면적 400㎡)	
항공정보통신시설	데이터 수신부 등 1식	
자동기상 관측장비(AMOS)	풍향/풍속계 등 1식	

○ 2018.11: 비행시험장 대상 **부지매입(고흥군)**

* 기술원-고흥군 비행장부지 대여 계약('19.1)

○ 2018.12 : 비행시험통제센터 건축허가

○ 2019.02 : 비행시험통제센터 착공

○ 2019.03 : 비행장개발사업 실시계획승인 처분 취소 **소송 접수**

* 원고: 고흥군 환경단체연합(이정식 외179명), 피고: 부산지방항공청

○ 2019.09 : **연구목표 일부 변경**(진흥원 항공실-548)

* 과제 기간 연장('19.12 종료 -> 21.05 종료), 격납고(계류장 포함) 규모 축소(A급 항공기 2대 수용 -> 1대 수용)

○ 2019.10 : 격납고(계류장, 유도로 포함) 실시설계 변경 계약

* 설계업체: 비씨건축설계사무소

○ 2019.12: **공동연구, 위탁연구 종료**

○ 2020.01: 격납고(계류장, 유도로 포함) 시공사 선정 및 계약

* 시공업체: 유에스아이건설(주)

○ 2020.01: 비행시험통제센터 준공승인(고흥군 종합민원과-신축허가-124)

○ 2020.01: 비행장개발 실시계획 변경 승인(부항청 공항시설과-473)

* 변경내용: 격납고 및 계류장 규모 축소(A급 항공기 2대 수용->1대 수용)

○ 2020.02: 항공기상관측장비(AMOS) 설치업체 선정

* 설치업체: 웨더링크(주)

○ 2020.04: 비행시험계측시스템 개발 완료(통제센터 4층 설치)

○ 2020.06 : 비행장개발사업 실시계획승인 처분 취소 소송 판결

* 주문: 원고(환경단체) 청구 기각

○ 2020.08 : 비행장개발사업 실시계획승인 처분 취소 **항소**

○ 2020.10: **연구내용 일부 변경**(진흥원 항공실-534)

* 변경내용: AMOS 설치 위치 변경(활주로 근방 ->통제센터 근방)

* 변경사유: 활주로 공사 사업 연장('21.12 -> '22.12 - 참고 2)

○ 2020.12: 격납고 준공승인(고흥군 종합민원과-신축허가-133)

○ 2020.12: AMOS 가(임시) 설치 완료

○ 2021.01: 포털사이트 개발업체 선정 및 계약

* 개발업체: ㈜지오넷

○ 2021.03: 포털사이트 개발 완료

○ 2021.04: 사전 점검회의

○ 2021.04 : 비행장개발사업 실시계획승인 처분 취소 항소 소송 판결

* 주문: 원고(환경단체) **항소 기각**

○ 2021.05: **과제 종료**

2. 연구수행내용 및 성과

2-1. 연구개발 추진전략 및 방법

가. 추진전략

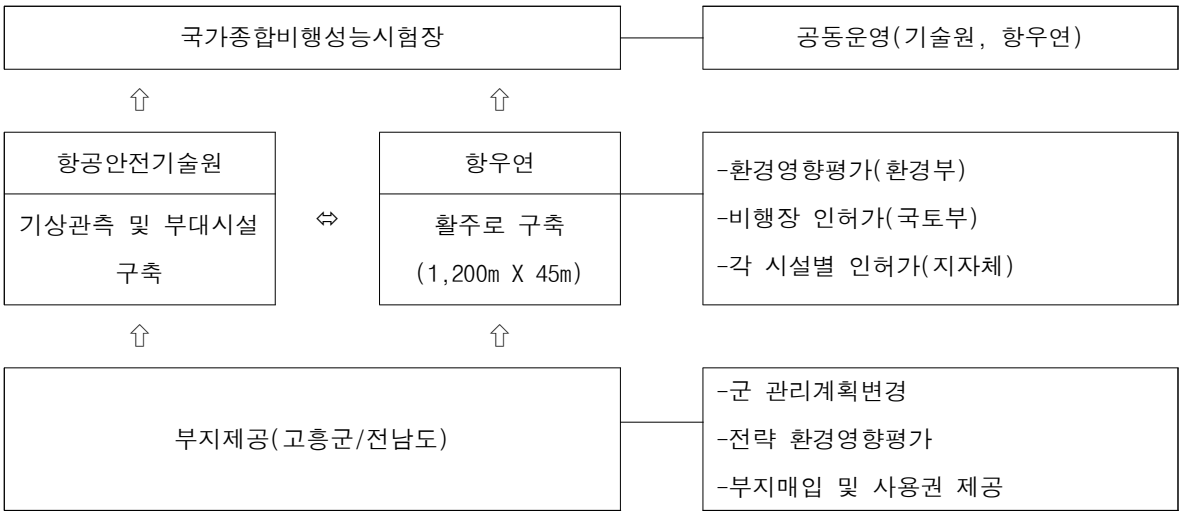
-국가종합비행성능시험장은 다부처가 공동으로 수행하는 과제로써 관련 기관의 기관별 담당 업무를 명확히 하여 유기적 협조가 이루어질 수 있도록 협조체계를 구축하였음.

-관련 기관의 유기적 협조체계 하에 개발구축은 아래 순서(그림 2-1)로 진행되었으며 이를 세부적으로 구체화한 사업계획서는 별도 수립하여 비행장개발 신청서류 및 시험장 운영에 적용함.

-국가종합비행성능시험장은 국가 비행종합시험인프라 개발구축 기획연구보고서('15.1)에서 제시한 발전 로드맵에 따라 종합개발계획을 수립(마스터플랜)하여 이를 기반으로 단계별 비행시험장 확장 개발과 운영을 포함한 단계별 사업계획을 구체화 함.

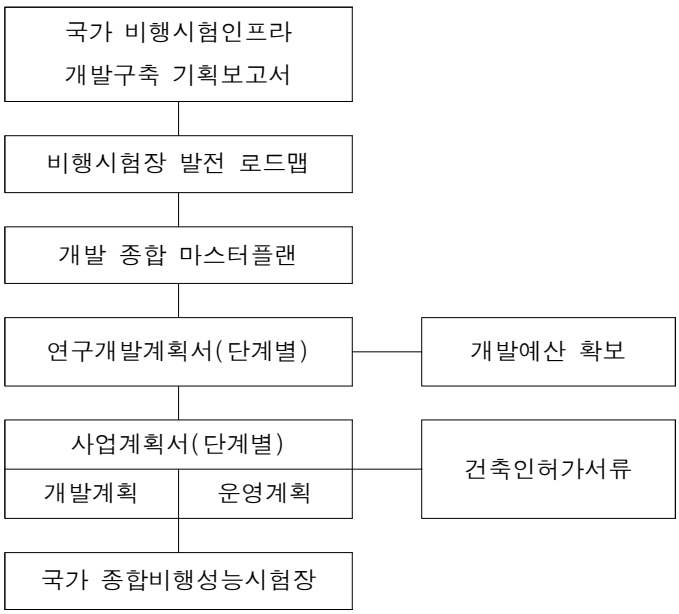
-관련 기관 간에 상호 연계되는 업무진행 현황 파악 및 현안협의를 위해 관련기관 정례 실무 협의회를 수행함. (참석기관: 기술원, 항우연, 고흥군, 전남도 및 관련기관, 1회/월 수행)

* 정례 실무협의회는 2차 연도에 이어 3차 연도에는 '18년 1월부터 시작하여 활주로 공사 계획이 완료된 '19년 11월까지 총 18회를 수행하며 기관별 상호 유기적인 공조 체계 유지



(그림 2-1. 국가종합비행성능시험장_구축 수행체계)

-비행장개발 사업시행허가는 항우연과 공동으로 신청하고 기술원 구축 시설물(비행시험통제센터, 격납고 등)의 시공은 활주로 구축일정과 별개로 단독 시공 추진함. 활주로 구축일정과 연계되는 업무(기상관측장비의 설치, 시범운영 등)는 활주로 공사일정과 연계하여 일정 재수립함.



(그림 2-2. 국가종합비행성능시험장 종합발전계획 체계-Top Down)

나. 마스터플랜 수립

-국가종합비행성능시험장 구축 마스터플랜는 기획연구보고서('15.1.)에서 제시한 3단계 발전 로드맵을 기초로 발전 단계별 수요예측과 재원을 분석하여 구축시설의 우선순위를 설정 함.

-마스터플랜은 3차 연도 협약체결 시점부터 약 3개월간 외부 연구용역(한서대)으로 수행하였으며 별도문서로 관리할 예정임.

-마스터플랜은 현재 추진 중인 개발 및 연구현황 분석을 통해 개발 및 운영에 관련된 유관기관의 담당업무범위 분석 및 시험장 운영방안과 재원 조달계획을 수립하였고 마스터플랜의 완성 시점에 기술원 내부 및 외부 전문기관의 자문 등 검증절차를 거쳤으며 향후 국가종합비행성능시험장의 확장 단계별 사업계획서에 반영할 예정임.

* 내부 자문: 인증부서 전문가 집단

* 외부 자문: 비행시험장 운영경험이 있는 전문가(공항공사, 연구소, 대학)

다. 비행시험장 운영계획 수립

-비행시험장 구축 마스터플랜을 기초로 비행시험장의 운용목표를 명확히 하여 목표에 상응하는 시설물을 구축함으로써 시험장 운영효율의 극대화 추구

-기술원은 향후 비행시험장 공동 운영주체의 일원으로서 비행시험장 개발내용에 대한 평가 및 검증을 위해 기술원 내부 별도 부서의 기술전문가 집단을 대상으로 시설/장비에 대한 운용교육 수행

-또한 시험장운영에 대비 '21년 초에 조직개편을 통해 비행시험장 운영 전담 조직을 구축하였고 비행시험장 공동운영기관인 항우연과 '21년 하반기부터 사업이 종료되는 '22년 말까지 별도의 운영 협의체를 구성할 예정임. 운영 협의체에서는 비행시험장 공동운영에 필요한 준비업무를 월별 또는 분기별 수행할 계획임.

-비행시험장 수요대상은 소형항공기 및 무인항공기, 항공부품 등으로 예상되며 향후, 운영을 하며 면밀한 추가 분석을 통하여 비행장을 탄력적으로 운영할 수 있도록 검토할 계획임. 비행장 활용성 확대를 위해 관련 민군기관(KAI, 군, 연구소 등)과의 지속적인 자문회의를 통해 향후 운용전략을 수립하고 이를 실현할 수 있는 장비의 범위 및 사양을 조율할 예정임.

-본 과제 핵심기술의 성과물은 시험장 운영에 필요한 지침서 등의 운영문서의 기초자료로 활용하여 운영문서를 완성할 예정임.

수행 주체	핵심 성과물	활용 계획
항공안전기술원 (주관연구기관)	비행시험 안전성향상 연구보고서	식별된 위해요인의 경감방안이 시험장 운용 및 설계 관련 문서에 반영되도록 점검
	구축설비 운영유지 절차서	시설 및 장비의 운용지침서 작성 기초자료로 활용
	종합 포털사이트	시험장 사용자의 편의를 도모하고 운영자의 시험현황 관리를 위한 인터넷 운영사이트로 활용
한국항공대 (공동연구기관)	항공기 및 무인기 성능시험절차 연구	국가 종합비행성능시험장 항공기 무인기 비행시험 절차로 활용
	인증비행시험절차 연구	
	비행종합시험장 법제개정을 위한 기초조사	비행성능시험장의 법적 지위 부여(2차 연도 과업)를 위한 자료로 활용
	운영관리규정 관련 법, 규정 및 지침 등 분석	국가 종합비행성능시험장 운영을 위한 근거 법 마련 (2차 연도 과업)을 위한 분석 자료로 활용
	운영조직 현황분석	국가 종합비행성능시험장 운영조직 구성을 위한 분석 자료로 활용
	운영 표준업무절차 수립	국가 종합비행성능시험장 운영을 위한 표준업무절차 개발 (2차 연도 과업)
엔비노드 (위탁기관)	계측시스템 및 비행후 처리시스템 요구도 개발 보고서	• 탑재계측장비 구축 시 요구도 작성에 활용(2단계) • 비행후처리시스템 분석 SW 구축 시 요구도 작성에 활용 (2단계) • 지상계측시스템 구축 후 향후 발전방향 설정에 활용
	데이터 동기화 방안 연구보고서	• 비행시험 계측시스템의 차세대 기술발전 방향 수립에 활용 • IF/RF 고속데이터 처리기술 요구도 적합성 확인에 활용

라. 국가종합비행성능시험장의 특성

-국가종합비행성능시험장의 최종 발전목표는 중형급 항공기의 개발시험이 가능한 시험장 구축으로써 기술원에서 수행한 본 과제의 목표(발전 전략 1단계)는 비행시험통제센터, 격납고(계류장, 유도로 포함), 기상관측시설 및 비행시험 지상 계측시스템 구축임.

-기존시설(항공센터)과 비교를 하면 아래 표와 같음.

(표 2-1. 국가종합비행성능시험장의 기존시설과 신규시설의 비교)

구 분	신규시설(종합비행성능시험장)	기존시설(항공센터)	비고
시험분류	인증 및 개발시험	개발시험	
시험대상	소형기(4인승), 중소형무인기	소형기(2인승), 소형무인기	
활주로	1,200m X 45m	700m X 24m	
비행운용범위	시계비행	시계비행	
계측시설	고정식(범용)	이동식(제한적)	
지상시험시설	없음(추후 구축예정)	휠타워, 낙하시험 등	
지원시설	격납고	격납고, 간이 관제시설 등	

-기존 항공센터는 소형기 및 무인기를 대상으로 개발에 필요한 기본 비행시험을 수행할 수 있는 활주로(길이 700m)와 지상시험을 수행할 수 있는 일부 시설을 보유하고 있음.

-반면, 신규시설은 4인승 항공기까지 개발 및 인증 비행시험이 가능하고 50인승 상용 중형항공기까지 이착륙이 가능한 활주로이며 비행시험 수요의 폭을 확대할 수 있는 효과가 있음.

-신규시설로 구축하는 비행시험 지상 계측시설은 범용으로 사용할 수 있는 시스템으로 항공기 종류에 종속되지 않는 시스템으로 구축되며 타 기관의 계측시스템과 원격으로 연계하여 사용할 수 있는 프로토콜을 구축하였음.

-향후, 확충계획에 따라 추가 시설(지상 시험시설, 항행안전시설, 관제탑 등)이 구축될 경우, 국내 개발 민간 항공기 인증 비행시험 및 항행안전시설 성능적합증명시험의 대부분을 수용할 수 있을 것으로 예상됨.

-국가종합비행성능시험장은 국내 최초의 민간전용 국가 비행시험장으로써 기존 시설의 부족한 부분을 보완하고 신규 시험대상을 확충하여 소형기급(무인기 포함)의 비행시험 수요를 충분히 감당할 수 있을 것으로 예상되며 지상시험에 대한 수요는 기존 시설을 일부 활용하고 부족한 시설을 보완하여 모든 종류의 항공기 인증시험이 국내에서 가능하도록 마스터플랜을 수립함.

마. 비행시험 자료계측 및 분석기술 개발

- 단계적 연구 수행

  * 1단계는 '18. 2. ~ 12.로 "탑재센서 및 계측시스템 검증방안 개발" 연구를 수행하고 보고서 작성.

  * 2단계는 '19. 1. ~ 12.로 "효율적인 비행시험 데이터 분석 및 시스템 유지방안 연구"를 수행하고 보고서 작성.

- 고속 데이터 저장기술 연구개발 기술연구를 위하여 광대역 IF 데이터 레코더의 데이터 저장 기술개발

- 전문가 자문을 활용.

수행 주체	핵심 성과물	활용 계획
엔비노드 (위탁기관)	탑재센서 및 계측시스템 검증방안 개발 보고서	• 탑재계측장비 구축 검증에 활용 • 비행후 처리시스템 구축 검증에 활용 • 지상계측시스템 구축 검증에 활용
	효율적인 비행시험데이터 분석 및 시스템 유지방안 연구 보고서	• 비행시험데이터 분석에 활용 • 비행시험계측 시스템 운용 및 유지보수에 활용 • RF/IF 고속데이터 처리기술 적합성 확인에 활용

2-2. 연구개발 추진체계(3차 연도)

연구개발과제	
과제명	국가 비행종합시험인프라 개발 · 구축

총 참 여 연 구 원
주관연구책임자 한 정호 외 18명

기 관 별 참 여 현 황

구 분	기관수	인원수	총인원 수
산 업 계	1	5	19
대 학	1	10	
국공립(연)	-	-	
출 연 (연)	1	4	
기 타	-	-	

주관 연구기관	공동 연구기관	위탁 연구기관
항공안전기술원	한국항공대학교	㈜엔비노드
참 여 연 구 원	**참 여 연 구 원**	**참 여 연 구 원**
주관연구책임자 한정호 외 3명	공동연구책임자 강자영 외 9명	위탁연구책임자 김형섭 외 4명
선임급 3명, 원급1명	책임급 4명, 연구원보 6명	책임급 4명 원급 1명

담당연구개발내용

과제명	국가 비행종합시험 인프라 개발 · 구축

- 비행시험통제센터 구축
- 시험자료 계측장비 구축
- 항행안전시설 구축
- 격납고 구축
- 구축설비의 운영유지, 시험 안전성 향상연구 및 시범운영

담당연구개발내용

과제명	비행시험 기술 및 절차 개발, 비행종합시험장 법체계 수립 및 전략 개발

- 비행시험장 안전관리 시스템 구축
- 비행종합시험장 미래 발전 전략 수립

담당연구개발내용

과제명	비행시험 자료계측 및 분석기술 개발

- 탑재센서 및 계측시스템 검증방안 개발
- 효율적인 비행시험데이터 분석 및 시스템 유지방안 연구

2-3. 연구개발 추진 일정

가. 주관연구기관(항공안전기술원)

3차 년도('18.1.29 ~'21.05.28)																	
일련번호	연구내용	2018				2019				2020				2021		소요 연구비 (백만원)	책임자 (소속기관)
		1Q	2Q	3Q	4Q	1Q	2Q	3Q	4Q	1Q	2Q	3Q	4Q	1Q	2Q		
1	비행시험통제센터 건축인허가 및 시공															2,507 + 이월 금액	한정호 (KIAST)
2	비행시험자료 계측시스템 구축																
	-조립 및 통합시험																
	-시스템 운용 및 유지관리 교육																
	-시험운용																
3	기상관측시설(AMOS) 설치계획 수립 및 설치																
4	격납고 건축인허가 및 시공																
5	운영관리 포털사이트 구축																
	시험시설 및 장비 운영/유지보수 절차서 개발																
	시험장 시범운용																

나. 위탁연구기관(엔비노드)

3차 년도('18.01.29 ~'19.12.28)											
일련번호	연구내용	2018				2019				소요 연구비 (백만 원)	책임자 (소속기관)
		1Q	2Q	3Q	4Q	1Q	2Q	3Q	4Q		
1	탑재센서 및 계측시스템 검증방안 개발									114	김형섭 (엔비노드)
2	효율적인 비행시험데이터 분석 및 시스템 유지방안 연구										

다. 공동연구기관(항공대학교)

3차 년도('18.01.29 ~'19.12.28)											
일련번호	연구내용	2018				2019				소요 연구비 (백만 원)	책임자 (소속기관)
		1Q	2Q	3Q	4Q	1Q	2Q	3Q	4Q		
1	비행시험장 안전관리시스템 구축									230 + 이월금액	강자영 (한국항공대)
2	논문 작성 및 발표										
3	비행종합시험장 미래 발전 전략 수립										
4	논문 작성 및 발표										

2-4 연구개발 성과

가. 비행시험 통제센터 구축

1) 목적

국가종합비행성능시험장에서 수행되는 인증 비행시험의 비행시험 통제, 지휘, 안전관리(종합 상황실)와 비행시험자료 계측 및 분석업무를 수행하고 시험과 관련한 다양한 연구업무를 수행할 수 있는 공간 및 시설 마련

2) 공사개요

가) 건축

건 물 명	국가종합비행성능시험장 비행시험 통제센터
대 지 위 치	전라남도 고흥군 고흥읍 고소리 1205번지 일원
지 역	계획관리지역
용 도	교육연구시설(연구소)
대 지 면 적	8,800 ㎡ (110m X 80m)
연 면 적	1,369.33 ㎡
건 축 면 적	400.00 ㎡
건 폐 율	4.54% (법정 20%이하 : 계획관리지역)
용 적 률	15.56% (법정 80%이하 : 계획관리지역)
규 모	지상 4층
최 고 높 이	18.80m
건 축 구 조	철근콘크리트구조
주 차 대 수	법정 : 5대(시설면적 300㎡ 당 1대)
	계획 : 14대(장애인 주차대수 1대 포함)

나) 층별 면적 및 공간 용도

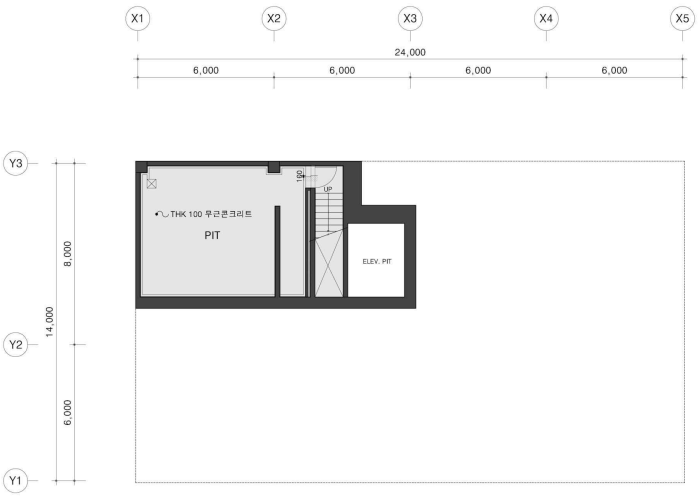
동 별	층 별	바닥면적(㎡)	용 도	비 고
비행시험 통제센터	지상 1층	313.47	관리/숙직실, 수조/펌프실, 발전기실, 전기실	
	지상 2층	336.39	사무실, 휴게실	
	지상 3층	332.05	회의실, 항해무선장비실, CCR, 항공등화감시실	
	지상 4층	387.72	통제실, 장비실	
합 계		1,369.33		

3) 건물 배치도

- 기존 현황도로(4m)를 통해서 통제센터 진입
- 부지를 성토(1m)하여 도로레벨(+0.55)과 부지레벨(+0.55) 확보
- 통제센터에서 계류장까지 도로를 연결하여 비행시험 업무 효율성 증대
- 건물의 그림자 및 향을 고려하여 우측 하부공터에 태양광설비 설치
- 차량 통행 지역만 아스콘 포장 마감하여 공사비 절감

4) 층별 평면

가) PIT 평면



- 화장실 등 오배수 시설의 유지관리를 위한 점검용 PIT 설치
- 최소한의 터파기로 공사비 절약

나) 지상 1층 평면

- 방풍실에 통제 설비 설치 및 관리/숙직실을 두어 출입 및 통제 효율성 고려
- 전기실 기계실을 1층에 두어 터파기를 최소화하여 공사비 절약 및 외부출입으로 소음 및 진동의 영향 최소화

다) 지상 2층 평면

- 사무실과 휴게실을 인접하게 배치하여 업무의 효율성 고려
- 악세스플로어 마감 및 경량칸막이 구조로 실 구획 및 네트워크 구성이 자유로움

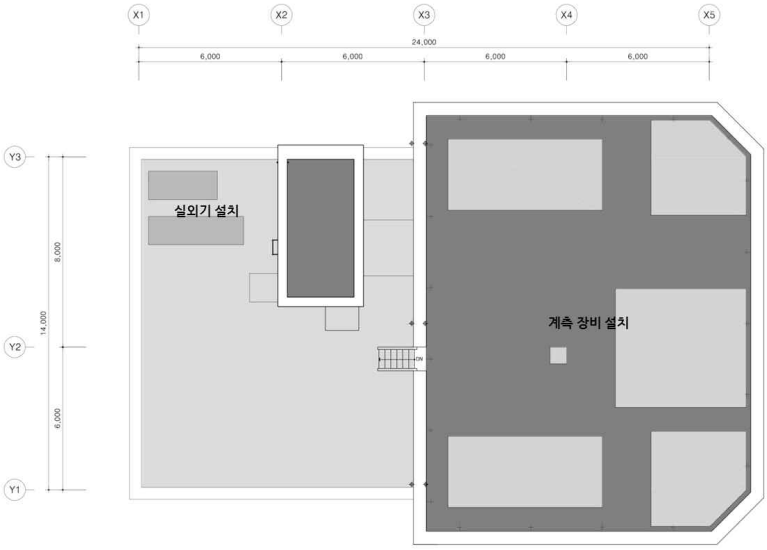
라) 지상 3층 평면

- 활주로를 볼 수 있는 방향으로 항공등화 관련 실을 배치 하여 업무의 효율성 증대
- 회의실/소회의실을 두어 2층의 사무실과 4층의 통제실과 업무 연계성 고려

마) 지상 4층 평면

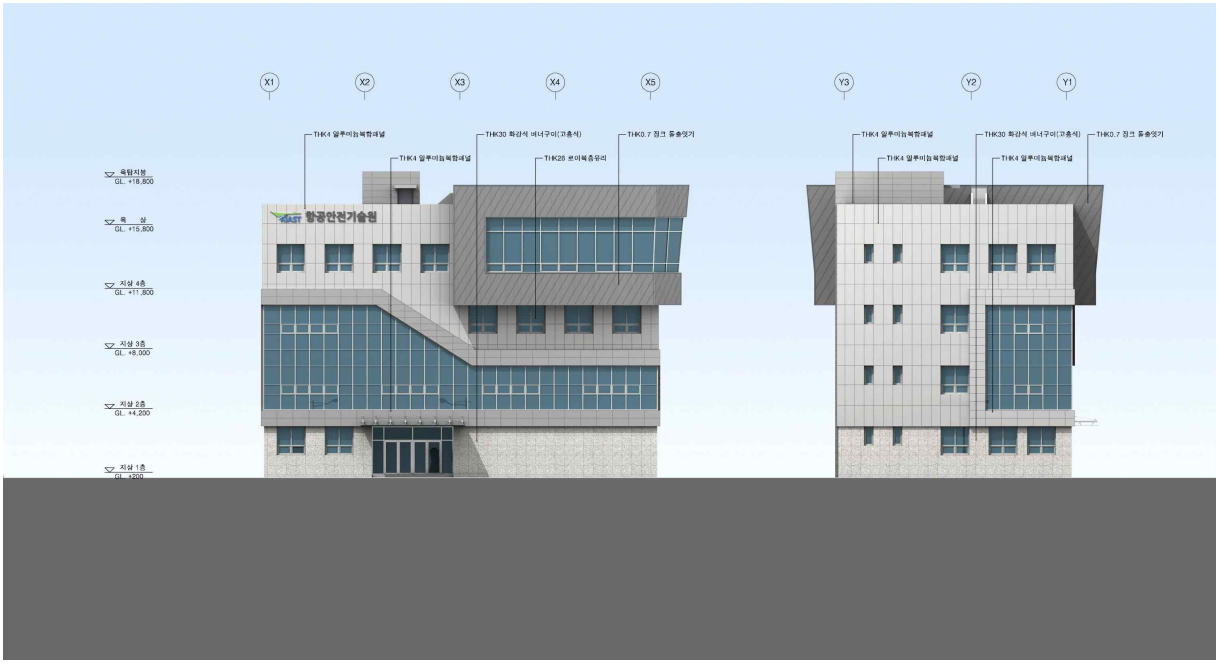
- 통제실 3면이 활주로를 볼 수 있도록 실을 배치
- 장비실, 통제실의 내부 실 구획은 계측장비업체와 협조하여 배치함

바) 옥상 평면



- 옥상 층고(4m)와 통제실 층고(5.3m)를 달리하여 필요한 규모의 층고 설정
- 옥상에 실외기를 설치할 수 있는 장비 기초 패드 설치
- 통제실 지붕에 관측 안테나 등 필요 장비를 설치할 수 있는 장비 기초 패드 설치
- 통제실 지붕의 접근을 위한 철제계단 설치

5) 건물 형태



- 통제실 기능을 고려한 경사형 창 설치 및 조형미를 고려한 재료(징크 패널)와 형태를 구성
- 채광(사무실)과 디자인을 고려한 전면 커튼 월창 설치

6) 기계 설비

가) 위생 설비

① 급수·급탕

- 내식성 자재 사용
- 급수 : 토목 지하수 배관에서 물탱크실 저수조에 저수 후 가압펌프를 이용하여 상향 공급, 적정한 수압 유지 및 유량공급과 충분한 급수원의 확보
- 급탕 : 물탱크실 전기 온수탱크를 이용하여 중앙 공급
- 절수형 위생기구 사용

② 오수·배수

- 건물 내 오·배수 계통으로 분리하여 계획
- 악취 차단용 오수받이 설치 후 토목 오수 관로에 연결

③ 환기

- 쾌적한 실내조건 유지를 위한 환기 방식 채택
- 실내 강제 환기시스템 채택

실 명	기 계 환 기			자 연 환 기	비고
	제1종	제2종	제3종		
발전기실, 전기실	○				
화장실			○		
창고			○		
소방용 기계실, 물탱크실	○				
기타				○	

※기계환기 방식

- 제1종 : 강제 급기+강제 배기
- 제2종 : 강제 급기+자연 배기
- 제3종 : 자연 급기+강제 배기

나) 냉·난방 설비

- 사용 목적에 따라 난방 방식 계획
- 부하특성에 따른 적절한 계획

- 에너지효율 1등급 장비 선정
- 천장형 장비 선정으로 실내 공간 효율 증대

다) 유지관리 편의성 고려

- 보수점검이 용이한 장비 배치
- 배관 시스템의 단순화
- PS 점검구 설치

라) 설계 조건 및 기준

① 설계용 외기 조건

조 건 / 구 분	외기 설계조건			비고
	건구온도 (℃)	습구온도 (℃)	상대습도 (% RH)	
냉 방	31.1	26.3	68.8	
난 방	-4.7	-5.8	75	

- 참고자료 : 건축물의 에너지 절약 설계기준 별표7

② PIPE SIZING 기준

구 분	MAX 속도 (m/s)	MAX 압력강하 (mmAq/m)
급 수 배 관	1.5 ~ 2	50.0
급 탕 배 관	1.5 ~ 2	20.0

③ 덕트 SIZE 기준

구 분	MAX 속도 (m/s)	마 찰 손 실	
		급 기	환 기
저 속	10 이하	0.1 mmAq/m	0.08 mmAq/m

7) 전기

가) 기본방향

본 건물의 전기설비는 주된 용도가 업무시설 시설로서 국가 중요시설이므로, 전기설비의 설계 기본은 안전하고 신뢰성 있는 설비로 용도와 목적에 적합한 현대화된 설비의 계획에 중점을 두어 계획한다.

나) 전기설비

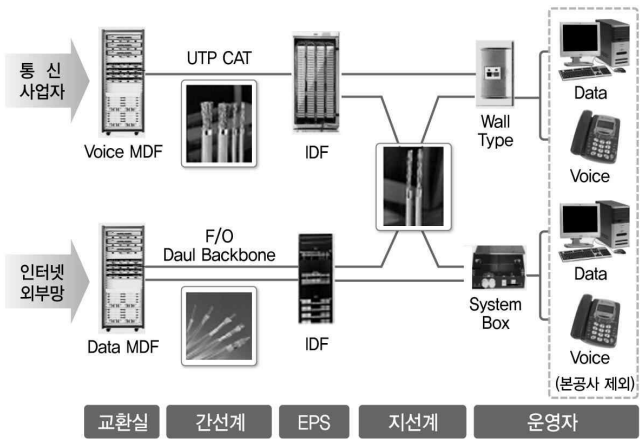
- 안전성 : 인체 및 기기 보호에 안전한 설계
- 효율성 : 에너지 SAVING 및 최신 기술을 적용한 설계
- 운영성 : 취급이 용이하고 단순한 계통구성에 의한 설계

- 경제성 : 설비의 운영비와 내구성을 고려한 설계
- 신뢰성 : 고장이 적은 최신 설비
- 의장성 : 건축공간에 조화되는 형태
- 대응성 : 장래 부하증가에 대한 대비 및 기존 시설과의 연동 가능한 시스템 설비

구 분		설 계 반 영 사 항	적 용 효 과
전열 설비		·대기전력 차단 콘센트	·에너지 절약 및 근무환경 개선
신재생 설비		·태양광 발전설비	·공공기관 의무화에 따른 설비 반영 ·18% 30kw 설치
전등 전열 설비		·친환경 고효율 LED 조명 ·복합형 LED 보안등	·고효율 에너지 기자재로 조명 30% 반영
피뢰 및 접지 설비		·낙뢰 보호용 피뢰침 ·개별 접지방식	·직격뢰, 유도뢰 차단 기능 ·안정성 향상 및 주위환경과의 조화 ·기기별 서지 보호

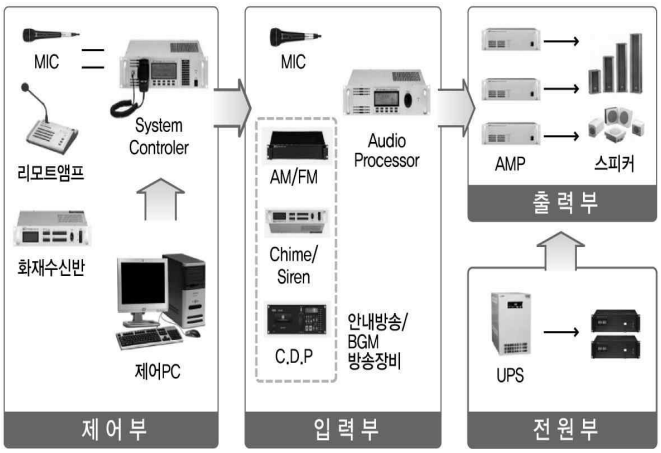
8) 통신

가) 통합배선설비



- 초고속 정보통신설비 적용
- 초고속 정보통신 기반의 각종 Data/Voice 통신망을 일원화시킨 통합 배선망 구축
- MDF는 예비율 20% 이상으로 증설공간 확보
- UTP Cat5E 4P급 Cable 적용과 19인치 표준 Rack 적용
- 통신인입용 수공맨홀 및 MDF실 계획

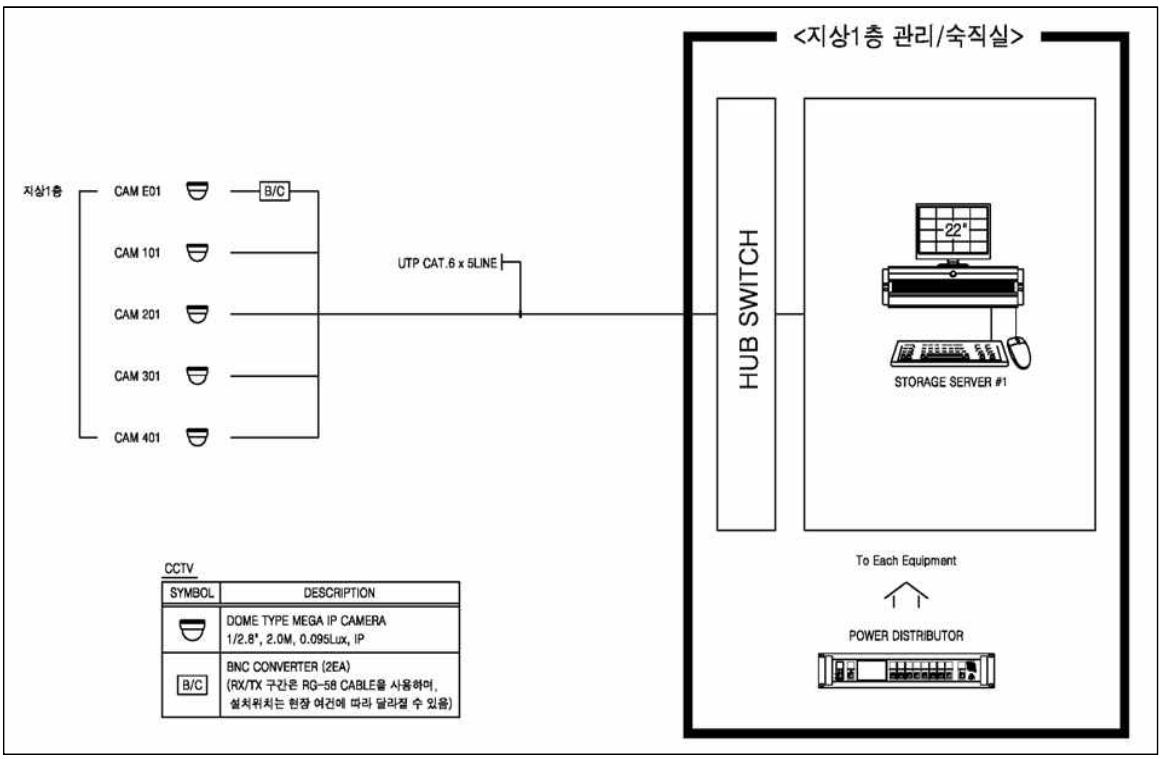
나) 전광방설비



- 전체방송, 비상방송, 옥외방송 등 가능
- 행사 등을 진행하기 위한 시스템 구축
- 비상시 화재 수신반과 연동하여 비상방송 송출
- AMP용량은 총 출력의 20%이상의 예비 확보
- 행사지원을 위한 오디오 믹서, CDP, DVD 구성
- 디지털방식으로 시스템 구성과 사무공간 개별 회로구성 및 음향송출
- 각 방송회선(메인 장비와 릴레이그룹)의 상태와 내용을 모니터링 할 수 있는 시스템 구축

다) 영상설비

① 영상설비 계통도



② 폐쇄회로 CCTV 설비

	- 카메라(CAMERA) : 옥내 및 옥외에 IR 적외선 기능이 가능한 기종으로 설치 - MONITOR TV를 설치하여 관리실에서 조작반(NVR 녹화 및 콘트롤러)으로 조정 가능

9) 소방

가) 기본방향

- 본 건축물은 연구소로써 화재 발생시 많은 인명 피해와 재산의 손실이 우려되므로, 건축물의 위치, 구조, 용도에 적합한 종합적이고 합리적인 방화대책을 수립하여 화재로부터 재산 및 인명을 보호하는데 목적이 있다.
- 재난시 최적의 피난 계획을 수립하여 재실자의 안전한 피난유도 및 인명피해의 최소화를 도모한다.
- 피난시 층에서 옥외로 쉽게 탈출할 수 있도록 출구 계획한다.

나) 소방 설비

구 분	용 도	소화기구	완강기	자동화재 탐지 설비	시각경보기	유도등
소방	교육연구시설(연구소)	◎	◎	◎	◎	◎

다) 소방법규 검토

소화설비	관련법규	내 용
소화기구	소방시설설치유지 및 안전관리에 관한법률[별표5]	·연면적 33㎡이상인 것.
완강기	소방시설설치유지 및 안전관리에 관한법률[별표5]	·3층이상 10층이하의 층수
자동화재 탐지설비	소방시설설치유지 및 안전관리에 관한법률[별표5]	·연면적 1,000㎡이상인 것.
시각경보기	소방시설설치유지 및 안전관리에 관한법률[별표5]	·자동화재탐지설비를 설치하는 특정소방대상물
유도등	소방시설설치유지 및 안전관리에 관한법률[별표5]	·별표2의 특정소방대상물

- 본 대상물은 소방시설 설치유지 및 안전관리에 관한 법률 [별표2] 특정소방대상물 분류 중 연구시설에 해당

10) 조경

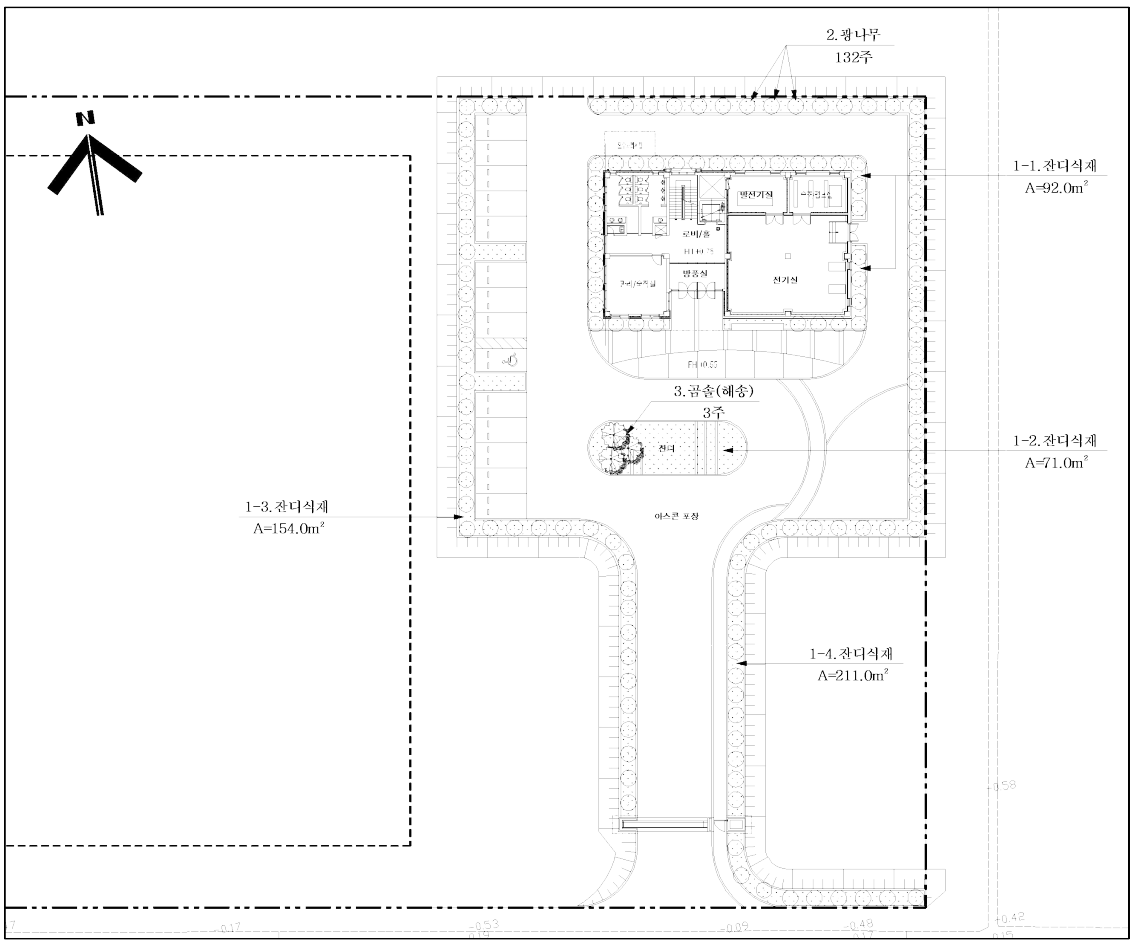
가) 기본방향

- 쾌적하고 친환경적인 Open Space 조성
- 친환경적이면서 주변환경과 조화를 이루는 공간계획
- 건축선과 조화되게 조경공간의 다양한 분할

나) 식재

성 상		수 종
교목	상록교목	곰솔(해송)
관목	상록관목	광나무
초화류		잔 디

다) 조경계획도



나. 격납고, 계류장 및 유도로(T3) 구축

1) 목적

항공기의 정비 및 보관을 위한 시설(격납고)로 사용하고 격납고에서 활주로까지 안전한 접근을 위한 도로(유도로)가 필요하며, 비행을 위한 준비 및 항공기의 육상이동 통제 공간(계류장)으로 활용하기 위함.

2) 공사개요

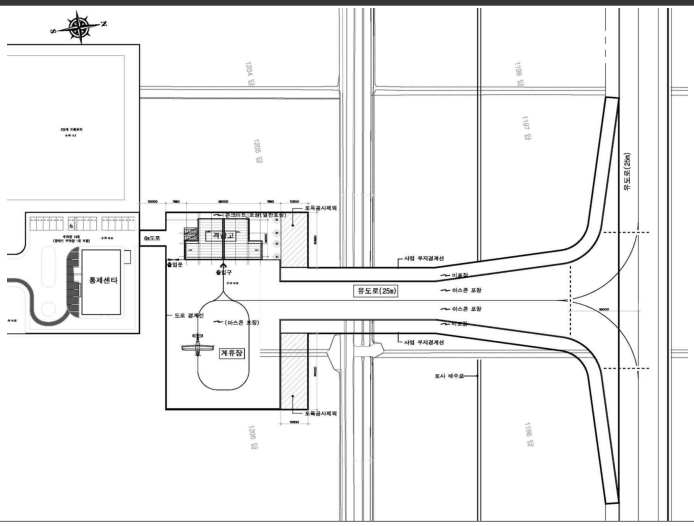
단위(㎡)

구 분		내 용		
		기본설계	실시설계	비 고
대지 면적 (㎡)	격납고	959.53	959.53	변경 없음
	계류장 및 유도로	7,728.20	7,728.20	
	계	8,687.73	8,687.73	
건물 면적 (㎡)	격 납 고	458.61	280.86	-177.75 감소
	정비창고	16.66	18.13	+1.47 증가
	기 계 실	16.66	18.13	+1.47 증가
	계	491.93	317.12	-174.81 감소
연 면 적		491.93	317.12	
건 폐 율(%)		5.66	3.65	-2.01% 감소
용 적 률(%)		5.66	3.65	-2.01% 감소
위 치		비행시험 통제센터 옆		
구 조		철근 콘크리트조 및 철골조		
규 모		지상 1층		

3) 건축 분야

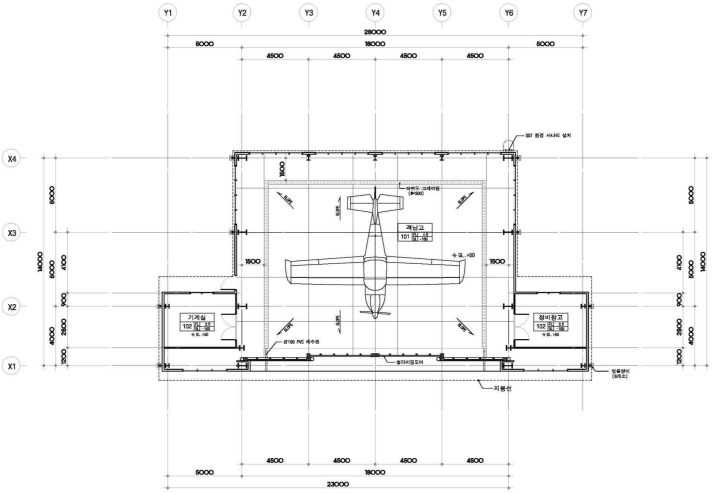
가) 배치 형상

실 시 설 계

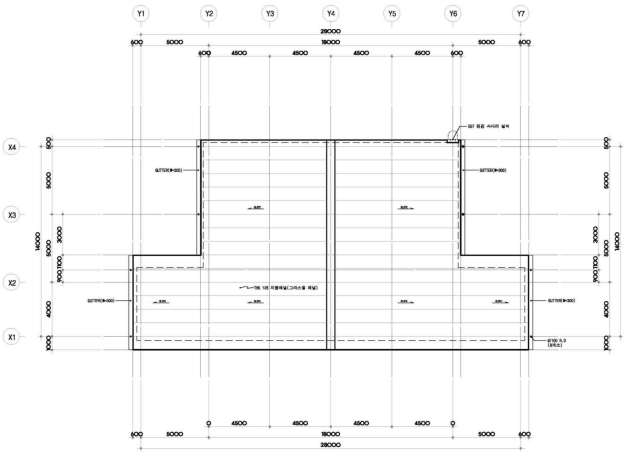


내용	- 격납고는 통제센타 인접 배치 - 남측에 기계실 배치 - 통제센타 내 전기실과 연계하여 시스템 계획 - 경비행기(A급) 1대 설치 규모 - 격납고 및 계류장 부지 최소로 조정

나) 평면 형상

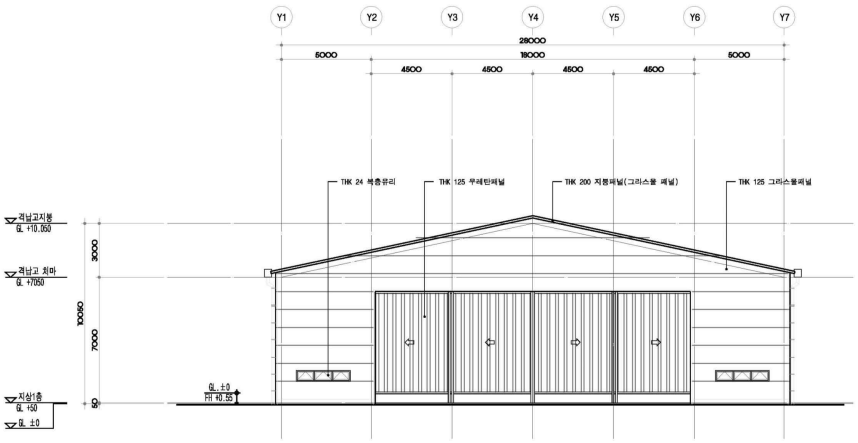
실 시 설 계	
	
내용	- 소형 경비행기(1대) 수용 면적 (12.98m x 14.39m) - 격납고 규모 (18m x 14m) - 정비창고를 통한 외부출입구 동선계획 - 좌.우 정면성을 고려한 평면계획

다) 지붕 형상

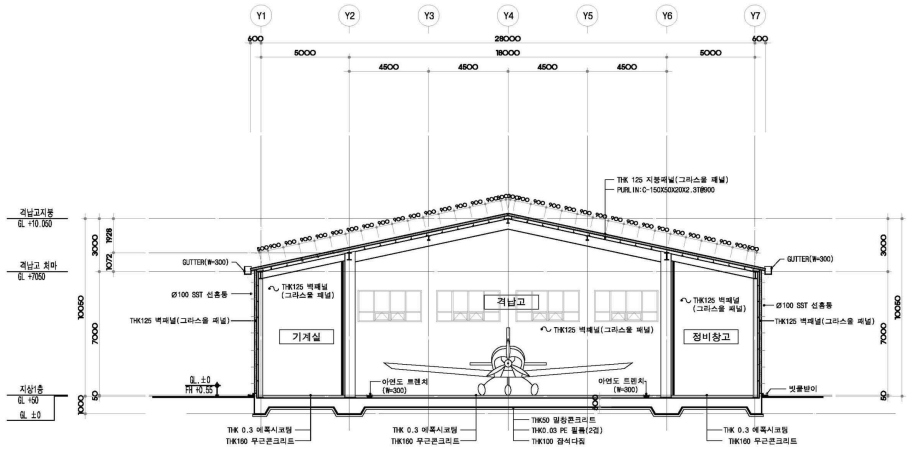
실 시 설 계


내 용	- 자연 채광창 면적 축소 - 전기효율 증가로 공사비 감소 - 지붕 채광창 삭제

라) 입면 형상

실 시 설 계

내 용	- 좌우 대칭을 고려한 입면 - 수평과 수직의 조화를 고려 - 슬라이딩 출입구 - 밝은 지정색을 고려

마) 단면 형상

실 시 설 계


내용	- 18m 장스판 적용 - 적정 층고를 고려한 층고 설정 - 공사비를 고려한 지붕 공법 - 좌우 대칭구조 적용 - 내진을 고려한 구조설계

바) 구조설계

① 구조계산용 소프트웨어

구 분	소 프 트 웨 어
골조해석	MIDAS GEN
부재설계	규준에 의한 Program (MIDAS SET, ETC)

② 기초형식 및 설계지 내력

구 분	내 용
기초형식	파일 기초
허용지지력	f_p=600 kN/EA (PHC PILE ∅400)

③ 사용재료 규격 및 기준강도

구 분	기 준 강 도
콘크리트	f_{ck} = 24 MPa (재령 28일 압축강도)
철 근	f_y = 400 MPa (SD 400)
철 골	F_y = 235 MPa (SS275)

④ 하중조건

-풍하중: 건축 구조기준 및 해설 0305 적용

구 분	기 준 강 도	비 고
설계기본풍속	V_0 = 34 m/sec	고흥
중요도계수	I_W = 0.95	중요도 2
노풍도	D	초원, 비행장
풍속할증계수	K_{ZT} = 1.0	평지
풍하중의 조합	풍방향 풍하중 + 풀직각방향 풍하중	$\frac{H}{\sqrt{BD}}$ = 0.48

- 지진하중 : 건축 구조기준 및 해설 0365 적용

구 분	기 준 강 도	비 고
지역계수	S = 0.14g	고성
중요도계수	I_E = 1.0	중요도 2
지방분류	S_D	단단한 토사지반
반응수정계수	R = 3.5	철골 보통 모멘트 골조

4) 토목 분야

가) 기본방향

- 기존의 항공센터 주변에 항공기의 운항 안전성 확보와 항공기 사고 예방은 물론 항공분야 기술개발 및 인증체계 등 낙후된 국내 민간 항공 산업의 발전기반 조성 필요.
- 개발된 유/무인 항공기, 항공기 부품, 항행장비 등에 대한 안전성 및 성능입증을 위한 시험 수행과 지원이 가능한 국가종합비행성능시험장 건설
- 국가종합비행성능시험장의 시험수행과 지원을 위해 비행시험통제, 지휘, 안전관리 및 비행시험자료 계측과 분석업무를 위한 비행시험통제센터, 격납고(계류장 포함) 건설.

나) 시설기준

① 관련법규

- 공항시설법(법률 제15399호 일부개정 ,2018.02.21)
- 비행장설치기준(국토교통부 고시 2017-228호,2017.4.13.)

② 설계기준

㉮ ICAO (국제민간항공기구)설계기준

- Annex 14 - Aerodromes Volume Ⅰ : Aerodrome Design and Operation (7th Edition, 2016.07)
- Aerodrome Design Manual Part 1 : Runways (3rd Edition, 2006)
- Aerodrome Design Manual Part 2 : Taxiways, Aprons & Holding Bays (4th Edition, 2005)
- Aerodrome Design Manual Part 3 : Pavements (2nd Edition, 1989)
- Aerodrome Design Manual Part 4 : Visual Aids (4th Edition, 2004)

- Aerodrome Design Manual Part 5 : Electrical Systems (2nd Edition, 2017)
- Aerodrome Design Manual Part 6 : Frangibility (1st Edition, 2006)

㉯ FAA(미국연방항공청) 설계기준

- AC 150/5300-13A : Airport Design (Change 1, 2014.02.26)
- AC 150/5320-6F : Airport Pavement Design and Evaluation (2016.11.10)
- AC 150/5320-5D : Airport Drainage Design (2013.08.15)
- AC 150/5370-2G : Operation Safety on Airports During Construction (2017.12.13.)
- AC 150/5370-10H : Standard Specifications for Construction of Airport (2018.12.21.)

㉰ 표준시방서

- 토목공사 표준일반시방서(국토교통부, 2016)
- 콘크리트표준시방서(국토교통부, 2016)

다) 유도로

비행장의 수용능력과 효율성 극대화를 달성하기 위해서는 활주로, 계류장, 격납고 및 기타 서비스 지역간에 균형이 유지되어야만 가능해진다. 이들 각각의 시설들은 유도로를 통해 연결되며 유도로를 구성하는 요소들은 이들 시설간의 연결매체이며 비행장 사용을 최적화하는데 필요한 시설이다.

① 유도로 폭

-"유도로(Taxiway)"는 항공기의 지상주행 및 비행장의 각 지점을 이동할 수 있도록 설정된 항공기 이동로를 말하며 유도로 직선부의 폭은 다음 값 이상으로 하여야 함.

(표 2-2. 유도로 직선 부분의 폭)

구 분	주륜외곽의 폭(OMGWS)			
	4.5m 미만	4.5m이상 6m미만	6m이상 9m미만	9m이상 15m미만
유도로 직선 부분의 폭	7.5m	10.5m	15m	23m

자료 : 비행장시설 설치기준(2018.12, 국토교통부)

- 유도로는 비행장등급 2-B를 적용하여 10.5m를 적용함.

② 유도로 갓길

- 유도로 갓길은 항공기에 해를 가할 수 있는 물체의 엔진흡입을 방지하고 유도로 인접지역의 침식을 방지하기 위하여 다음의 기준을 충족하도록 설치하여야 함.

(표 2-3. 유도로 갓길 폭)

구 분	분 류 번 호			
	C	D	E	F
유도로와 갓길의 전체폭	25m	34m	38m	44m

자료 : 비행장시설 설치기준(2018.12, 국토교통부)

- 유도로 갓길은 비행장등급 2-B에서는 적용이 필요 없으나 항공기 안전운항을 고려하여 양측에 각각 5.0m를 적용함.

③ 유도로대

- 유도로에서 운항중인 항공기를 보호하고 유도로를 벗어난 항공기에 대한 피해를 감소시키기 위하여 항공기 주기장 유도선(Taxilane) 이외의 유도로에는 다음의 요건을 충족하는 유도로대를 설치하여야 함.

(표 2-4. 유도로대 폭)

구 분	분류문자					
	A	B	C	D	E	F
유도로대의 폭 (유도로 중심선에서의 거리)	15.5m	20m	26m	37m	43.5m	51m

- 유도로대 폭은 20m를 적용함.

④ 유도로 최소 이격거리

- 유도로의 중심선과 활주로의 중심선, 평행유도로의 중심선 또는 물체와의 이격거리는 다음에 지정된 수치 이상으로 하여야 함.

(표 2-5. 유도로 최소이격거리)

분류문자	유도로 중심선과 활주로 중심선 간 (m)								유도로 중심선과 유도로 중심선간 (m)	유도로 (항공기 주기장 유도선 (taxilane) 제외) 중심선과 장애물간 (m)	항공기 주기장 유도선(taxilane) 중심선과 항공기 주기장 유도선(taxilane) 중심선 간(m)	항공기 주기장 유도선(taxilane) 중심선과 장애물간 (m)
	계기활주로				비계기활주로							
	분류번호				분류번호							
	1	2	3	4	1	2	3	4				
A	77.5	77.5	-	-	37.5	47.5	-	-	23	15.5	19.5	12
B	82	82	152	-	42	52	87	-	32	20	28.5	16.5
C	88	88	158	158	48	58	93	93	44	26	40.5	22.5
D	-	-	166	166	-	-	101	101	63	37	59.5	33.5
E	-	-	172.5	172.5	-	-	107.5	107.5	76	43.5	72.5	40
F	-	-	180	180	-	-	115	115	91	51	87.5	47.5

자료 : 비행장시설 설치기준(2018.12, 국토교통부)

주) 1. 유도로 중심선과 활주로 중심선 간의 이격거리는 활주로와 유도로의 통상적인 조합을 나타낸다.

2. 유도로 중심선과 활주로 중심선 간의 이격거리는 평행유도로상에 있는 항공기의 통과를 허가하기 위해 대기 항공기의 뒤에서 충분한 안전거리를 보장할 수는 없다.

라) 공종별 세부 내용

① 토공

㉮ 개요

- 흙은 재료의 성질에 따라 변화가 많은 재료이기 때문에 지형, 지질 및 토질 등을 사전에 충분히 파악하여 안정성, 시공성, 경제적인 조건 및 최적의 배수조건을 고려하여 주위환경과 조화되고 유지관리가 용이하도록 토공계획을 수립하여야 한다.
- 본 과업에서 전체 토공량의 대부분은 유도로 및 계류장 지역의 순성토가 차지하고 있으며, 가능한 순성토량이 최소가 되도록 적용하였음.

㉯ 노상·노체의 재료선정 기준

- 노상 재료
  - 노상 재료의 판단기준은 포장 하부 노반으로 소요지지력을 확보할 수 있는 기준인 노상토 지지력(CBR) 또는 지반반력계수(K)와 다짐 시공성, 다짐 함수비에 따른 비소성 특성을 고려하여야 함
  - 또한 노상 시공의 품질은 다짐 후 압축성에 영향을 미칠 수 있는 다짐상태를 확보할 수 있는 다짐도와 이를 위한 다짐두께 및 암석 입자의 최대규격을 감안하여 결정됨
  - 상기 특성을 감안할 때 노상의 기준은 노상토 지지력과 세립분 함유율 및 최대규격으로 규정할 수 있으며, 일반적으로 적용되는 도로공사 표준시방서(국토교통부) 기준은 다음과 같으며 이를 준용함

(표 2-6. 노상 재료의 품질)

구분	시험방법	기준	비고
최 대 치 수 (㎜)	-	100 이하	
수정 CBR(시방다짐)	KS F 2320	10 이상	
5㎜ 체 통과율(%)	KS F 2302	25 ~ 100	
0.08㎜ 체 통과율(%)	KS F 2302, KS F 2309	0 ~ 25	
소 성 지 수	KS F 2303	10이하	
다짐후 건조밀도	KS F 2312	-	

(표 2-7. 노상재료의 다짐판정 기준)

구분			노상	비고
1층 다짐 완료 후 두께 (mm)			200이하	
다 짐 도(%)			상부노상 100이상 하부노상 95이상	상부노상 20cm 하부노상 40cm
다 짐 방 법			E	
평판재하시험	아스팔트콘크리트포장	침하량 (mm)	2.5	
		지지력계수(K30)	196MN/m3 (20kgf/cm3)이상	K75 : 9.1kgf/cm3이상
	시멘트콘크리트포장	침하량 (mm)	1.25	
		지지력계수(K30)	147MN/m3 (15kgf/cm3)이상	K75 : 6.8kgf/cm3이상

- 노체 재료
  - 노체는 지지력보다는 포장 후 성토체의 체적 압축성과 시공성에 의해 결정되어지므로 성토재료의 기준은 노상에 비하여 상당히 완화됨
  - 그러나 최대입경이 무한히 커지는 경우 품질관리에 문제가 있으므로 일반적인 기준에서 노체재료 최대입경은 300mm로 제한하며, 암성토의 경우 시험시공을 통해 최대 입경을 결정할 것을 제안하고 있음
  - 최대입경기준은 국토교통부 도로공사 시방서에는 300mm를 기준하되 암을 성토할 경우 노체 완성면 600mm 하부에만 허용될 수 있으며, 암덩어리의 최대치수는 600mm를 초과할 수 없음
  - 노체 다짐관리의 지지력계수 기준은 도로공사 표준시방서(국토교통부)의 기준을 준용함

(표 2-8. 노체 재료의 품질)

구분 / 항목	토사	암버럭	시험법
최대치수 mm	300mm 이하	•노체 완성면 600mm 하부에만 적용 가능 •600mm 이하	
수정 CBR (시방다짐)	2.5 이상	-	KS F 2320
다짐후 건조밀도	1.5t/m3 이상	-	KS F 2312

(표 2-9. 노체 재료의 다짐판정 기준)

구분			노체		비고
			일반쌓기	암 쌓기	
1층 다짐 완료 후 두께 (㎜)			300이하	600이하	
다 짐 도(%)			90이상	-	
다 짐 방 법			A, B	-	KS F 2312
평판 재하 시험	아스팔트 콘크리트포장	침하량 (㎜)	2.5	1.25	KS F 2310
		지지력계수(K30)	150MN/m3(15kgf/cm3)이상	200MN/m3(20kgf/cm3)이상	
	시멘트 콘크리트포장	침하량 (㎜)	1.25		KS F 2310
		지지력계수(K30)	100MN/m3(10kgf/cm3)이상	200MN/m3(20kgf/cm3)이상	

㉰ 토공범위

- 대부분 성토지역이므로 유도로 및 계류장 포장구간과 유도로대 구간의 설계기준 범위내에서 토공사가 최소화 되도록 부지계획고를 결정하였으며, 한국항공우주연구원에서 시행하는 유도로(T1) 계획고와 연계되도록 계획하였다.
- 유도로대 횡단구배는 갓길이후 3m 구간은 배수촉진구간으로 5%하향구배, 이후 토사측구 구간까지는 변화구간으로 적용하였음.
- 계류장은 별도의 배수시설을 배제하기 위하여 격납고 반대방향으로 편구배를 적용하여 우수를 배제토록 계획함.
- 포장하부 노상층 두께는 연성포장의 경우 100cm까지 다짐도 95% 이상을 확보하는 것으로 계획하였으며, 착륙대구간은 국가 종합비행 성능시험장 운영특성 및 간척지 지반특성을 고려하여 향후 장기침하에 따른 유지관리를 전제로 비다짐으로 적용하였다.
- 유도로대는 비다짐 성토후 그레이딩으로 마무리할 예정이며, 향후 지반 안정화 후 잔디식재 등 방안 검토후 시행할 예정이다.

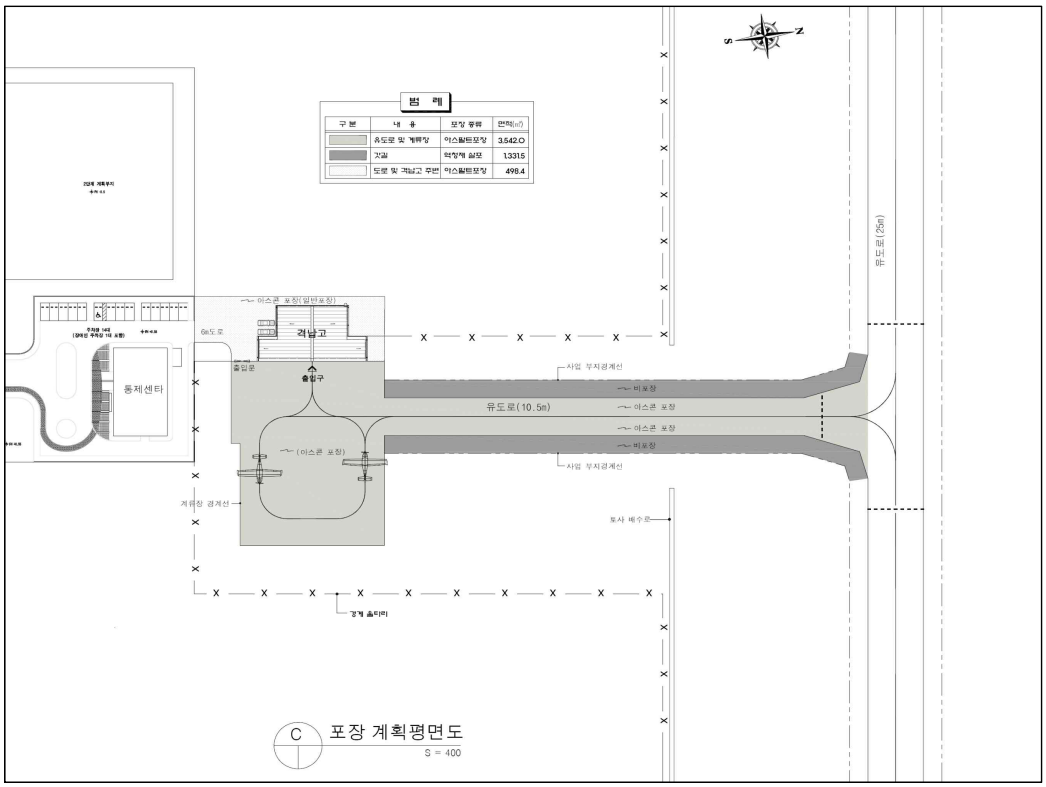
② 포장

㉮ 구역별 포장공법 선정

- 시멘트 콘크리트 포장은 경제성을 고려하여 무근 콘크리트포장의 적용이 바람직하며, 아스팔트 콘크리트 포장은 개질아스팔트가 일반 HMA보다 내구성을 높지만 시공비가 높고 시공이 까다롭기 때문에 국내 대부분 공항에 적용된 일반 아스팔트 콘크리트를 적용한다.

(표 2-10. 구역별 포장형식 및 포장공법 선정)

구분	포장공법	적용사유	비고
활주로, 유도로 및 계류장	아스팔트 콘크리트포장 (일반)	• 평탄성 및 승차감 양호 • 연약지반 순응성 양호 • 공사 후 단시간내 교통개방 • 시공경험 풍부	적용



(그림 2-3. 구역별 포장 형식)

㉯ 포장 설계기준

ⓐ 포장 설계법

- 금번 과업에서 적용 가능한 포장설계법은 아래 표와 같음(표 2-11).
- 국토교통부는 2008년부터 공항의 계획, 설계 및 운영매뉴얼 등을 고시하면서 국내 공항설계를 위한 적정한 지침을 마련하였으며, 2015년 5월에 예규 제101호로 비행장 포장 설계매뉴얼을 고시하였다
- 상기 매뉴얼들은 공항의 계획, 설계 및 운영매뉴얼의 대부분은 ICAO의 기준을 준용하였으나 포장설계매뉴얼의 경우 ICAO의 Aerodrome Design Manual (PAVEMENTS)이 1983년 이후로 개정되지 않고 국내 또는 해외에서도 사용하지 않아 FAA의 Airport Pavement Design and Evaluation을 채택하였다

(표 2-11. 포장설계법의 종류)

구 분	포장설계 기준
국내 기준	• 비행장 포장 설계매뉴얼(국토교통부 예규 제32호, 2013.4)
FAA	• Airport Pavement Design and Evaluation(2009.9)
ICAO	• Aerodrome Design Manual Part 3 "PAVEMENTS"(1983)
UFC	• Pavement Design for Airfields(2001.6)
PCA	• Design of Concrete Airport Pavement(1995)

- 따라서 국내 및 해외에서도 널리 사용되는 FAA 포장설계 매뉴얼(AC 150/5320-6F)을 포장설계에 적용하였다

ⓑ 구역별 교통하중

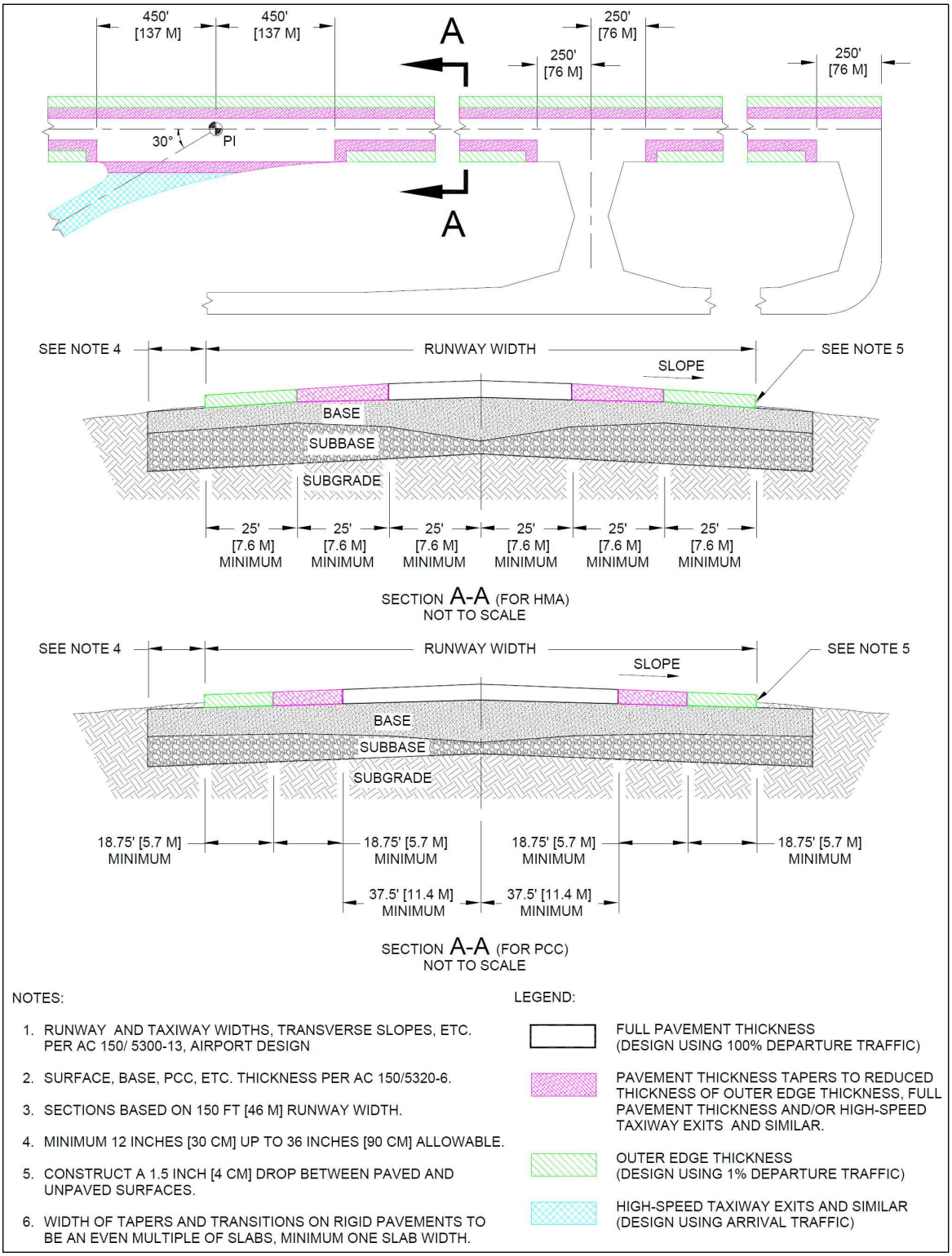
- 일반적인 활주로 포장의 구역 및 횡단면은 아래 그림과 같다. 활주의 폭과 두께는 아래 그림과 같이 적용하며 활주로 중앙부는 100% 교통수요량으로 설계하고 외측단부는 1%의 출발교통량으로 포장두께를 산출하며, 전이부는 활주로 중앙부와 외측단부를 구배에 맞추어 직선으로 이어 주어 두께를 결정한다.

ⓒ 포장층의 구성

- 표층은 연성포장의 경우 가열혼합 아스팔트(Hot mix asphalt), 역청질 혼합물(Sand-bituminous mixture) 및 역청분사처리층을 사용한다
- 기층은 여러 가지 재료에 의해 구성되며 크게 일반 기층 및 안정처리기층으로 나뉘며 일반기층은 골재 또는 쇄석골재층으로 이루어져 있다. 안정처리기층은 골재 또는 쇄석골재에 시멘트, 역청재와 같은 안정처리재를 혼합한 것을 말하는 것으로 일반적으로 100,000lb 이상인 항공기가 운항될 경우 안정처리기층을 사용해야 한다.
- 보조기층은 골재, 안정처리된 골재 또는 안정처리된 토양으로 이루어진 층을 말한다

ⓓ 아스팔트 콘크리트 포장

- 연성(아스팔트)포장은 노상위 보조기층과 기층 상단에 가열 혼합 아스팔트 표층이 설치된 포장체를 말하며, 궁극적으로 노상에 의해 지지된다
- 연성포장 설계과정에서 고려되는 2가지 파손유형은 노상에 수직으로 하중이 작용하여 발생하는 소성변형과 아스팔트 표면에 수평변형을 인한 균열이 있음. FAARFIELD는 오직 아스팔트 포장의 노상에 작용하는 수직하중에 의한 수직변형만으로 해석하여 설계한다.



NOTES:

1. RUNWAY AND TAXIWAY WIDTHS, TRANSVERSE SLOPES, ETC. PER AC 150/ 5300-13, AIRPORT DESIGN
2. SURFACE, BASE, PCC, ETC. THICKNESS PER AC 150/5320-6.
3. SECTIONS BASED ON 150 FT [46 M] RUNWAY WIDTH.
4. MINIMUM 12 INCHES [30 CM] UP TO 36 INCHES [90 CM] ALLOWABLE.
5. CONSTRUCT A 1.5 INCH [4 CM] DROP BETWEEN PAVED AND UNPAVED SURFACES.
6. WIDTH OF TAPERS AND TRANSITIONS ON RIGID PAVEMENTS TO BE AN EVEN MULTIPLE OF SLABS, MINIMUM ONE SLAB WIDTH.

LEGEND:

- FULL PAVEMENT THICKNESS (DESIGN USING 100% DEPARTURE TRAFFIC)
- PAVEMENT THICKNESS TAPERS TO REDUCED THICKNESS OF OUTER EDGE THICKNESS, FULL PAVEMENT THICKNESS AND/OR HIGH-SPEED TAXIWAY EXITS AND SIMILAR.
- OUTER EDGE THICKNESS (DESIGN USING 1% DEPARTURE TRAFFIC)
- HIGH-SPEED TAXIWAY EXITS AND SIMILAR (DESIGN USING ARRIVAL TRAFFIC)

(그림 2-4. 구역별 포장두께 산정 방법)

○ 공항포장의 설계 연수는 20년으로 하고, 설계교통량은 설계수명인 20년간의 연평균 항공기별 이륙 회수를 사용한다.

- 가열혼합 아스팔트 표층
  - 가열혼합 아스팔트 표층 또는 마모층(wearing course)은 기층에 표면수의 침입을 방지하고, 항공기나 인명에 위험을 줄지도 모르는 골재의 이탈을 방지하기 위해 견고히 결합되고 평탄해야 한다. 또한 항공기 하중에 의한 전단응력에 저항하여야 하며 미끄럼을 방지하고 타이어의 마모를 줄일 수 있는 표면 상태를 유지하여야 한다. 이러한 요구조건을 만족하기 위하여 표층은 최고의 안전성과 내구성을 발휘할 수 있도록 골재와 아스팔트 결합재가 혼합된 일정한 표면층을 유지하여야 하며 이러한 요구조건을 만족하기 위해서는 재료의 혼합 등은 플랜트를 통하여 생산하는 것이 적합하다
  - HMA표층은 FAA Item P-401의 요건에 만족해야 하며 표층의 최소두께는 4인치(102mm)이며 설계시 탄성계수는 200,000psi(1,380MPa)를 적용한다
- 기층(Base Course)
  - 기층은 아스팔트포장의 바퀴하중을 보조기층 및 노상과 같은 포장하부층으로 분산시키는 데 그 목적이 있다. 따라서 기층은 노상의 파괴를 방지할 수 있는 품질과 두께를 가져야 하며 기층 자체에 전해지는 응력을 견뎌야 하고 표층에서 전해지는 수직응력 등에 저항하여 변형 또는 침하가 일어나지 말아야 한다
  - 포장두께 산출시 기층의 강도는 CBR 80이 최소값으로 가정되었다. 기층의 품질은 사용재료, 구성비 및 다짐정도에 따라 달라지며, 소정의 시방규정에 적합하여야 한다
  - 30,000파운드(14,000kg) 또는 그이상의 항공기 설계하중에 대비하여 공항에 사용하는 기층은 필요조건에 따른 적절한 입도조정과 재료를 사용해야 하며 기층으로 사용하는 종류는 아래와 같다.
    - · Item P-208 : 골재기층(Aggregate Base Course)
    - · Item P-209 : 쇄석골재기층(crushed Aggregate Base Course)
    - · Item P-211 : 석회암 기층(Lime Rock Base Course)
    - · Item P-219 : 콘크리트재활용 골재 기층 (Recycled Concrete Aggregate Base Course)

· Item P-304 : 시멘트 안정처리 기층(Cement Treated Base Course)

· Item P-306 : Econocrete 기층(Econocrete base Course)

· Item P-401 : 플랜트 혼합 역청 포장

(Plant Mix Bitumninous Pavement)

· Item P-403 : HMA기층(HMA Base Course)

- 골재기층 Item P-208의 사용은 기층으로서 총중량 60,000파운드(27,000kg) 혹은 그 이하에 대하여 설계되는 포장으로 제한한다.
- 안정처리 기층
  · 안정처리기층에는 안정처리된 연성포장과 안정처리된 강성포장 2가지 종류가 있다. 안정처리된 연성포장의 종류로는 P-403이 있으며 안정처리된 강성포장으로는 P-304(시멘트 안정처리층)와 P-306(이코노크리트)이 있음. 이 2가지 안정처리된 기층은 연성포장의 기층으로 사용할 수 있으며, P-301인 Soil Cement Base는 연성포장의 기층으로 사용할 수 없다.
- 비안정처리(골재) 기층
  · 일반적으로 골재 기층에 사용하는 재료는 쇄석골재인 P-209이며, P-208는 연성포장의 기층재료로 적합하지 않다.
- 기층의 최소두께
  · 일반적으로 FAA에서 요구되는 기층의 구조적인 두께는 산출된 값을 사용하며, 기층 두께는 노상 CBR치가 20인 지반에서 기층이 견딜 수 있을 정도로 계산되며 100,000파운드(45,400kg)이상의 항공기가 운항 시 안정처리기층의 최소두께는 5인치(127mm)이다.

• 보조기층(Subbase Course)

- 보조기층은 CBR 값이 20 이상인 노상(일반적으로 GW 또는 GP 분류의 토질)에서의 경우를 제외하고 포장체의 일부분으로 적용된다.
- 보조기층의 기능은 기층의 경우와 유사하나 포장표층에서 기층보다 하부에 놓이는 관계로 하중지지력과 재료의 요구조건이 기층과 같이 엄격하지는 않으며, 포장두께 소요에 있어서 보조기층의 CBR 값은 유동적이다.
- 30,000파운드(14,000kg) 혹은 그 이상 되는 항공기 설계하중에 대비하여 공항에 사용하는 보조기층의 여러 가지 형태에 대한 예비조사와 그리고 적절한 조정, 입도분포 및 구성성분의 품질을 확보할 수 있는 기준은 아래와 같

이 구분한다.

· Item P-154 : 보조기층(subbase Course)

· Item P-210 : 교결충적토 보조기층(Caliche Subbase Course)

· Item P-212 : 패각 보조기층(Shell Base Course)

· Item P-213 : 모래점토 보조기층(Sand Clay Base Course)

· Item P-301 : 흙-시멘트 혼합 보조기층(Soil Cement Base Course)

- 보조기층으로서 Item P-213과 P-301의 사용은 보조기층내로 동결침투가 예상되는 곳에서는 추천할 수 없다.
- 만약 경제적이고 실제적으로 가능하다면 기층으로 사용가능한 재료는 또한 보조기층으로 사용할 수 있다.
- 기층에 사용된 모든 재료는 안정치리 된 기층을 사용한 포장에 보조기층재료로 사용할 수 있다.
- 보조기층은 골재 또는 안정처리된 재료를 사용할 수 있으며 보조기층의 최소두께는 4in(102mm)이며 P-301의 경우 동결융해가 일어나는 지역에서는 사용할 수 없다.
- 보조기층이 하나 이상의 재료인 경우, 즉, P-154 위에 P-209를 사용하는 경우가 있음. 연성포장의 층 구조는 샌드위치형 구조로 하면 안되고 상부층으로 갈수록 재료의 품질이 좋도록 해야 함.
- 포장구조 선정 시 골재층이 어떤 불투수층 사이에 놓이게 되는 것을 “샌드위치”형 구조라 하며 이는 어떤 경우에도 설치되어서는 안 됨. 이러한 구조하에서는 배수가 안 되는 골재층은 그 응력이 현저히 감소되어 포장체의 하중지지능력을 저하시킨다.

㉰ 포장설계 입력자료

ⓐ 설계교통량

○ 포장설계를 위한 항공기의 연간 이륙회수를 산출하기 위해 항공수요 중 항공기 등급별 연간 운항회수 자료를 활용하였다

○ 포장설계시 장래 운항회수 중 이륙회수만 사용하며 2038년 운항회수 중 이륙회수를 연평균 이륙회수로 정하고 이를 20년간 적용토록 한다.

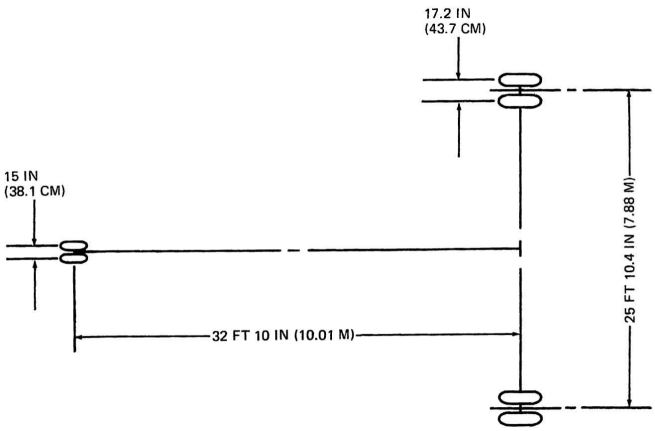
○ 연간 항공기 운항회수 및 포장설계 적용할 운항회수는 다음과 같다.

(표 2-12. 연간 항공기 운항 횟수(이륙))

구분	운항회수(이륙)					적용
	2019	2023	2028	2033	2038년	
Q-300급	-	-	24회 (월2회)	48회 (월4회)	48회 (월4회)	48회
KC-100급	780회 (주15회)	1,040회 (주20회)	1,300회 (주25회)	1,560회 (주30회)	1,820회 (주35회)	2,600회
경량항공기급 (CTLS)	104회 (주2회)	156회 (주3회)	208회 (주4회)	260회 (주5회)	312회 (주6회)	-
초경량무인기급 (TR-100/60이하)	312회 (주6회)	312회 (주6회)	364회 (주7회)	416회 (주8회)	468회 (주9회)	-
계	1,196회	1,508회	1,896회	2,284회	2,648회	2,648회

ⓑ 설계 항공기(Q-300) Pavement Data

(표 2-13. Q-300 Pavement Data)

구 분		제원	기어배치
동체길이(전장)		84.3ft(25.68m)	
날개폭(전폭)		90ft(27.43m)	
전 고		24.7ft(7.49m)	
최대이륙중량		43,000lbs(19.5ton)	
수평최대속도		287kts	
이륙/착륙거리		1,180m/1,040m	
좌석수		50	
노즈 기어	타이어크기	22.0×6.5-10	
	타이어압력	62PSI (427kPa)	
메인 기어	타이어크기	31.0×9.75-14	
	타이어압력	101PSI(696kPa)	

ⓒ 아스팔트 콘크리트 포장 재료

○ 아스팔트 표층 및 기층

- 아스팔트 표층은 FAA P-401 재료를 적용하며 탄성계수 200,000psi, 마샬안정도 2,150lb, 흐름값 10~16, 공기량 3.5%를 적용하였다
- 아스팔트 기층은 FAA P-403 재료를 적용하며 탄성계수 400,000psi, 마샬안정도 1,800lb, 흐름값 8~16, 공기량 3.5%를 적용하였다

(표 2-14. 아스팔트 표층 및 기층재료 기준)

구분	표층용 재료	기층용 재료
탄성계수, psi	200,000	400,000
다짐회수,회	75	75
안정도lb(뉴턴)	2,150(9,560)	1,800(8,006)
흐름값, 0.01in(0.25㎜)	10~16	8~16
목표 공기량(%)	3.5	3.5

○ 배수층(Drainage Layer)

- 줄눈의 공극을 통하여 우수가 보조기층으로 침투되면 조기층과 노상이 약화되어 공극이 커지면서 침식과 공동현상을 발생시키고, 펌핑현상으로 발전하면서 침하나 균열 등의 포장파손을 일으키는 주원인이 된다.
- 이와 같은 현상을 방지하기 위하여 보조기층과 동일한 기능과 지지능력을 가지면서 배수성이 뛰어난 입도의 골재를 포장층 하단에 설치하여 침투된 우수를 신속히 배제하여 포장체를 보호하는 역활을 하는 것이 배수층(Drainage Layer)이다.
- 따라서 배수층은 포장층에 침투된 우수를 신속히 배제하여 항공기 하중에 의한 자유수가 이동되면서 공극이 발생되어 생기는 침식과 연약화 방지를 목적으로 설치되며, 최근의 설계에서는 포장의 결함원인이 보조기층의 배수불량에서 발생하기 때문에 FAA AC150/5320-5 표면배수설계 APPENDIX.G에 포장층의 표준단면에 명시되어 있으며, 입도는 급속 배수재(R.D.M)를 선정하였다.

(표 2-15. 배수층의 설계기준)

구 분	적용 기준	설계 적용
최소두께	10㎝	15㎝
1일 침투수 배제 능력	85%	85%
투수 계수	0.34㎝/sec	0.34㎝/sec

(표 2-16. 배수층의 입도 및 재료 기준)

골재 입도(㎜)	급속 배수재료 (R.D.M: Rapid Draining)	개립재료 (O.G.M: Open Graded)
38.00	100	100
25.00	70-100	95-100
19.00	55-100	-
12.50	40-80	25-80
9.50	30-65	-
4.75	10-50	0-10
2.40	0-25	0-5
1.20	0-5	-
투수계수	300m/일-1500m/일	1500m/일 이상
유효 공극비	0.25	0.32
파쇄율 Faces(CEO)	90%(80CBR), 75%(50CBR)	90%(80 CBR), 75%(50 CBR)
불균일계수(Cv=D60/D10)	3.5 이상	-
흡수율	40% 이하	40% 이하

○ 차단층 (Separation Layer)

- 우수침투나 지하수위가 상승하였을 때 항공기 하중에 의하여 배수층(Drainage Layer)의 자유수가 이동하면서 노상의 세립재료가 배수층에 혼입되어 배수층의 공극을 메움으로써 배수기능을 저해시키면서 배수층의 배수능력을 현저히 저하시킨다.
- 따라서, 배수층으로 노상재료가 혼입되는 현상을 차단하고 방지하기 위하여 배수층과 노상층 사이에 설치하는 것이 차단층(Separation Layer)이다.
- 차단층의 설치기준은 APPENDIX.G에 포장층의 표준단면에 명시되어 있으며 설계방법이 규정되어 있다.

(표 2-17. 차단층의 적용 기준)

구 분	적용 기준	설계 적용	적용기준 근거
최소 두께	10㎝	15㎝	최소 포설 두께 적용

(표 2-18. 차단층의 입도 및 재료 기준)

구 분	기 준	비 고
굵은골재 최대치수	50㎜	
최대 CBR	50	
2㎜(No.10)최대 체통과율	50%	
0.075㎜(No.200)최대 체통과율	15%	
최대 액성한계	25%	
최대 소성지수	5	

㉱ 포장 단면

○ 설계입력변수

- 설계수명 : 20년
- 설계 CBR : 8
- 설계 항공기 : Q-300, KC-100 등
- 최대이륙중량 : Q-300 43,000 LB, KC-100 3,528LB
- 연간 이륙회수 : Q-300 48회, KC-100이하: 2600회
- 포장설계프로그램 : FAARFIELD 1.42(FAA)

○ 계류장 및 유도로 포장두께

(표 2-19. 계류장 및 유도로 포장두께)

구 분	최소두께	산출두께		적용
		보조기층 적용시	배수층, 차단층 적용시	
아스콘 표층	4 “(10㎝)	4 “ (10.2㎝)	4 “ (10.2㎝)	10㎝
아스콘 기층	5"(12.7㎝)*	4 “ (10.2㎝)	4 “ (10.2㎝)	10㎝
보조기층	4 “(10㎝)	4 “ (10.2㎝)		
배수층	4 “(10㎝)		4 “ (10.2㎝)	15㎝
차단층	4 “(10㎝)		4 “ (10.2㎝)	15㎝
계		30㎝	40㎝	50㎝

* 항공기 하중이 100,000lbs 이상일 때 안정처리기층의 최소두께 임

○ 갓길 두께

- FAA의 활주로 및 유도로지역 포장 설계기준을 따랐으며, 산출값과 최소 소요 두께 등을 감안하여 적용값을 결정하였다.
  - 연평균 이륙회수 1회, 설계 연수 15년을 적용하여 총 15회의 이륙회수 적용
- 아스팔트 표층
  - 표층의 최소두께는 4인치(100mm)이며 FAA Item P-401과 같은 고품질의 재료를 사용하여야 함
- 기층
  - 기층재료는 FAA Item P-208(골재기층), P-209(쇄석기층) 쇄석골재 또는 안정처리된 재료를 사용하여야 하며, 이 중에서 P-209(쇄석기층)을 적용하고 CBR 80 이상을 만족해야 함. 기층의 최소두께는 6인치(150mm)임.
- 보조기층

• 보조기층의 최소두께는 4인치(102mm)이며 CBR 20 이상을 만족하는 재료를 사용하여야 함(P-154)

(표 2-20. 갓길 포장두께)

구 분	최소두께	산출두께	적용
아스콘 표층	4 “(10㎝)	4 “ (10㎝)	10㎝
쇄석기층(배수층)	6"(15.2㎝)*	6 “ (15.2㎝)	15㎝
보조기층(차단층)	4 “(10㎝)	4 “ (10.2㎝)	15㎝
계		35.2㎝	40㎝

- 적용

본 과업에서는 유도로 폭을 10.5m 계획하였고, 갓길은 향후 항공등화 및 관로 설치시 시공성 및 경제성을 고려하여 양측 각각 5m 구간에 역청재로 마감처리 하는 것으로 계획함.

③ 배수시설

- 토사측구

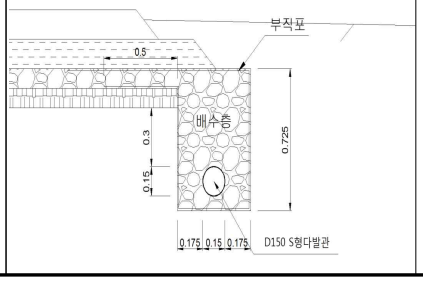
• 유도로 및 계류장 쌓기부 측구계획은 활주로 및 유도로 배수체계와 동일한 토사측구로 계획하였으며, 유도로(T3) 좌우측에 토사측구를 설치하여 유도로(T1) 토사측구로 연결후 배제토록 계획하였다.

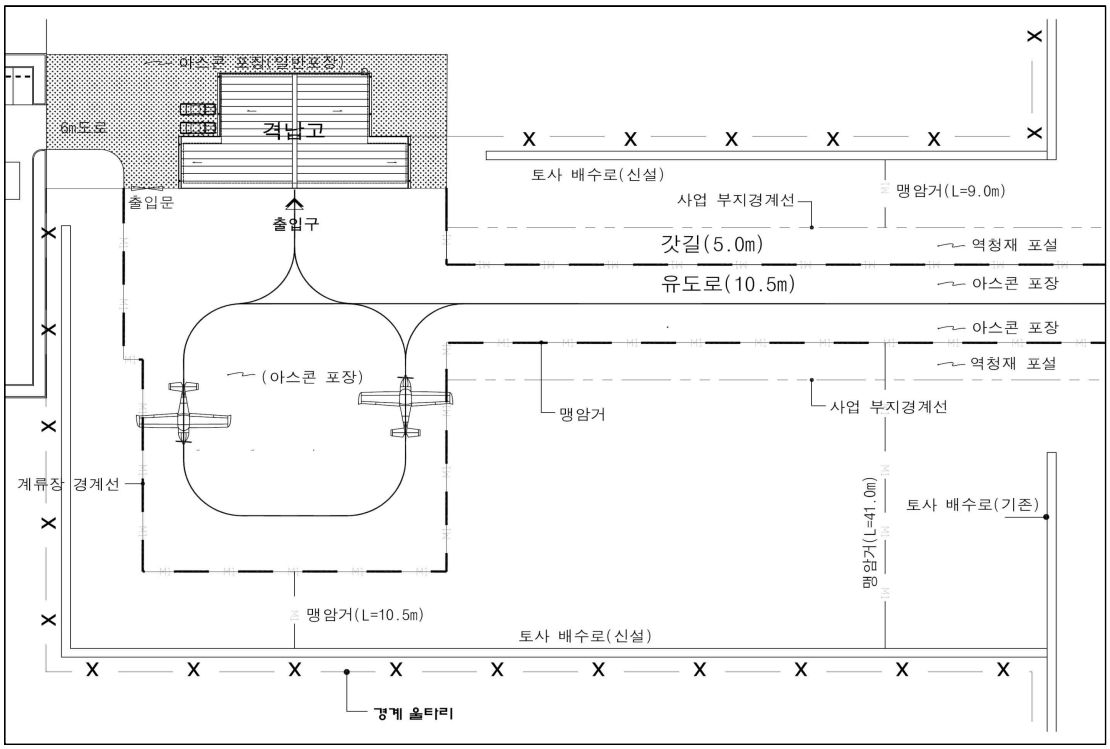
- 지하배수시설

• 유도로포장 하단부에 침투하는 지하수를 차단 또는 지하수위를 낮추기 위해 신설 포장면 말단에 맹암거를 설치하여 착륙대 침투수로 인한 포장 파손을 저감할 수 있도록 계획하였다.

• 종방향 및 횡방향 맹암거는 배수성이 뛰어나고 중량이 가벼워 시공이 수월하며 최근 각 비행장에서 주로 쓰이고 있는 집속형 다발관을 선정하였다.

(표 2-21. 맹암거 설치현황)

구 분	형 식	설치 위치	비 고
TYPE - 1		활주로 좌,우측에 설치(L=539m)	



(그림 2-5. 배수계획 평면도)

④ 부대시설

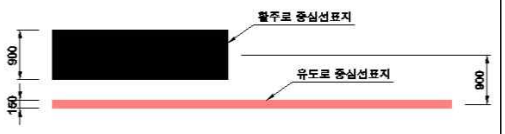
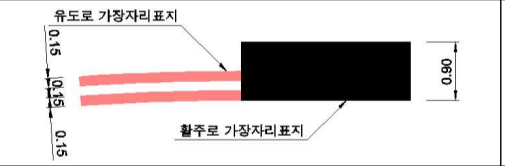
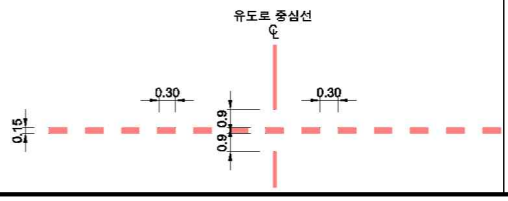
㉮ 개요

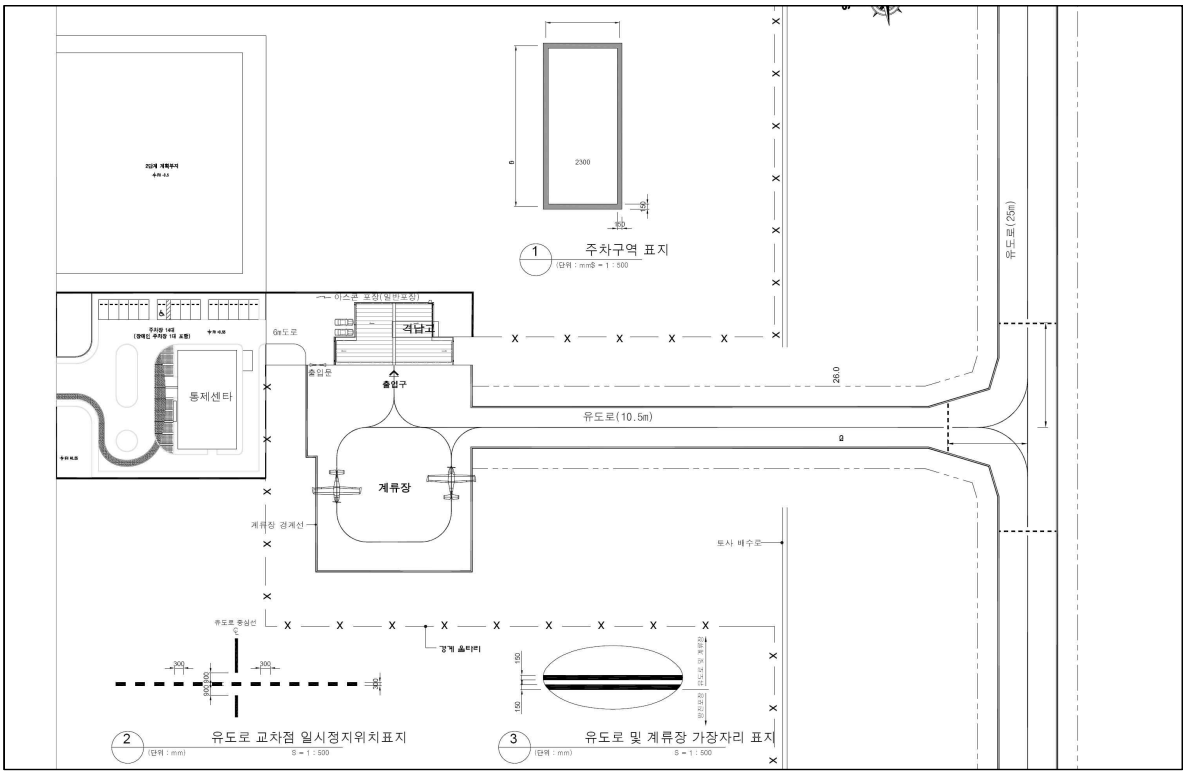
부대시설로는 비행장 표지 시설, 경계 울타리, 비상 출입문 등이 있음.

㉯ 비행장 표지(marking) 시설

- 비행장 표지
  - 표지(Marking)는 항공정보를 전달할 목적으로 이동지역의 표면에 표시되는 기호 또는 문자로 활주로, 유도로 및 주기장 등의 포장 표면에 기호, 문자, 선으로 표시하여 이용자에게 안내, 명령 또는 정보를 전달하는 기능을 갖는다.
- 설치 목적
  - 비행장 표지는 비행장을 운영하는 운영당국과 사용하는 항공사(조종사)의 안전과 편의를 위한 시설로 활주로상의 표지, 유도로상의 표지, 명령표지, 정보표지 및 기타 표지로 구분한다.
- 설치기준
  - 국토교통부에서 고시한(제2017-228호) 「비행장시설 설치기준」을 적용하였다.
- 표지 상세
  - 다음은 유도로 및 계류장 지역에 적용한 각각의 표지 특징을 나타내었다.

(표 2-22. 비행장표지 설치기준)

구 분 / 명 칭		모 양	특징 및 색상
유도로	중심선표지		·지정된 경로를 따라 지상 이동할 때 시각적인 도움을 주기위해 설치. 폭은 15㎝, 색상은 황색 실선
	가장자리표지		·유도로의 가장자리를 나타내기 위한 표지로 각각 폭이 15㎝, 간격이 15㎝인 한 쌍의 선. 황색으로 설치
	일시정지위치 표지		·유도로나 주기장의 교차지점 직전에 항공기가 정지할 수 있도록 설치. 유도로 중심선으로부터 40.5m 지점에 위치. 색상은 황색



(그림 2-6. 부대계획평면도)

㉰ 경계 울타리

- 경계 울타리

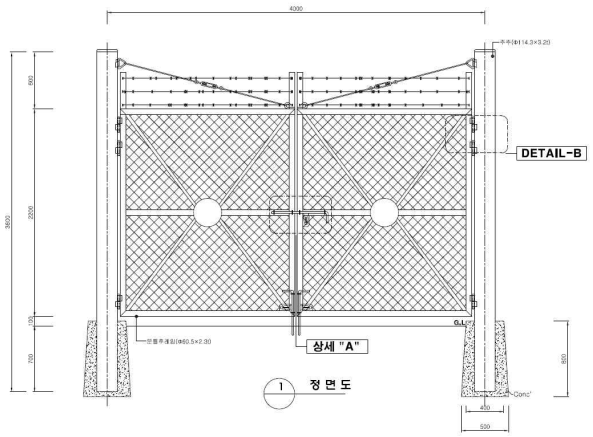
• 비행장 경계 울타리는 비행장시설과 주변 지역과의 경계구분을 위한 울타리이

며, 울타리 형식은 능형망 형식(높이 2.4m)으로 설치하였음.

- 비상 출입문

  • 비상 출입문은 Landside에서 계류장 진출입시 이용되는 출입문으로 격납고와 통제센터 연결도로 측에 설치하였음.

(표 2-23. 비상 출입문 형식)

구분 / 명칭	형 식
비상출입문	

다. 비행시험 지상 계측시설(TGS) 개발

1) 일반

가) 목적

국가종합비행성능시험장에서 수행하는 비행시험의 실시간 안전 판단과 비행시험자료 수신 및 분석에 필요한 지상 계측장비 개발·구축을 목적으로 한다.

나) 범위

1차 연도	2차 연도	3차 연도
1. 사례 및 동향조사	1. 도입품 발주 및 구성품 제작	1. 시스템 통합시험
2. 시스템 개발계획수립	2. 구성품 시험	2. 시스템 안정화 및 성능확인 시험
3. 시스템 개발 요구도 분석	3. 현장 설치	3. 교육 및 유지보수
4. 시험평가 기본계획수립		
5. 구성품 설계 및 설계검토		

2) 국내외 현황

가) 해외 현황

- 미국: NASA, FAA Hughe Center 등의 공공기관과 Boeing, Rockheed Martin 등 다수의 민간기업 비행 시험장 및 Edwards Air Force Base, Naval Air Station Patuxent River 등의 군 비행장에 설치 운용 중

- 유럽: 네덜란드의 국립항공우주연구센터(NLR), 독일 연방군 기술감항센터, 항공우주 방위산업, 스웨덴의 SAAB 그리고 영국 Marshall Aerospace and Defence Group 등의 비행 시험장에 설치 운용 중

-아시아 지역: 일본 JAXA 비행기술 연구센터, 전자항법연구소, 중국 옌양 비행시시설, 터키의 군용 비행 시험장 등에서 설치 운용 중

-오세아니아 지역: 호주 공군 비행시험 센터 등에서 설치 운용 중

나) 국내 현황

국내 개발 민간 항공제품은 민간전용 비행시험장이 없어 군 시설을 이용하는 상황이며 비행시험 계측시스템의 국내 설치현황은 아래 표와 같음.

(표 2-24 비행시험 계측시스템 국내 설치현황)

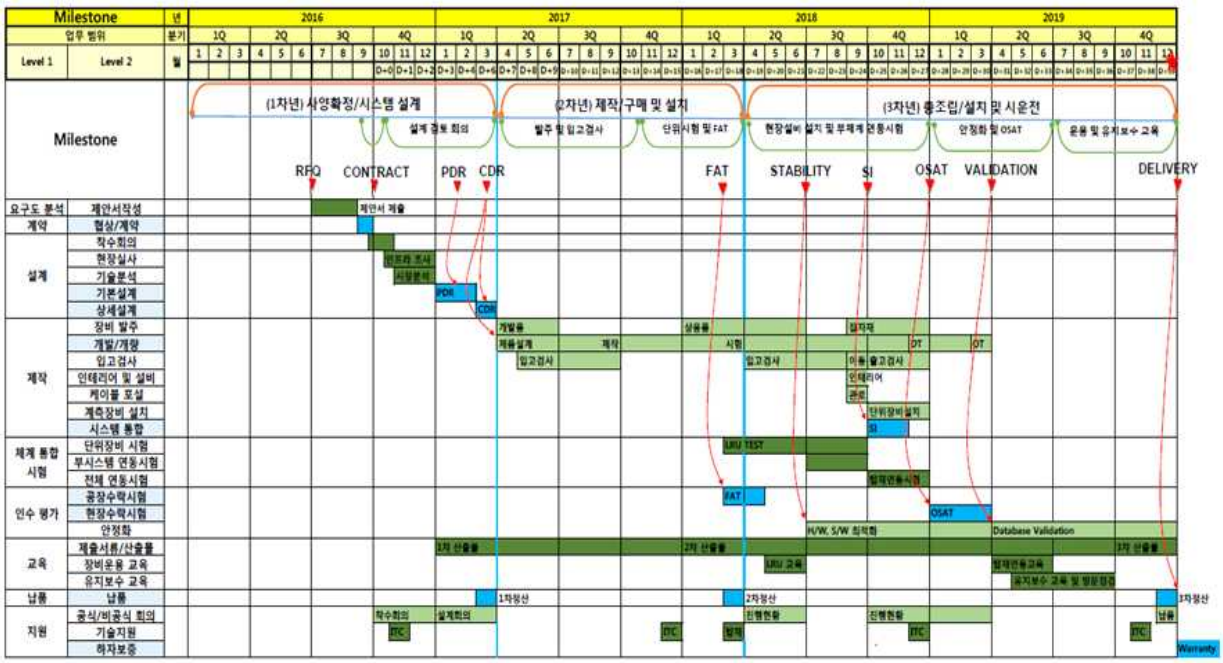
기관명	설치 장소	장비명	수량	설치 년도	운영목적	주장비	공급업체
항공안전기술원 (KIAST)	전남 고흥	비행시험 자료처리장치(TGS)	1	2019.12.	감항 인증용	• ANT: 1.8m급/Zodiac • DPS: AVALON /L3	루맥스
항공우주연구원 (KARI)	나로우주센터	지상계측시스템	1	2019.12.	발사체 원격계측용	• ANT: 1.8m급/Zodiac • DPS: Magali/NEXIYA	Zodiac
	팔라우 추적소	다운레인지	1	2019.11.	KSLV II 발사체 원격 계측용	• ANT: 7.3m급/Zodiac • DPS: Magali/NEXIYA	루맥스
	태평양 함상	Down Range Station	1	2008.12.	함상 이동 계측	• ANT: 4.6m급/Zodiac • DPS: Magali/NEXIYA	Zodiac
	제주 추적소	다운레인지	2	2006.08.	KSLV 발사체 원격 계측용	• ANT: 11m급/Zodiac • DPS: Magali/NEXIYA	Zodiac
국방과학연구소 (ADD)	충남 논산	지상 원격계측시스템	1	2016. 06.	무인기 원격계측용	• ANT: 위상배열/Zodiac • DPS: AVALON /L3	루맥스
	충남 해미	원격지 계측시스템	1	2015. 12.	원격지 원격계측 및 중계용	• ANT: 1.2m급/TERA • DPS: VISTA /L3	루맥스
	충남 해미	FTTS	2	2012. 09.	항공시험장 비행시험	• ANT: 3m급/TCS • DPS: VISTA /L3	루맥스
	충남 해미	Mobile TGS	1	2010. 07.	KGGB 비행시험	• ANT: 1.2m급/TCS • DPS: AVALON /L3	루맥스
	충남 해미	지상 원격계측시스템	1	2007.12.	KTX, XKO 비행시험	• ANT: 2.4m급/Malibu • DPS: VISTA /L3	L3 TW
	강원 삼척	원격지 계측시스템	3	2020.xx.	동해해상시험장	• ANT: 5.4m급/Orbit • DPS: 자체 개발	Orbit
	충남 안흥 제주도	원격지 계측시스템	3	2016.12.	유도무기 원격계측 및 중계용	• ANT: 5.4m급/Orbit	Orbit

기관명	설치 장소	장비명	수량	설치 년도	운영목적	주장비	공급업체
국방과학연구소 (ADD)	전북 어청도	원격지 중계시스템 (HGAS)	1	2010.12.	유도무기 원격계측	• ANT: 3m급/TCS	루맥스
	충남 안흥	원격계측시스템	1	2008.12.	유도무기 원격계측	• ANT: 2.4m급/Viasat • DPS: VISTA /L3	L3 TW
공군 (ROKAF)	경남 사천	M-TGS(SYS500)	1	2005.06.	T/A-50 이동식 계측	루맥스	L3 TW
	경남 금오산 전북 의상봉	TTRS	2	2002.12.	T/A-50 원격중계용	• ANT: 2.4m급/Viasat	Malibu
	경남 사천	지상 원격계측시스템	2	2000.09	T/A-50 비행시험용	• ANT: 위상배열/Zodiac • DPS: SYS500/L3	L3 TW
한국항공우주산업 (KAI)	경남 사천	지상 원격계측시스템	1	2019.12.	LAH/LCH 시험용	• ANT: 위상배열/Zodiac • DPS:IADS/Symvionic	루맥스
	경남 사천	이동식 원격계측시스템	1	2010.07	KC-100 이동식 계측용	• ANT: 1.2m급/TCS • DPS: AVALON /L3	루맥스
	경남 금오산	TTRS	1	2009.07.	KC-100 원격중계용	• ANT:1.8m급/TCS	루맥스
	경남 사천	지상 원격계측시스템	1	2009.07	KC-100 비행시험용	• ANT: 1.2m급/TCS • DPS: AVALON /L3	루맥스
	경남 사천	이동식 원격계측시스템	1	2009.03	KHP 이동식 계측용	• ANT: 1.2m급/TCS • DPS: VISTA /L3	루맥스
	경남 금오산 경남 자양산	TTRS	2	2009.03.	KHP 원격중계용	• ANT:1.8m급/TCS	루맥스
	경남 사천	지상 원격계측시스템	1	2009.03	KHP 비행시험용	• ANT: 1.2m급/TCS • DPS: VISTA /L3	루맥스
대한항공 (KAL)	대전광역시	이동식 계측시스템	1	2017.12.	중고도 무인기 시험용	• ANT: 1.2m급/TERA • DPS: AVALON /L3	GITEL

3) 시스템 개요

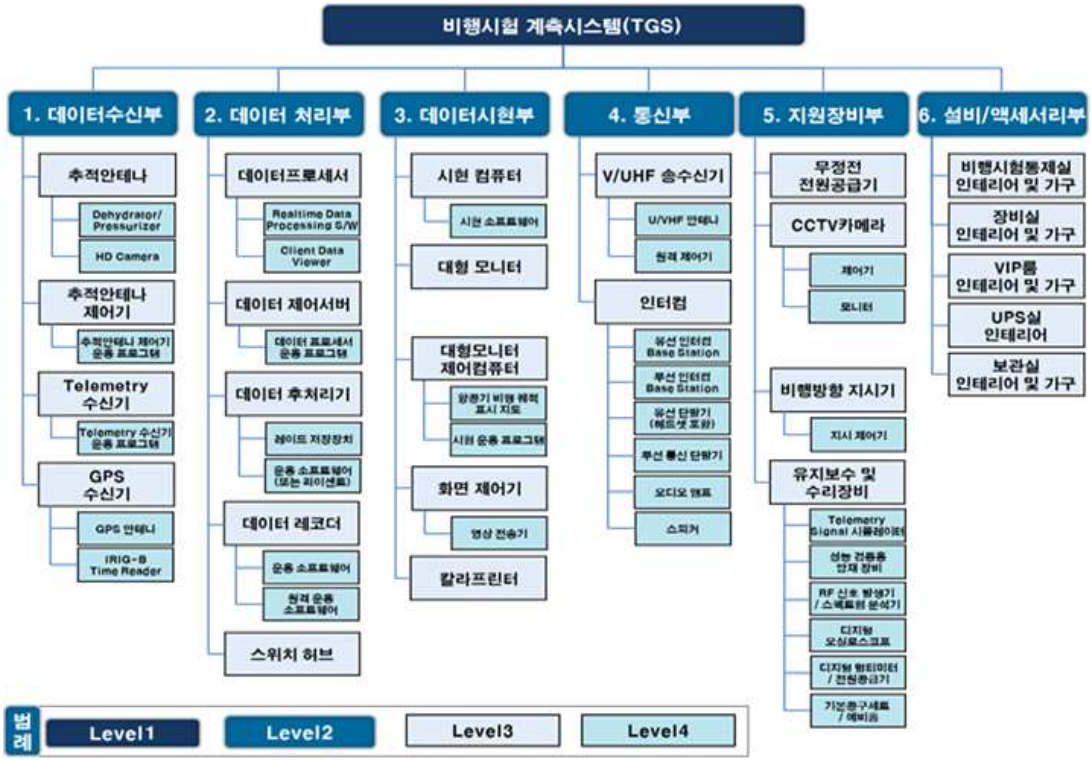
가) 개발 일정

비행시험 지상 계측시스템(TGS)은 2016년 하반기에 개발을 착수하여 2019.12월에 완료하였음.

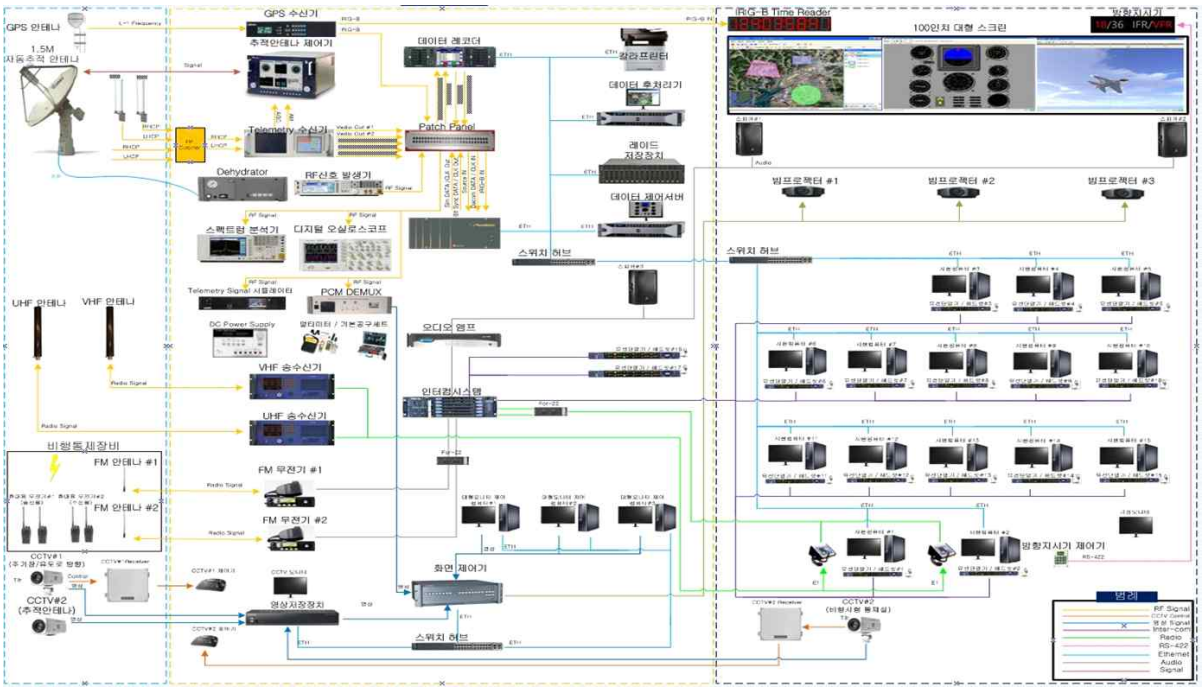


나) 구성

① 시스템 구성

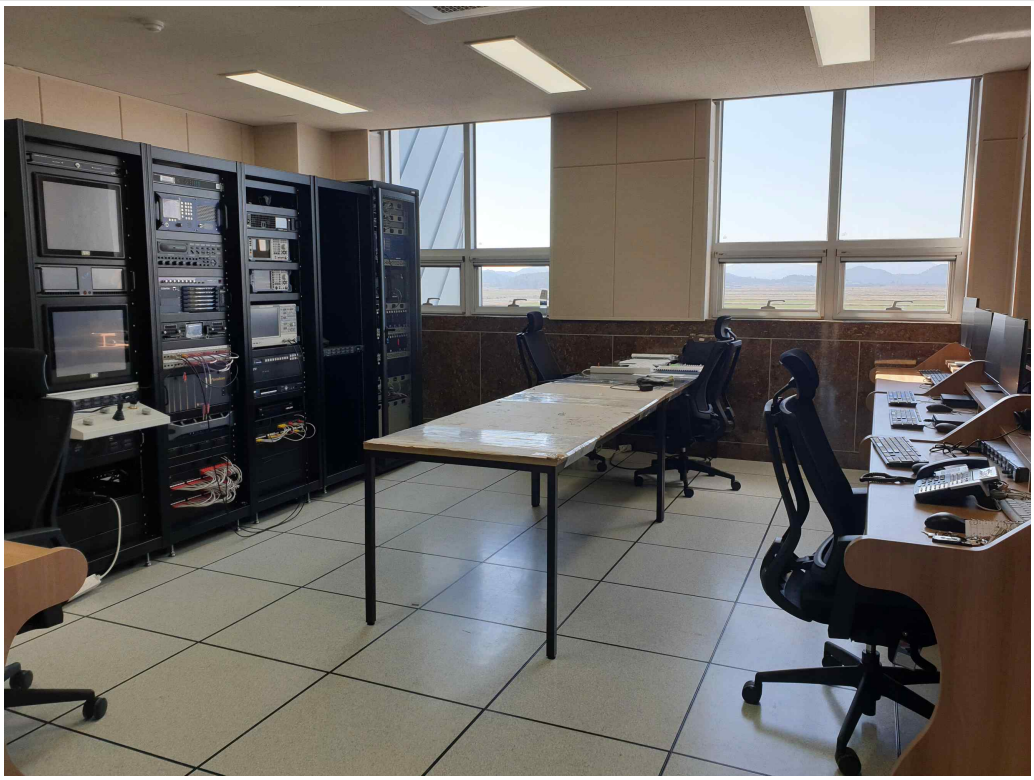


② Block Diagram



③ 설치된 사진

옥상 설치 전경(추적 안테나)



장비실(통제센터 4층)

임무통제실(MCR)

UPS실(통제센터 4층)

다) 성능

① 데이터 수신부

㉮ 최대 100km 추적이 가능한 1.8m급 고이득 추적안테나 및 사용자 운용이 편리한 안테나 제어장치 반영

㉯ 20Mbps 급 PCM/FM 수신이 가능한 S-Band 수신기 개발

㉰ IRIG-B 표준 신호 수신용 최신 GPS 수신기와 고 선명도의 IRIG-B 표시기 적용

㉱ RF 케이블 & 커넥터, 전원케이블 등은 성능 저하를 방지와 정합을 위해 표준규격 제품으로 제작/설치

② 데이터 처리부

㉮ 해외 선진사·국내 기관에 구축되어 성능이 검증되고 향후 확장성을 고려한 30Mbps PCM 처리 능력을 보유한 시스템 적용

㉯ 다양한 형식의 탑재계측장비 데이터베이스 적용이 가능한 다중화 변환 파일 제공하는 데이터 처리 서버 적용으로 국내 기관과의 시스템 호환성 보장

㉰ 데이터 출력 포멧(CSV, Matlab, Excel 등)을 충족하고 영상데이터 처리 기능이 추가된 최신 성능 개량된 후처리기를 적용

㉱ 비행 후 데이터 처리 저장 용량은 15Tbyte 저장용량을 보장하는 RAID 방식의 저장장치 적용

㉲ 2.4Tbyte RAW 데이터저장이 가능한 데이터 레코더 및 GIGA 비트 통신이 가능한 네트워크 스위치 적용

③ 데이터 시현부

㉮ 실시간 비행시험 데이터 모니터링이 가능한 시현컴퓨터(15대)를 설치하고 엔지니어 운용성을 고려하여 Dual 모니터(30대)를 설치

㉯ 시험 엔지니어의 편리한 GUI 구성과 파라미터의 손쉬운 적용을 위한 전문 소프트웨어 탑재 후 제공

㉰ 한반도 지형정보를 탑재한 항공기 궤적, 시제 항공기 특성을 고려한 3D 모델링 및 비행통제관(TC)에 최적화된 GUI 구성 소프트웨어를 최적화하여 설치/제공

㉱ 비행시험 중 엔지니어, VIP실 참관요원의 가독성을 고려하여 100인치 대형 월스크린을 포함한 빔프로젝트 설치

㉲ 임무통제실 전면은 국가종합비행성능시험장 위상에 맞는 구성

④ 통신부

㉮ 비행시험 임무 통제와 항공관제 모니터링을 위한 UHF(U/VHF 주파수 겸용) 2대, VHF 송수신기 3대 설치

㉯ 임무통제실 엔지니어 간 내부통신, 항공통신 모니터링을 위한 20채널 이상 확장이 가능한 디지털 인터컴 적용

㉰ 외부 지상요원과 임무통제관(TC) 간 통신을 위하여 FM 무전기를 이용하여 기지전 지역(가시거리) 통신이 가능하도록 구성

㉱ 인터컴 통신 상황 전파를 위한 전관 방송용 오디오 앰프, 스피커 설치

㉲ RF 케이블 & 커넥터, 신호케이블, 전원케이블 등은 성능 저하를 방지와 정합을 위해 표준규격 제품으로 제작/설치

⑤ 지원 장비부

㉮ 무중단 비행시험 임무 지원을 위한 무정전 전원 공급장치(UPS) 50KVA/최소 30분 이상 공급 가능

㉯ 주기장/유도로 및 비행시험통제실 실시간 모니터링이 가능한 틸트 조정이 가능한 고화질 CCTV 2식 설치

㉰ 추적안테나 모니터링을 위한 고정식 CCTV를 최적의 장소에 설치

㉱ 비행시험 성능검증을 위한 탑재계측장비(세계 최고수준: TTC사) 1식과 운영 소프트웨어 지원

㉲ 비행시험 임무 전 사전점검을 위한 시뮬레이션 데이터 생성과 RF 링크시험을 위한 시험장비 세트 적용 및 설치

⑥ 실비/악세서리부

㉮ 국가 비행종합시험인프라 구축 계획에 부합하는 비행시험통제실 구성

㉯ 비행시험 중 엔지니어, VIP실 참관요원의 가독성을 고려한 100인치 대형 월스크린 3식 설치

㉰ 시험 엔지니어 및 운용요원의 안전과 사용자 편의성을 고려한 제작

㉱ VIP실 통로와 비행시험통제실을 분리하여 비행시험 중 시험 엔지니어의 독립성을 고려

㉲ 임무지원을 위한 사무실 소음 기준(60dB 이내)을 준수한 재질 선택 및 설치

㉳ 임무통제실 조명 기준(500 Lux)을 적용한 조명 설비

㉴ 전원, 네트워크 설비 및 작업 접근성을 고려한 Access Flower 설치

㉵ 국내 주요 비행시험 통제실 구축 경험을 바탕으로 최적의 시스템 적용

4) 통합 연동 시험

가) 시험절차

① 통합 연동시험

㉮ 성능검증용 탑재장비를 통해 시뮬레이션 데이터 생성 및 송신

㉯ Tracking Antenna를 통해 받은 시뮬레이션 신호를 Telemetry 수신기를 통해 Data/Clk로 변경 후 데이터 프로세서에 입력

㉰ 입력된 신호는 데이터 제어기의 VISTA S/W를 통해 EU로 변경 및 시현

㉱ 통제실의 시현컴퓨터 및 대형모니터를 통해 실시간 Simulation 신호 시현

㉲ Telemetry 수신기를 통해 Data/Clk로 변경된 신호는 데이터 레코더에 입력되어 데이터 저장

㉳ 항공기 궤적 표시를 위해 데이터 제어 서버에서 항공기 위치 데이터 전송 API를 실행후 항공기 궤적이 표시되는 것을 확인

㉴ 화면제어기를 통해 대형모니터에 CCTV, 비행궤적, 비행시험 데이터 등 화면을 구성

㉵ 인터컴을 통해 통제실과 장비실 간 통신을 확인

㉶ 라디오 간 음성통신 확인

㉷ 저장된 데이터를 데이터 후처리기를 통해 처리 후 결과 확인

② 데이터 송수신 시험

㉮ 탑재 시스템의 센서 시뮬레이터에 탑재 S/W를 이용하여 시뮬레이터 신호 입력

㉯ Simulator symbol rate, Output code, Sync Pattern, SFID 등의 데이터값을 확인한다.

㉰ Simulator를 시작하여 Decom에 Lock 되는 것을 확인한다.

㉱ 준비가 끝난 탑재시스템을 항공기(드론)에 탑재

㉲ 항공기 비행전까지 계측시스템 준비 진행

㉳ 비행중인 탑재시스템을 자동추적 안테나를 이용하여 추적

㉴ RF 수신기에서 시뮬레이터에 지정된 RF 주파수를 설정하여 신호를 받아 Decom과 Bit-sync 데이터가 Lock된 것을 확인

㉵ 변환된 신호를 데이터 프로세서를 통해 처리하기 위해 설정 확인

㉶ Bit rate, Frame synchronization의 Sync Hex Code, Subframe Synchronization의 SFID 등 설정값을 확인

㉦ VISTA S/W를 통해 변환된 신호를 확인

㉧ SFID의 값이 시뮬레이터에서 설정한 “Frame Per Major Frame”의 값만큼 증가 반복하는 것을 확인

㉨ SYNC1과 SYNC2가 시뮬레이터에 설정한 Sync Pattern 값과 동일한 것을 확인

㉩ 기타 시뮬레이터 데이터들을 확인하여 시뮬레이터 데이터가 정상적으로 수신/처리되는 것을 확인

나) 시험결과

① 통합 연동시험

㉮ 시현 컴퓨터를 통한 실시간 데이터 시현 확인

㉯ 데이터 레코더에 데이터 저장상태 확인

㉰ 항공기 궤적 표시 확인

비행데이터 전송을 멈춘 후 마지막으로 Control Server에서 전송되는 값과 비행궤적 S/W 상에 표시된 값 비교 확인

파라메터	송신 값	수신 값
LAT(위도)	34.048573	34.048573
LONG(경도)	127.048569	127.048569
ALT(고도)	6862	6862
SPEED(속도)	68	68

㉱ 대형모니터에 영상 시현 및 화면구성 변경 확인

㉲ 라디오 간, 인터컴 단말기 간 통신 확인

② 데이터 송수신 시험

㉮ 추적안테나가 항공기 탑재시스템 신호를 추적하는 것을 확인

㉯ 시뮬레이터에 설정한 데이터와 지상에서 수신되어 처리되어 표시되는 데이터를 비교 및 확인

파라메터	전송 값	수신 값
Data1	001	001
Data28	1C	1C
SYNC1	FAF	FAF
SYNC2	320	320

라. 자동기상관측 시설(AMOS) 구축

1) 목적

○ 항공분야 기술 및 인증체계 등 낙후된 국내 민간 항공 산업의 발전기반 조성을 위하여.

○ 항공기, 항공기 부품, 항행장비 등에 대한 안전성 및 성능입증을 위한 시험시, 국가종합비행성능시험장의 항공기 비행안전에 필요한 항공 기상정보를 제공하기 위함.

2) 시설개요

가) 시설 규모

○ 활주로 운영등급 CAT-Ⅰ 운영에 해당하는 항공기상관측시설(AMOS) 구축

○ 원격제어 및 데이터 전송로 구축

○ 항공기상관측시설(AMOS) 구축에 필요한 부대시설

(표 2-25. 항공기상관측시설(AMOS) 기본시설 규모)

구분	품명	단위	수량	비고
센서부	- 풍향·풍속계	식	1	
	- 온·습도계	식	1	
	- 기압계	식	1	
	- 운고계	식	1	
	- 활주로가시거리(RVR)	식	1	
	- 강수량계	식	1	
자료수집전송장치	- 자료수집전송장치	식	1	
주 처리장치	- 주 처리장치(운용 프로그램 포함)	식	1	이중화
데이터베이스	- DB Server(운용 프로그램 포함)	식	1	이중화
현시장치	- AMOS Text Display 및 모니터링 시스템	식	1	
유지보수용 단말기	- 휴대용 노트북	대	1	

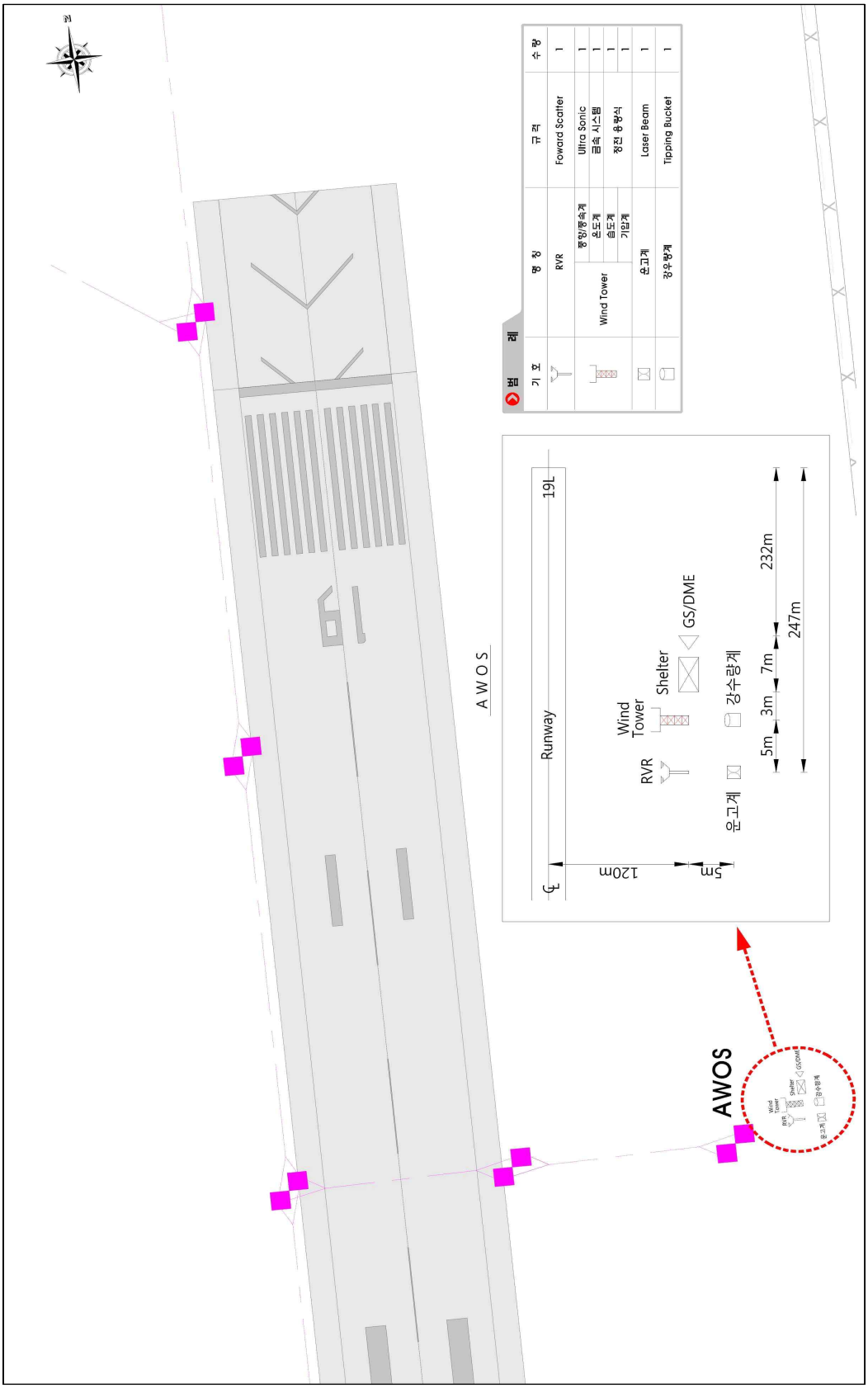
나) 설치 위치

국내 기준(항공기상업무 지침)과 국제기준(국제민간항공기구, 미연방항공청)을 검토하여 아래와 같이 결정하였음.

(표 2-26. 항공기상관측시설(AMOS) 설치 위치)

시설	검토 내용	검토 결과
풍향·풍속계	• 항공기상업무지침, ICAO ANNEX 3 및 ICAO Doc 8896-AN893/10에 의하면 Wind system은 착륙점지점에 위치시키고, 센서는 10m의 높이를 가지도록 규정하고 있음	• 활주로 19말단에서 242m 지점 • 활주로 중심선에서

	• 설치위치는 기본적으로 비행기가 이·착륙시에 조우하는 바람을 가장 잘 나타낼 수 있는 장소로서, ILS Glide Path 전파발사를 고려하여 FAA Order 6560.20B 규정에는 풍향·풍속계의 설치위치를 Glide Path의 뒷편에 위치토록 권고하고 있음	120m 지점
풍향·풍속계	• "국가 종합비행성능시험장 활주로 건설" 계획에 따르면 향후 Glide Path의 설치 예정위치를 활주로 19말단에서 232m, 활주로 중심선에서 120m 지점으로 계획하고 있는 것으로 파악되었음 • 따라서 풍향·풍속계는 향후 설치예정인 Glide Path의 전 파보호구역 확보를 고려하여 활주로 19말단에서 242m, 활주로 중심선에서 120m 지점에 설치를 계획하였음	• 활주로 19말단에서 242m 지점 • 활주로 중심선에서 120m 지점
RVR	• 항공기상업무지침, ICAO Doc 8896-AN893/10, FAA A/C 150/5300-13A 및 FAA Order 6560.10C에 의하면, 활주로 운영등급 CAT-Ⅰ의 경우 착륙대 지역에 RVR 1식을 설치하도록 규정하고 있음 • 설치위치는 ICAO 기준에 활주로 말단에서 300m, 활주로 중심선에서 120m 지점을 기본적으로 권고하고 있음 • 향후 Glide Path의 설치 예정위치를 고려하여 RVR은 활주로 19말단에서 247m, 활주로 중심선에서 120m 지점에 설치를 계획하였음	• 활주로 19말단에서 247m 지점 • 활주로 중심선에서 120m 지점
운고계	• 항공기상업무지침, ICAO Annex 3 및 ICAO Doc 8896-AN893/10에 의하면, 운고계의 기본적인 설치위치를 미들마커 위치로, 그러나 미들마커가 설치되지 않는 비행장에서는 Runway strip내에 설치를 권고하고 있음. • 그러나 "국가 종합비행성능시험장 활주로 건설" 계획상 미들마커 설치계획은 없는 것으로 파악되었음 • 따라서 운고계의 설치위치는 활주로 19말단에서 247m, 활주로 중심선에서 125m 지점에 설치를 계획하였음	• 활주로 19말단에서 247m 지점 • 활주로 중심선에서 125m 지점
온·습도계 및 기압계	• 항공기상업무지침 및 ICAO Doc 8896 -AN893/10에 의하면, 온·습도계는 풍향·풍속계 탑에 설치하도록 권고하고 있음. • 따라서 온·습도계의 설치위치는 풍향·풍속계 탑에 설치를 계획하였음. 또한 기압계도 동일한 위치에 설치하도록 계획하였음	• 활주로 19말단에서 242m 지점 • 활주로 중심선에서 120m 지점
강수량계	• 강수량계의 설치위치는 특별하게 권고하는 위치는 없으나, 상기 항공기상관측시설의 설치위치를 고려하여 설치위치를 고려하여, 활주로 19말단에서 242m, 활주로 중심선에서 125m 지점에 설치를 계획하였음	• 활주로 19말단에서 242m 지점 • 활주로 중심선에서 125m 지점



(그림 2-7. 항공기상관측시설(AMOS) 배치계획)

3) 센서별 규격

가) 풍속센서

구분	요구규격	표준규격	제작사(VAISALA) 모델명(WMT703)	실물
1) 측정범위	• 풍속 0~70m/s	• 풍속 0~70m/s	• 풍속 0~75m/s	
2) 정확도	• 10m/s 미만에서 0.5m/s이내 또는 10m/s 이상에서 5%이내	• 10m/s 미만에서 0.5m/s이내 또는 10m/s 이상에서 5%이내	• ±0.1 m/s or 2% of reading, whichever is greater	
3) 기동풍속	• 0.1m/s	• 0.1m/s	• 0.01m/s	
4) 분해능	• 0.1m/s	• 0.1m/s	• 0.01m/s	
5) 운용환경	• 기온 -50~+50° C • 순간풍속 70m/s 이내	• 기온 -50~+50° C • 순간풍속 70m/s 이내	• -55° C ~ +70° C • 순간풍속 70m/s 이내	

나) 풍향센서

구분	요구규격	표준규격	제작사(VAISALA) 모델명(WMT703)	실물
1) 측정범위	• 풍향 0~360°	• 풍향 0~360°	• 풍향 0~360°	풍속센서와 일체형
2) 정확도	• 2° 이내	• 2° 이내	• ± 2°	
3) 기동풍속	• 0.1m/s	• 0.1m/s	• 0.1m/s	
4) 분해능	• 1°	• 1°	• 1°	
5) 운용환경	• 기온 -50~+50° C • 순간풍속 70m/s 이내	• 기온 -50~+50° C • 순간풍속 70m/s 이내	• -55° C ~ +70° C	

다) 온도센서

구분	요구규격	표준규격	제작사(VAISALA) 모델명(HMP155)	실물
1) 측정범위	• -40° C ~ +60° C	• -40° C ~ +60° C	• -80° C ~ +60° C	
2) 정확도	• ±0.1° C 이내	• ±0.3° C 이내	• -80~+20° C : ±(0.226-0.0028× temp.)° C • +20~+60° C : ±(0.055-0.0057× temp.)° C	
3) 규격	• 100Ω의 백금저항	• 100Ω의 백금 4선식	• Pt100 RTD	

라) 습도센서

구분	요구규격	표준규격	제작사(VAISALA) 모델명(HMP155)	실물
1) 측정범위	• 0~100%	• 0~100%	• 0~100%	온도센서와 일체형
2) 정확도	• ±1% 이내 (10~90%)	• ±3% 이내 (10~90%)	• -40~+60° C : ±(1.2 + 0.012 x reading) %RH	
3) 운용환경	기온 -40 ~ +50° C	기온 -40 ~ +50° C	기온 -80 ~ +60° C	

마) 기압센서

구분	요구규격	표준규격	제작사(VAISALA) 모델명(PTB330)	실물
1) 측정범위	• 500 ~ 1100hPa	• 500 ~ 1080hPa	• 500 ~ 1110hPa	
2) 정확도	• ±0.5hPa 이내 (운용온도 범위)	• ±0.5hPa (750~1080hPa)	• ±0.25hPa (-40 ~ +60° C)	
3) 분해능	• 0.1hPa	• 0.1hPa	• 0.1hPa	

바) 운고센서

구분	요구규격	표준규격	제작사(VAISALA) 모델명(CL31)	실물
1) 측정범위	• 0m ~ 7.5km 이상	• 10m(±5m범위 허용)~7.5km 이상	• 0~25,000ft (0~7.6km)	
2) 정확도	• 10m 또는 측정거리 대상의 2%	• 1,000m미만±10m 1,000m이상±30m	• 5m/10ft (선택)	
3) 분해능	• 10m 이내(1500m이하) • 30m 이내(1500m초과)	-	• 5m 또는 10m(선택가능)	
4) 출력	• 3층이상 관측가능	-	• 3 층 관측 및 상태정보	
5) 측정주기	• 최소 30초	-	• 최소 30초	

사) 시정·현천센서

구분	요구규격	표준규격	제작사(VAISALA) 모델명(PWD22)	실물
1) 측정범위	• 10m~5,000m이상	• 10m~50,000m이상	• 10~75,000m	
2) 정확도	• ±10% 이내 (10km) • ±15% 이내 (15km) • ±20% 이내 (30km)	• ±10% 이내 (10m ~ 10,000m 미만) • ±20% 이내 (10,000m 이상)	• 10% 이내 (10km 미만) • ±15% 이내 (20km 미만)	
3) 분해능	• 1m(1km)	• 기온 -40~+50° C	• 1m	
4)측정간격	• 1분 이내	-	• 15초 간극으로 4분까지	
5)평균기간	• 1분, 10분	-	• 1분, 10분	

아) 강수량센서

구분	요구규격	표준규격	제작사(위댄기업) 모델명(WDSA-205)	실물
1) 수구부	• 직경 200mm 이상	• 직경 200mm	• 직경 225mm	
2) 분해능	• 0.5mm	• 0.5mm 또는 1.0mm	• 0.2mm	
3) 측정범위	• 1전도 당 0.5mm	• 1전도 당 0.5mm	• 1전도 당 0.5mm	
4) 정확도	• 20～50mm/h 강우에서 3% 이내	-	• 1～100mm /1h±1%	
5) 운용환경	• 기온 ±50° C	-	• 히터 부착형	
6) 히터	• 온도조절은 4℃ ±2℃ 이내에서 ON이 되고, 15℃ ±2℃ 이내에서 OFF가 되는 Thermostat 부착	-	• 온도조절은 4℃ ±2℃ 이내에서 ON이 되고, 15℃ ±2℃ 이내에서 OFF가 되는 Thermostat 부착	

자) 활주로 가시 거리센서

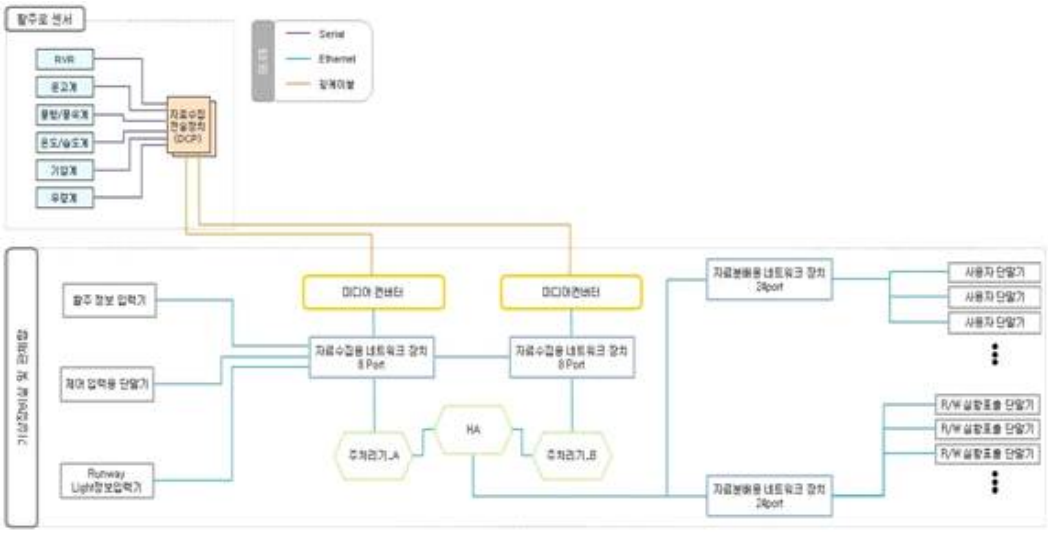
구분	요구규격	표준규격	제작사(위댄기업) 모델명(LT31, LM21)	실물
1) 분해능	• 25m 이내(400m 이하) • 50m 이내(400m ~ 800m) • 100m 이내(800m ~ 2km)	• 25m 이내(400m 이하) • 50m 이내(400m ~ 800m) • 100m 이내(800m 초과 ~ 2km)	• ICAO(Annex3) 충족	
2) 측정범위	• 10m ~ 2km	• 10m ~ 2km	• 10m ~ 10km	
3) 정확도	• 10%(500m 초과 ~ 2km)	• 10%(500m 초과 ~ 2km)	• 10%	

4) 시스템 구성

가) 하드웨어 구성

○ 항공기상관측시설(AMOS)은 연중 무중단 운용을 위하여 자료수집전송장치 및 주 처리 시스템, 네트워크는 하드웨어(H/W) 및 소프트웨어(S/W)를 사용하여 이중화(HA:High Availability)로 구성하여 안정성, 신뢰성, 정확성이 최대한 확보 되도록 구축한다.

○ "국가종합비행성능시험장"의 안정적인 운영을 위한 항공기상관측시설(AMOS)의 전체적인 시스템은 다음과 같이 구성하였다.



(그림 2-8. 항공기상관측시설(AMOS) 시스템 구성도)

나) 네트워크 구성

○ "국가종합비행성능시험장"의 안정적인 운영을 위하여 활주로 19L 방향에 설치되는 항공기상관측시설의 최적 성능확보 및 무중단 운영을 위한 안정적이며 효율적인 Network를 구축하도록 한다.

(표 2-27. 항공기상관측시설(AMOS) 신호종류 및 규격)

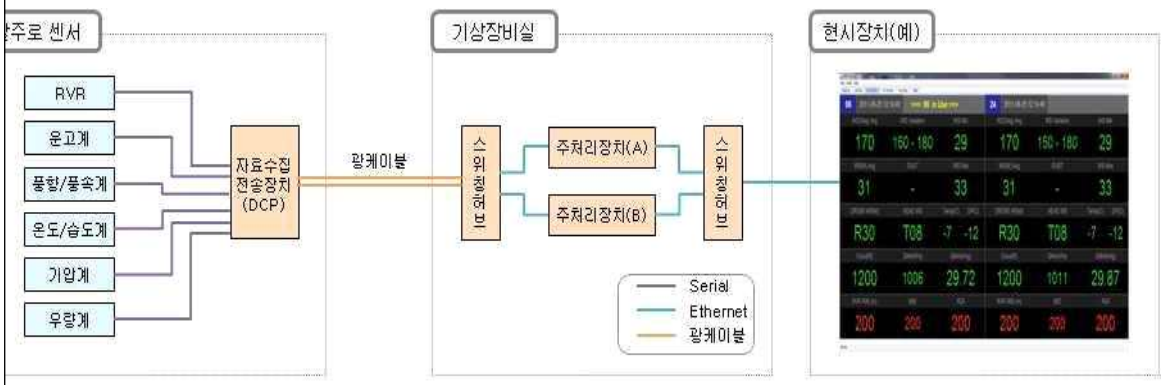
구분	용도	신호종류	프로토콜
항공기상관측시설용 전용회선 구성	• 기상 센서에서 주처리기로 보내주는 기상정보 및 상태 신호	• RS232, RS422, RS485	• TCP/IP

○ 네트워크 구성방안

- 활주로 주변에 설치되는 기상 센서와 기상 장비실 간 전송선로는 Optical Cable을 사용하

여 낙뢰 및 호우에 의한 장비 손상, 통신품질 저하 방지

- 활주로 주변에 설치되는 기상 센서와 장비실 간 P-T-P Type Network 구성 : 장비 간 연결이 간단해 고장 진단 및 조치에 유리, DCP 이중화로 듀얼 시스템 구현.
- 기상정보 처리 후 단말장치 및 현시 장치 간 연결은 Ethernet 구성

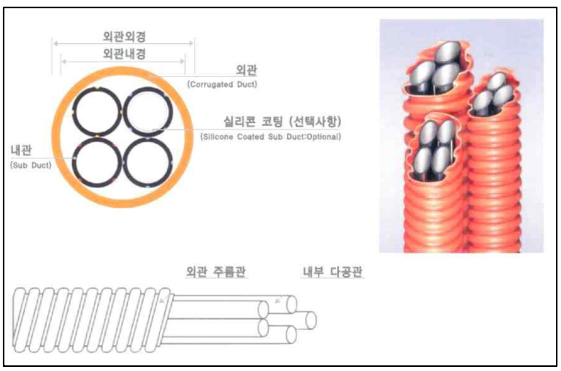


(그림 2-9. 항공기상관측시설(AMOS) 네트워크 구성도)

5) 원격제어용 통신선로 및 관로 구성

- 항공기상관측시설의 원격제어 및 데이터 전송을 위해 안정성과 신뢰성이 우수한 광케이블을 선정하며, 망구성은 유지보수가 용이한 PTP 망으로 구성한다.
- 원격제어용 통신케이블 포설을 위한 관로 및 맨홀의 구성은, 통합 장비실에서 Air side 내 항공기상관측시설(AMOS)이 위치하는 인근까지 제공함. (단, 활주로 및 유도로(T1) 지하 관통관로 및 맨홀 제공)
- 항공기상관측시설의 설치 예정 위치까지 관로 구성계획을 수립할 예정이며, 각 관로 내에 항행무선용으로 반영되어 있는 100mm COD관의 특성은 다음과 같다.

  * 내·외관 일체형 광케이블보호관(COD)의 구조 및 외형



(그림 2-10. COD관의 구조 및 외형)

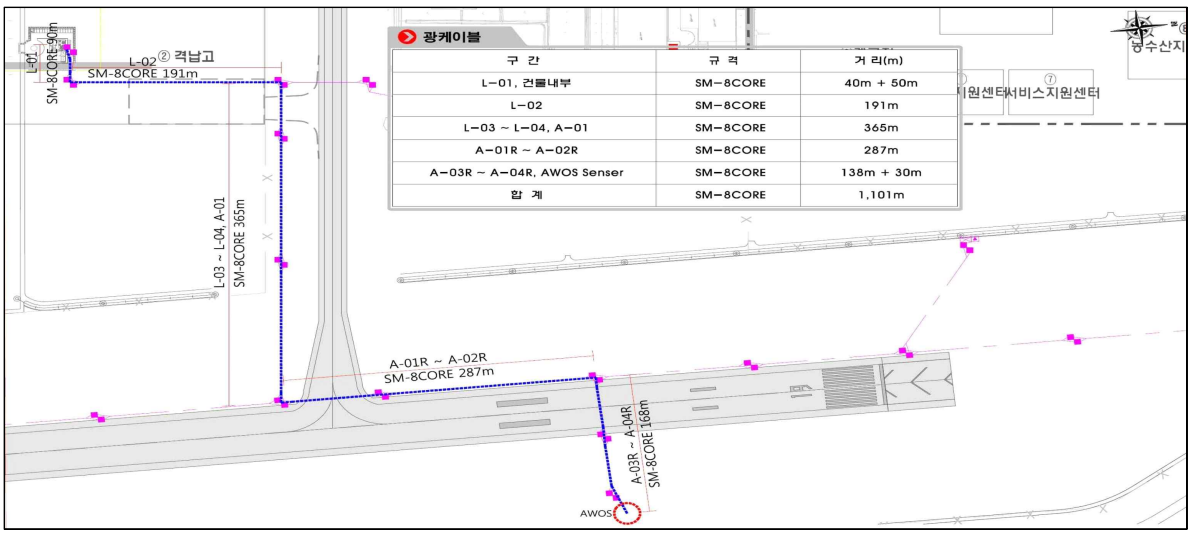
- 내·외관 일체형 광케이블보호관(COD)의 규격

(표 2-28. 내·외관 일체형 광케이블보호관(COD) 규격)

명 칭	외관 (Duct)		내관 (Sub Duct)			내관수
	외경	내경	외경	두께	내경	
28x3공	93.0	70.0	33.0	2.5	28.0	3
28x4공	100.0	80.0	33.0	2.5	28.0	4
28x5공	112.0	90.0	33.0	2.5	28.0	5
32x4공			38.0	3.0	32.0	4
36x3공			42.0	3.0	36.0	3
혼합5공 (26x4+36x1)			31.0 42.0	2.5 3.0	26.0 36.0	5
혼합4공 (36x2+28X2)			42.0 34.0	3.0 2.5	36.0 29.0	4
혼합3공 (48X1+28X2)			56.0 34.0	4.0 2.5	48.0 29.0	3
36X4공	123.0	100.0	42.0	3.0	36.0	4
50X3공	160.0	100.0	59.0	4.5	50.0	3

※허용공차
외관 - 외경: ±3.0 / 두께: ±1.0 / 내경: ±2.0
내과 - 외경: ±2.0 / 두께: ±1.0 / 내경: ±2.0

- 이상과 같이 100mm COD관은 28mm×4공으로 구성되어 있으므로 항공기상관측시설 및 향후 항행안전시설의 원격조정 케이블 포설에는 충분한 것으로 판단된다.
- 항공기상관측시설(AMOS) 원격제어 및 데이터 전송을 위한 광케이블 포설계획은 항공기상관측시설의 설치위치에서 관로 및 맨홀 구성계획에 따라 다음과 같이 계획하였다.



(그림 2-11. 항공기상관측시설용 광케이블 포설도)

마. 구축시설 안전성 향상연구 및 시범운영

1) 구축시설 안전성 향상연구

- 연구 대상시설은 항공안전기술원에서 구축한 비행시험통제센터, 격납고, 계류장, 유도로(T3), 자동기상관측시설(AMOS) 및 비행시험 지상 계측시스템이지만 운영범위는 국가종합비행성능시험장 전체를 대상으로 수행하였음.
- 연구내용은 아래와 같으며 세부 결과는 부록으로 첨부하였음.

가) 국가종합비행성능시험장 구축 마스터플랜 연구(부록 1-1)

○ 국토교통부 및 산업통상자원부는 국산 개발 항공기의 비행시험, 평가 및 인증을 통한 유·무인기 개발의 원활한 지원을 위해 비행시험 인프라 구축을 추진하고 있으며, 이는 공동 R&D로 추진하는 사업임

○ 국토부는 비행시험 인프라 구축사업을 공항개발 종합계획에 따라 추진하고 있으며, 정부의 공항개발 중장기 종합계획에 포함하여 고시 후 기본계획을 수립하여 진행하고 있음

○ 본 사업의 활주로 건설은 산업통상자원부의 R&D 과제로 추진되고 있고, 공항의 단계적 개발은 2014년 국토부의 기획연구 단계에서 추진된 중장기 계획에 따라 추진되고 있음

○ 2014년 국가 비행종합시험인프라 개발 구축 기획연구에서는 1단계 기반 확충이 18년까지 추진되어 1,200m급 활주로가 구축되고, 2단계 안정화 단계에서는 22년까지 1,800m급 활주로에 중형항공기와 무인기를 시험할 수 있는 인프라를 갖춤. 이후 선진화 단계에서는 2,500m급 활주로에서 대형항공기와 정밀 항행안전장비 등을 시험할 계획을 수립하였음

○ 그러나 이러한 계획들은 소음 공해 및 환경 문제, 철새 도래지, 항공사고 등을 우려한 일부 주민들의 반대의견으로 일정 계획이 지연되고 있으며, 향후 이러한 일정을 고려하여 수립된 계획의 수정과 검토가 필요한 사항임

○ 본 연구는 기획단계의 로드맵을 현재의 환경변화를 고려한 기술수요를 검토하고 단계별 로드맵을 재구성하여 국가종합비행성능시험장의 향후 운영 안전성 향상을 도모하고자 하는 것이며, 단계별 로드맵에서는 활주로 확장 시기와 규모를 산정하여 수립하는 것이 본 연구의 목적임

나) 포털사이트 구축(부록 1-2)

○ [시험장 설립] 2022년 국가종합비행성능시험장이 신설·운영됨에 따라 시험장 안내, 시험장 예약현황, 운영기관 소개 등의 종합적인 안내를 목적으로 하는 온라인 기반의 서비스인 홈페이지 필요성 대두

○ [홍보채널] 시험장의 다양한 정보를 원스톱으로 제공하고, 홍보할 수 있는 플랫폼 필요

○ [체계적 관리] 이용자의 웹접근성, 웹호환성, 편리성 및 자료 업데이트의 신속성 등을 고려한 체계적인 콘텐츠 관리 운영 제고

○ [모바일 퍼스트] 사용자가 원하는 곳에서 원하는 정보를 손쉽게 얻을 수 있는 반응형 웹 기반구축으로 다양한 디바이스(PC, 태블릿 PC, 모바일)에 대응할 수 있는 최적화 서비스 제공

다) 시험시설 및 장비의 운영/유지보수 절차서 개발(부록 1-3)

○ 비행시험자료 분석 및 저장을 목적으로 구축된 비행시험 지상 계측시스템(TGS)의 사용 방법 및 절차와 유지보수에 필요한 내용을 기술한 문서

2) 시범운영

○ 국가종합비행성능시험장의 활주로 구역 공사(항우연 주관)는 '22.5.에 완공 예정이고 항공안전기술원 주관 구축시설은 '19.12.에 비행시험 통제센터의 준공을 시작으로 '21.5.에 구축이 완료되었음.

○ 따라서 시범운영이 가능한 비행시험 통제센터와 비행시험 지상 계측시스템을 대상으로 '20.1.부터 시범운영을 시작하였음.

○ 시설 운영에 필요한 승강기 안전관리, 소방 안전관리 담당자를 선임하여 정기적으로 안전관리를 수행하였고 시설보안을 위하여 보안업체와 계약하여 운영 중.

○ 시범운영 실적으로 비행시험 계측시스템 현지 성능점검시험 2회, 비행시험 계측시스템 운용유지보수교육 2회, 항공기상관측시설 운용유지보수교육 1회 수행

○ 시범운영 계획으로 정부 주도 R&D 과제의 성과물에 대한 아래의 비행시험이 예정되어 있음.

- 소형항공기(KC-100) 무인화 개발사업: KC-100 무인항공기 인증비행시험
- OPPAV 개발과제: OPPAV 비행시험
- KLA-200 인증비행시험 등

○ 상기 시범운영을 포함한 국가종합비행성능시험장 신규 구축물 전체에 대한 시범운영은 활주로가 완성되는 시점에 항우연과 협의하여 구체적 시범운영 내용 도출 예정

바. 비행시험장 안전관리 시스템 구축

1) 비행시험장 안전정책 수립(부록 2-1)

가) 국가종합비행성능시험장 안전관리 시스템 매뉴얼, 조직 구성방안 수립

① 안전관리 시스템 매뉴얼의 목적

- 본 매뉴얼은 비행시험장에서 수행되는 모든 항공 안전 관련 업무를 안전하게 수행할 수 있도록 작성
- SMS에 대한 항공안전기술원(이하 “기술원”), 항공우주연구원(이하 “항우연”) 및 비행시험장의 시설을 이용하는 기관 담당자 또는 업체(이하 “SMS 유관업체”) 임직원의 안전 활동과 항공사고 예방 업무시행을 돕기 위한 목적
- 비행시험장 안전업무를 효과적으로 추진하고, 리스크 및 비용을 줄이면서 비행안전을 추구 및 안전관리 체계의 품질 개선
- 기술원과 항우연이 수행하는 안전관리 시스템에 대한 표준화된 업무체계를 확립하고 이를 효율적으로 이행하며, 지속적인 업무 개선을 통한 시험장의 안전성 제고
- 양 기관(공동운영위원회)이 수행하는 안전관리 시스템에 대한 표준화된 업무체계 확립 및 이를 효율적으로 이행하며, 지속적인 업무 개선을 통한 비행시험장의 안전성 제고

② 안전관리 시스템의 이해

- 조직 구성원이 안전에 관한 인식을 중요하게 생각하며 실무에 있어 안전을 최우선으로 생각하고, 지속적으로 안전을 개선하기 위해 노력하는 체계를 갖추도록 하는 통합적 시스템
- 이미 발생한 사건·사고를 분석하여 사고나 위험상황을 대비하던 사후적 관점을 벗어나 조직의 모든 구성원이 지속적으로 위해요인을 찾아 사고를 예방하는 사전적 방법을 근간으로 함.

③ 안전관리 시스템 시행계획

- 안전관리책임자는 체계적인 안전관리 시스템의 이행을 위하여 안전관리 시스템 안전계획을 매년 수립 및 운영

㉮ 안전관리 시스템 안전계획에 포함되어야 할 사항

- 안전관리 시스템의 리스크관리 범위
- 전년도의 안전성과 목표 달성 여부 등 성과분석
- 전년도의 안전 현안 및 개선조치 목록 분석

- 당해 연도의 안전성과 목표 설정
- 당해 연도의 안전현안 및 개선조치 목록
- 당해 연도의 안전보증 활동 계획
- 당해 연도의 안전증진 활동 계획

㉯ 그 밖에 안전관리 시스템 운영자의 안전관리에 필요한 사항

- 리스크관리 체계가 제 기능대로 작용하는지 여부 점검
- 안전관리 시스템 안전계획의 안전성과 평가
- 안전관계 법규·기준·절차 이행 여부 점검
- 위해요인 또는 위험내재 여부 확인

④ 안전관리 시스템의 구성 요소

- 안전정책 및 목표 : 최고관리자(공동운영회의 장)의 책임과 권한, 안전에 관한 업무분장, 핵심 안전직원의 임명, 비상대응계획 조정
- 리스크 관리 : 위해요인 식별, 위험 평가 및 경감
- 안전보증 : 안전성과 모니터링 및 측정, 변화 관리, 안전관리시스템의 지속적 개선
- 안전증진 : 안전훈련 및 교육, 안전정보의 소통, 안전관리시스템 문서화

⑤ 조직구성 방안

- 비행시험장은 체계적이고 일관된 안전관리 업무의 수행 및 지원을 위하여 다음의 안전조직을 구성
  - 최고관리자 : 양 기관의 장
  - 고위관리자 : 양 기관 공동위원회의 장
  - 안전관리책임자 : 양 기관 공동위원회의 장(고위관리자가 겸직)
  - 안전관리자 : 양 기관 공동위원회 안전 전문가
  - 부서별 안전담당자 : 양 기관 세부 조직 내 안전업무 겸직자
- 안전 조직도 (결정된 조직 구성안 삽입)
- 안전 조직 운영

㉮ 최고 관리자

- 안전관리 시스템 총괄 관리는 안전관리 시스템에 관한 책임과 권한이 있는 양 기관의 장이 수행

㉯ 고위관리자 및 안전관리 책임자

- 안전관리 책임자는 안전관리 시스템 실행을 위하여 양 기관 공동위원회의 장이 겸임
- 안전관리 시스템의 전반적인 업무를 관리하며 안전관련 문제에 대해 관리자와 명확한 의사소통 및 보고경로에 대한 책임을 가짐.

㉰ 안전 관리자

- 안전관리 시스템의 개선, 관리 및 유지에 대한 책임을 관리하는 안전 관리자는 양 기관 공동위원회 안전전문가가 수행
- 안전관리자는 안전관리책임자를 보좌하여 비행시험장의 안전한 운영과 안전관리 시스템의 효과적인 실행을 도모
- 안전관리자는 안전목표 대비 추진성과를 분석하여 안전관리책임자에게 보고하고 차기 년도 안전목표 수립 시 반영

㉱ 부서별 안전담당자

- 부서별 안전관리 시스템 안전담당자는 안전관리책임자 및 안전 관리자를 보좌하고, 분야별 안전관리 시스템 이행, 위해요인 식별 및 리스크 경감방안을 수립

㉲ 안전관리 시스템 유관 업체

- 안전관리 시스템 유관업체는 안전관리 시스템 운영조직을 별도로 두거나 기존의 안전관리담당 조직이 안전관리 시스템 업무를 수행
- 해당 분야의 위해요인 식별, 리스크 경감방안 수립, 시행에 관한 책임을 가짐.

- 안전관리 시스템 안전 위원회

- 안전관리 시스템 안전위원회(Safety Committee)는 이동지역의 안전관련 업무에 관한 중요한 사항을 조정・심의・결정하고 부서 및 업체 간 의사소통을 원활히 하기 위해 설치·운영함.
- 중앙위원회(안전협의회)와 실무위원회(안전실행 그룹)로 구분함.

㉮ 중앙위원회

- 중앙위원회는 안전관련 업무에 관한 중요한 사항을 조정・심의・결정하고 부서 및 업체 간 의사소통을 원활히 하기 위해 다음과 같이 설치·운영함.

ⅰ. 위원장 : 양 기관의 장

ⅱ. 위 원 : 공동운영위원회의 장(안전관리책임자 - 고위관리자), 양 기관의 장이 추천한 자(필요시)

ⅲ. 간　사 : 양 기관 안전관리자

- 중앙위원회는 전략적 차원의 안전기능을 검토하고, 수립된 안전 목표를 달성하기 위하여 자원이 적절하게 할당되었는지 확인하고, 실무위원회에 전략적인 방향을 제시함.
- 중앙위원회는 연 1회 개최함. 단, 안전에 관련한 중대한 사항이 발생할 경우, 추가로 개최할 수 있으며 이 경우 중앙위원회 간사가 회의 참석 대상자를 조정할 수 있음.

㉯ 실무위원회

- 실무위원회는 실무진의 안전관리를 검토하고, 이에 관련된 문제를 효과적으로 조정하고 실행하기 위해 다음과 같이 설치·운영함.

ⅰ. 위원장 : 공동운영위원회의 장

ⅱ. 위　원 : 양 기관 부서별 안전담당자, 유관업체의 안전관리시스템 담당자, 고흥군청 담당자

ⅲ. 간　사 : 양 기관 안전관리자

- 실무위원회는 중앙위원회의 역할을 위임받거나 보조하는 역할을 수행하며, 상설 또는 비상설 형태로 운영함.

- 비상대응계획 조정
  - 비행시험장에서 비상상황 발생 시 다음의 효율적인 대응을 위하여 비상대응계획(ERP : Emergence Response Planing)을 수립·운영
  - 비상대응계획에는 비상상황을 다루는 관련 직원과 부서를 위한 책임, 역할 및 행동이 정해져야 함. 또한 체크리스트와 연락망이 포함되어야 하며 정기적으로 검토되고 테스트하여야 함.

나) 비행시험 운영매뉴얼 작성 지침(안)

- 국가종합비행성능시험장의 초기 개발자 비행시험 운영매뉴얼 작성 시 고려할 사항들을 제공하기 위한 지침을 제시하였으며, 해당 고려사항은 다음과 같다.

① 조직구성

- 비행시험 운영매뉴얼은 비행시험과 관련된 조직의 구조 및 특성, 비행시험 활동 담당자의 역할 및 책임, 비행시험에 영향을 미치는 모든 부서 간의 협동, 비행 허가 발행 과정에서 비행시험 조직의 참여에 관한 설명을 포함하여야 함.

② 안전 및 리스크관리

- 비행시험 운영매뉴얼은 안전관리 및 리스크관리와 관련 방법론에 대한 정책을 포함해야 하며, 이와 연관된 조직의 정책을 기술해야 함.

③ 운영

- 비행시험 운영매뉴얼은 비행시험 범주에 따른 인력 관리, 탑재 장비 및 안전장비의 식별 절차, 승무원의 비행시간 제한 등 비행 시험장의 운영에 관한 정책을 포함해야 함.

④ 비행시험 인력

- 비행시험 운영매뉴얼은 비행시험 인력의 자격, 훈련, 자격 유지 등 승무원 정책을 포함해야 함.

⑤ 행정

- 비행시험 매뉴얼은 비행시험을 위해 생산되어야 하는 문서와 비행시험 시 항공기에 탑재될 문서의 목록을 포함해야 함.

- EASA 비행시험 운영매뉴얼 지침서 분석
  - EASA 비행시험 운영매뉴얼(FTOM) 지침서에 대한 분석서로서 조직, 안전 및 리스크관리, 운항, 승무원, 행정 등의 측면에서 국내 비행시험 안전절차 수립을 위한 기본 자료로 활용됨.
- 미 FAA 비행시험 리스트 관리 프로그램 분석
  - 미 FAA 정책 훈령 4040.26B '항공기 인증업무 비행시험 리스크관리 프로그램'에 대한 분석서로 조직, 비행시험 리스크관리, 안전 이벤트 보고 및 대응, 안전 지원 등 FAA 항공기 관리 프로그램 6장 안전 프로그램의 특정 요소를 포함함.
- 미 공군 시험센터 시험 안전 검토 정책 분석
  - 미 공군 시험센터 시험 안전 검토 정책에 대한 분석서로 안전 책임, 시험 안전 계획, 리스크 평가, 시험 안전 검토, 시험 안전 승인, 시험 시행 등 비행시험과 관련된 절차 및 고려사항을 포함함.
- 호주 민간 항공본부 비행시험 안전 분석
  - 호주 정부 민간 항공본부 권고회람 21-47(0) '비행시험 안전'에 대한 분석서로 시험 자원, 비행시험 계획, 위해요인 분석 및 리스크관리, 비행시험 시행 등 비행시험과 관련된 절차 및 고려사항을 포함함.

다) 안전 정책 및 목표(안) 제시

① 안전 정책

- 안전정책은 임직원이 비행시험장의 안전한 운영을 최우선의 목표로 삼아 비행시험장안전과 안전관리 시스템의 중요성을 대내외에 인식시키고, 안전 목표 및 안전성을 지속적으로 개선하며 안전문화를 정착하기 위해 수립함.

<비행시험장 안전정책 수립(안)>

국가종합비행성능시험장은 비행시험 유무인 항공기 개발 및 인증업무 수행에 있어 안전성 확보가 최우선의 가치이자 목표임을 인식하고, 세계 최고 수준의 비행시험장이 되도록 안전관리체계의 향상과 선진 안전문화 조성을 위하여 다음과 같은 안전정책과 목표를 적극 추진한다. = 국가종합비행성능시험장의 안전을 최우선의 가치이자 목표로 삼는다. = 국가종합비행성능시험장 운영관련 규정을 성실히 이행하고 지속적인 안전활동을 수행한다. = 치밀한 계획과 대책 수립으로 안전사고 예방에 만전을 기한다. = 안전사고 유발 가능성이 있는 부적절한 위해요인들을 사전에 제거함으로써 사고를 미연에 방지한다. = 안전사고 발생시 체계적인 대응으로 신속한 처리가 되도록 사전에 주기적인 점검과 훈련을 수행한다. = 위해요인의 신속한 보고를 장려하고 비 처벌 원칙을 준수한다. = 적절한 자원을 배정하고 교육훈련을 통해 안전관리 능력을 지속적으로 증진시킨다. = 자유로운 안전정보 교환 여건을 조성하여 비행시험장 내 모든 상주 기관과 상호 협력한다.

② 안전 목표

- 고위관리자-안전관리책임자는 안전목표를 수립함에 있어 다음 사항을 고려함.
  - 국가 항공안전 프로그램에서 정한 안전정책·항공 안전 목표·안전기준
  - 안전정책과의 일관성 유지
  - 이용 가능한 인적·물적 자원
  - 조직의 환경 및 안전문화 수준
  - 리스크 평가 결과
  - 안전 관련 법규 및 기타 요구사항의 검토
  - 지속적 개선의 의지 표현 및 유관부서 등 이해관계자의 의견

2) 비행시험장 리스크관리 절차 개발(부록 2-2)

가) 비행시험장 리스크관리 절차 수립

- 초기 비행시험장 SMS 구축 및 운영을 위해 필요한 위해요인 식별사례 소개, 식별된 위해요인을 통해 리스크 평가를 실시하는 일련의 절차를 제공함.

① 안전 리스크관리

- 조직이 잠재적 위해요인 식별을 위한 사고·준사고 조사 등을 포함한 위해요인 식별을 위한 절차를 개발하고 유지하고 있는지 점검
- 위해요인 식별방법, 보고제도, 사후적·사전적·예측적 방식 위해요인 식별, 평가, 안전조사 수행, 처리 및 전파 등에 대한 점검 실시

② 리스크 평가 및 경감 프로세스

- 합리적으로 실행이 가능한 최저수준으로 위험을 분석, 평가, 통제하기 위한 절차를 개발하고 유지하고 있는지 점검
- 리스크 평가 프로세스, 수준 평가기준, 개선조치·예방조치 문서화, 최저수준 관리 등에 대한 점검 실시

나) 리스크관리(안)

① 국·내외 시스템 분석, 위해요인 식별, 리스크 분석/평가/경감 절차를 조사하고 비행 시험과 관련된 위해요인을 식별하여 비행시험장 초기 운영에 활용할 수 있는 리스크관리 (안)을 제시함.

② 리스크관리란 위해요인을 식별하고 발생 가능성, 심각도를 평가하여 리스크 정도를 평가하는 리스크 평가를 실시한 후, 의사결정을 하여 위험도를 제거하거나 줄이는 시스템적·체계적 절차임.

③ 리스크관리 절차는 아래와 같다(그림 2-12).

㉮ 위해요인 식별

- 사후적·사전적·예측적 측면에서 식별되며 직접 사고로 나타나지 않는 잠재적 위해요인을 포함하여 위해요인이 존재할 수 있는 모든 부분에 걸쳐 체계적으로 수행되어야 함.

㉯ 리스크 평가, 분석

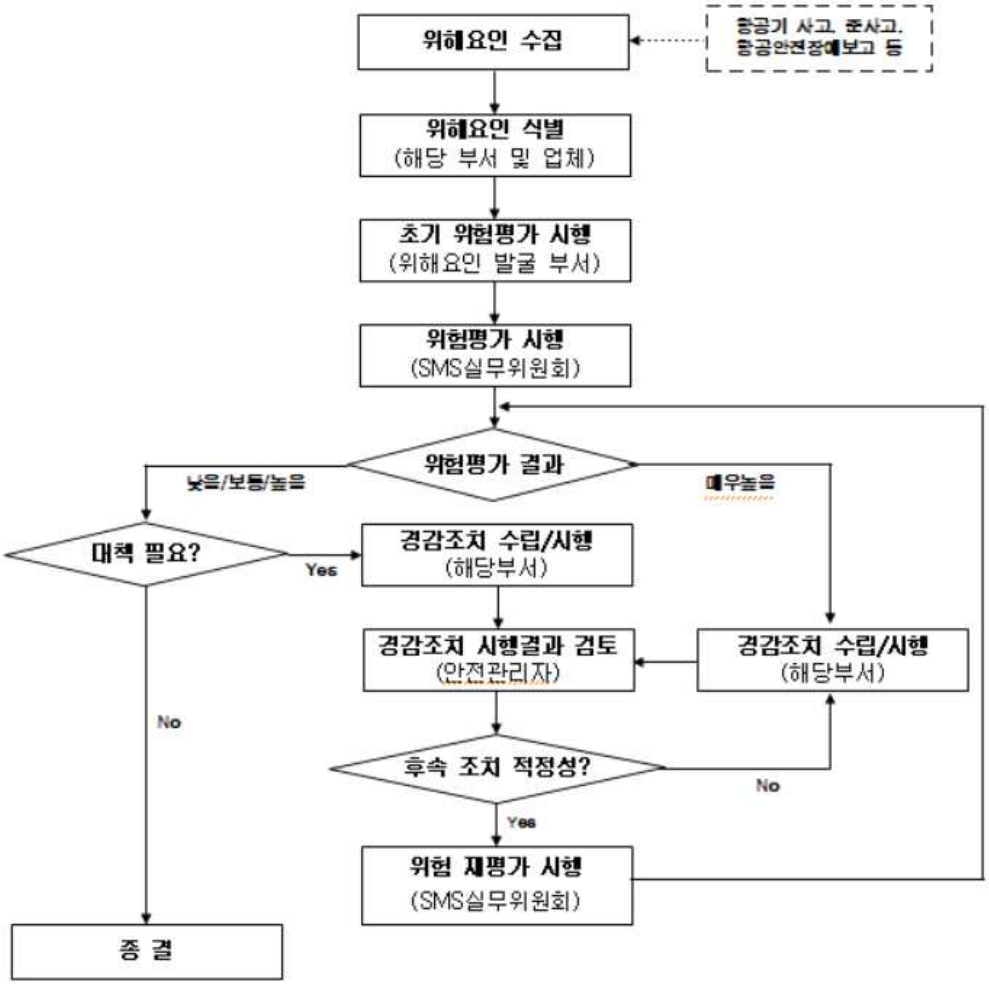
- 각 위험요인들에 대한 위험분석 결과를 근거로 수행되며 평가결과는 운영환경에서 발견된 위험처리와 조직 의사결정을 위한 기초자료로 활용됨.
- 위해요인 식별 부서에서 초기 리스크 평가를 시행하고, SMS 실무위원회 또는 SMS 중앙위원회에서 확정함. 리스크 평가는 다음의 과정을 단계별로 수행한다.

  A. 심각도 판정기준에 의한 심각도 산정

  B. 발생 가능성 판전기준에 의한 발생 가능성 산정

C. 리스크 평가 매트릭스에 의한 위험수준 판정

D. 위험도 및 조치수준 매트릭스에 의한 조치수준 결정



(그림 2-12. 리스크관리 방법 및 절차)

㉰ 리스크 경감

- 리스크 평가단계에서 위험수준 경감조치가 필요하다고 평가된 위해요인을 통제·예방하고 위험을 경감시키기 위한 전략과 조치방안을 수립함.

(표 2-29. 리스크 평가 매트릭스)

심각도 / 발생가능성	매우심각 5	위험 4	중요 3	경미 2	매우경미 1
매우높음 5	매우높음 (25)	매우높음 (20)	높음 (15)	높음 (10)	보통 (5)
높음 4	매우높음 (20)	매우높음 (16)	높음 (12)	보통 (8)	보통 (4)
보통 3	높음 (15)	높음 (12)	높음 (9)	보통 (6)	낮음 (3)
낮음 2	높음 (10)	보통 (8)	보통 (6)	보통 (4)	낮음 (2)
아주낮음 1	보통 (5)	보통 (4)	낮음 (3)	낮음 (2)	낮음 (1)

(표 2-30. 리스크별 조치 수준)

위험도		위 험 수용여부	리스크 경감을 위한 조치 수준
25~16	매우 높음	수용 불가 (Intolerable)	해당 위해요인 즉시 제거, 제거 불가시 운영중단
15~ 9	높음	수용 (Tolerable)	해당 위해요인 제거, 위해요인의 즉시 제거가 어려운 경우에는 위험도가 보통 이하가 되도록 리스크 경감 대책 수립 후, 조건부 사용
8~4	보통		수용 가능하나, 추가적인 리스크 경감대책 또는 안전조치 필요
3~1	낮음	허용 가능 (Acceptable)	조치사항 없음

㉱ 리스크관리 의사결정

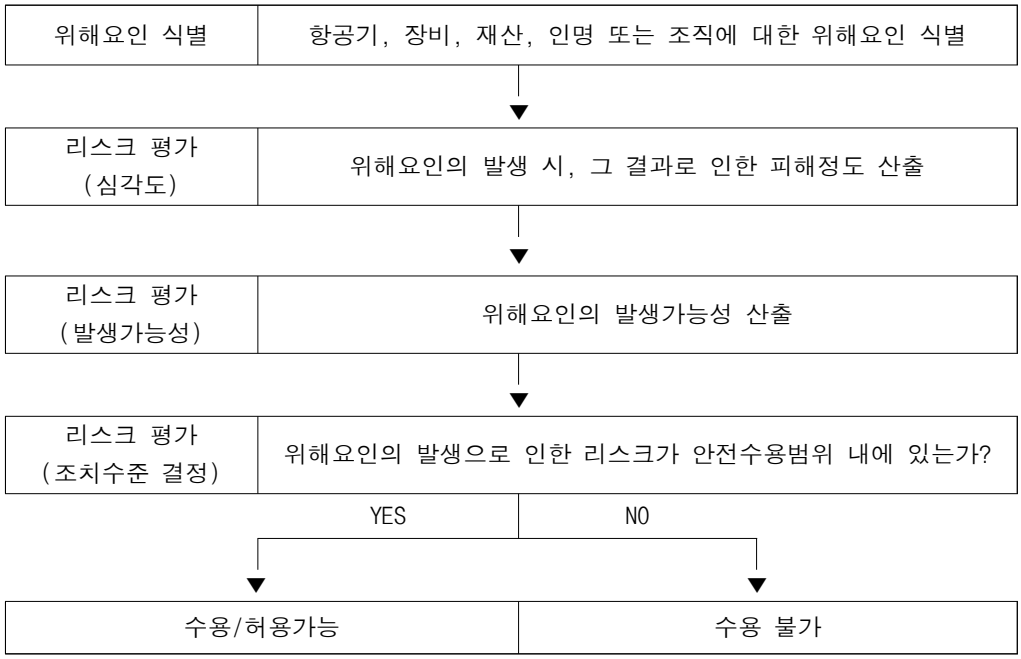
- 리스크 평과 결과에 따라 리스크를 축소하거나 제거할 수 있는 리스크 경감 조치방안을 수립하고 이에 관한 세부 시행계획을 수립하는 절차
- 조치방안 및 시행계획에 따라 관련 부서는 이를 시행하며, 리스크 경감 조치 방안 시행계획 수립 시 다음의 사항을 고려

A. 위해 요인의 발생원인, 장소, 시기

B. 원인의 적절한 제거방법 및 감소방안

C. 실행 가능성(예상효과, 비용 및 자원 확보 등)

D. 위해요인 발생 이후 대처방안



(그림 2-13. 리스크관리 의사결정)

㈐ 후속조치 및 위험 재평가

- 안전관리자는 리스크 경감조치 관리, 후속조치 시행, 위험 재평가를 위한 지속적 확인 및 점검에 관한 업무를 수행함.

3) 비행시험장 안전보증체계 개발(부록 2-3)

가) 비행시험장 안전 보증 절차 수립

- 국내외 안전관리 시스템 구축 사항을 조사하고 감독기관 점검 및 확인을 위해 필요한 사항을 정리하여 비행시험장 초기 운영에 적용할 수 있는 안전 보증(안)을 마련함.
- 국가 항공안전프로그램에 따른 안전 보증 체계 분석

① 안정성과 모니터링 측정

- 안전성과의 검증, 위험경감의 효과를 확인하기 위한 방안이 개발되고 유지되는지 점검함.

② 변화 관리

- 업무 프로세스와 서비스에 영향을 주는 조직 내 변화를 확인하여 변화 전의 안전도를 보장하기 위한 준비나 변화로 인해 더 이상 필요하지 않거나 효율적이 않은 위험통제들을 제거 혹은 수정하기 위한 공식적인 절차의 수립 및 유지가 적절하게 이루어지는지 점검함.

③ SMS의 지속적 개선

- SMS가 목표치 이하의 성과를 도출하게 되는 경우에 대비하여 그 원인을 확인하고, 그 의미를 분석하고 해결방안을 강구하는 프로세스가 적절히 수립하고 유지되는지 점검함.

나) 안전 보증(안)

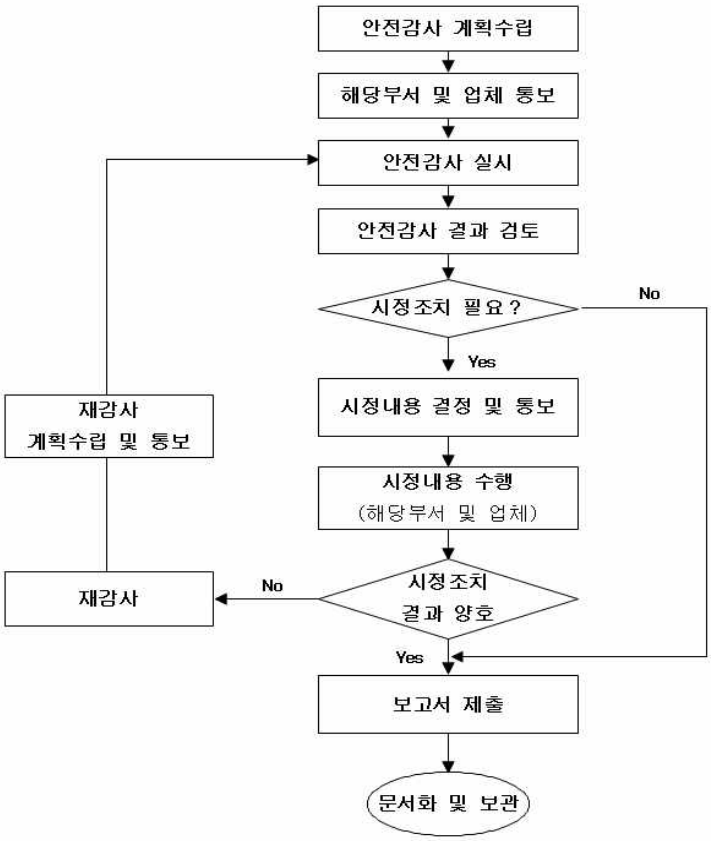
- 국가종합비행성능시험장은 SMS의 안전정책 및 안전목표에 대하여 SMS가 효과적으로 운영될 수 있도록 안전 보증 체계를 다음과 같이 구축·운영함.

① 안전성과 모니터링

- 안전관리책임자는 안전정책 및 안전목표에 대한 안전성과를 확인하기 위해 안전성과 모니터링을 수행함.

② 내부 안전 감사

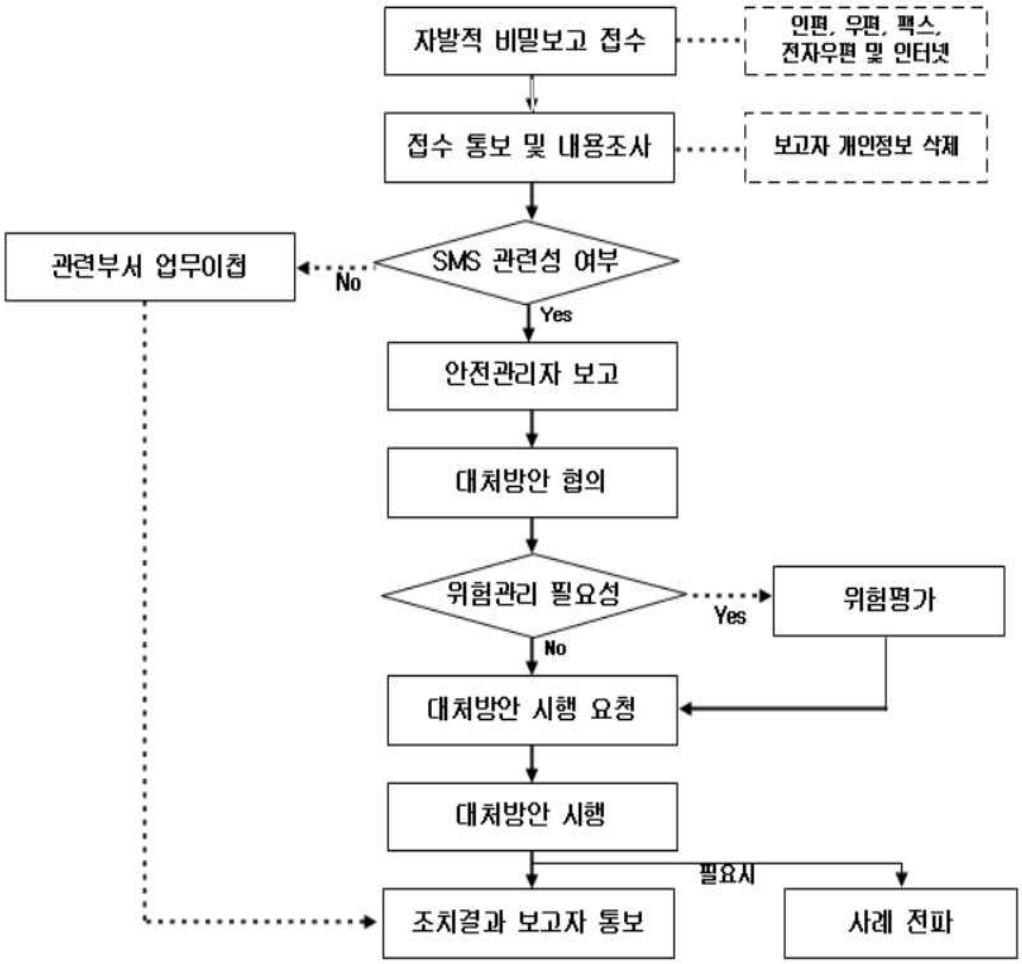
- 내부 안전감사란 SMS 운영체계가 적절히 구비되었는지 확인하는 절차를 말하며, 처벌이나 책임 추궁의 목적이 아니고 안전관리의 문제점을 찾아 이를 개선하기 위해 실시하는 것임.



(그림 2-14. 안전감사 업무 흐름도)

③ 안전 보고제도

- 안전관리책임자는 항공기 운항의 안전을 위협하는 잠재성을 가진 위해요인을 식별하기 위한 목적으로 사후적·사전적·예측적인 형태로 안전 보고제도를 운영함.



(그림 2-15. 내부 자발적 비밀보고제도 업무처리 절차)

④ 내부 안전 조사

- 안전관리책임자는 항공안전장애 및 그 밖의 위험상황에 대한 발생원인 또는 위해요인을 식별할 때 그 원인에 대한 분석이 필요한 경우 SMS 운영부서 및 유관업체에 내부 안전조사를 요청할 수 있음.

- 해당 SMS 운영부서 및 유관업체는 안전조사 요청 시 적극적으로 수행하고 조사결과를 제출하여야 함.

⑤ 설문조사

- 안전관리책임자는 안전관리 상 필요하다고 판단되는 경우 특정 운영의 특별한 요소나 절차에 대하여 다음의 사항을 포함하여 안전 및 문화에 대한 설문조사를 실시할 수 있음.

⑥ 보고체계

- 보고체계는 SMS 중앙위원회, SMS 실무위원회, 안전관리책임자 또는 안전관리자에 의해 이루어지며, 안전관리책임자는 의사소통을 활성화하기 위해 지속적인 노력을 해야 함.

⑦ 변화 관리

- 안전관리책임자는 비행시험장 시설의 정비, 계량 및 조직의 문화, 안전관리 운영절차 등의 변경 시 수용 가능한 안전수준의 유지를 위하여 기존의 위험관리 프로세스를 활용하여 안전성을 검토·평가하기 위한 변화 관리절차를 수립, 운영함.

⑧ SMS의 지속적 개선

- 안전관리책임자는 안전성과의 향상을 지속적으로 추진함.

4) 비행시험장 안전 증진 프로그램 개발(부록 2-4)

가) 안전 증진 및 교육훈련(안) 수립

- 국내외 항공시설 안전 증진 절차를 검토하고 비행시험장 적용을 위한 세부 사항을 조사 및 식별하여 비행시험장 초기 운영에 적용할 수 있는 안전 증진 및 교육훈련(안)을 마련함.
- 국가 항공안전프로그램에 따른 안전 증진 프로그램 분석

① 훈련 및 교육

- 교육훈련 대상자의 안전교육 및 훈련, 안전교육의 효율성 등을 점검

② 안전 정보의 소통

- 전 직원이 SMS를 잘 숙지하고, 중요 안전정보를 전달하고 그와 관련한 안전조치를 발생 이유와 해결방안, 도입이유 등에 관하여 설명할 수 있도록 하는 “안전 소통방안이 적절히 마련되고 유지되는지 점검

(표 2-31. 대상자 별 안전교육 현황)

교육대상	초도 교육	보수 교육	교육 내용
최고관리자 (Accountable Executive)	4Hr	4Hr/연	1. 안전관리 시스템(SMS) 역할 및 책임 2. 안전 정책 3. 안전 문화 4. 안전관리 시스템(SMS) 기준 5. 안전 보증
고위관리자 (Senior Manager)	4Hr	4Hr/연	1. 조직의 안전기준 2. 안전 보증 3. 조직과 관계된 법적 요건
안전관리자 (Safety Manager)	4Hr	8Hr/연	1. 조직의 안전 정책 2. 안전의 기본 원리 3. 안전관리 시스템(SMS)의 개요 4. 시스템 안전(System Safety) 또는 SMS에 대한 전문교육 5. 위험관리 및 위험분석에 대한 전문교육 6. 인적요인 및 안전문화에 대한 전문교육 7. 사고조사 및 ICAO 사건정보 분류체계(ADREP 2000) 8. 국가항공안전프로그램에 대한 세미나 또는 정기적인 교육 9. SMS 운영자의 교육훈련프로그램을 개발 • 운영할 때 필요한 사항
부서별 안전담당자 (Safety Office)	8Hr	4Hr/연	1. 안전 프로세스 2. 위해요인 식별 3. 위험관리 및 변화 관리
운영요원 (operational staff)	4Hr	4Hr/연	1. 사고 사례 및 사고예방에 관한 사항 2. F.O 현황 및 항공기 안전사항 일반 3. 위험물 등 유해화학물질 관리 4. 항공사고와 인적요인 5. 안전작업 수칙 6. 조직의 안전 정책 7. 안전의 기본원리 8. 안전관리 시스템(SMS) 개요

나) 안전 증진 및 교육훈련(안)

① 안전 훈련 및 교육

- 모든 구성원이 자신의 안전 책임을 인지하고 해당 업무를 수행할 수 있도록 교육 제공
- 안전관리자는 교육훈련을 실시하기 위하여 교육훈련 계획을 수립·시행, 평가서 및 설문 등을 통해 교육 효과 측정

② 안전 정보 소통 및 전파

- 비행 시험장은 안전 정보 수단을 운영하여 지속적으로 안전 정보 수단을 개발하고 유지·관리해야 함
- 안전관리 책임자는 필요시 안전 회보를 발행

(표 2-32. 안전회보 주요 포함사항)

안전회보 주요 포함사항	안전보고 분석 내역, 동향 및 각종 통계자료
	리스크 분석 결과 및 대책
	사고 및 위해요인(손실, 결함, 실수의 소지 등) 보고내역 및 대책
	안전위험예방사례
	안전위험보고 사례
	안전감사 결과
	비행장 안전회의 결과 중 직원에게 전달하고자 하는 사항 등

- 안전 관리자는 주기적으로 안전문화 증진계획을 수립하여 주기적으로 시행 및 평가

(표 2-33. 안전문화 증진 세부 계획)

안전문화 증진계획	내 용
항공안전 신고제도 (내부 안전자율보고 포함)	분기 1회, 신고 및 우수자에 대한 고위관리자 시상
	불안전한 상태, 행동으로 인하여 사고로 이어질 뻔한 (near Accident) 사고를 자진 신고하고, 불안전한 상태를 개선한 사례
우수부서 평가 시상	생산 직접 부서 평가를 통하여 우수부서 시상(년1회)
	고위관리자 시상
안전 현수막 게시	안전 현수막 게시를 통한 안전의식 고취, 안전문화 정착
	항공사고 사례 분석 및 전파(분기1회)

③ SMS 문서화

- SMS 문서화는 종이, 전자문서, 데이터베이스 형태로 개발하고 유지·관리함.
- SMS 매뉴얼은 1년에 1회 정기적으로 점검하고 필요한 경우 개정함.
- SMS 운영 중, 발생하는 자료는 문서화 되어야 하며, 별도로 명시된 경우를 제외하고 최소 12개월간 보존함.

사. 비행종합시험장 미래발전 전략 수립

1) 비행시험장 미래 핵심성능지표 설정(부록 2-5)

가) 해외 항공안전기관 핵심 및 안전 성능지표 사례 분석

① SMICG: Measuring Safety Performance Guidelines for Service Providers

- 목적

• 본 문서는 안전관리 시스템의 일부로 일련의 안전 성능 지표(SPI: Safety performance indicator)의 정의 및 이행에 대한 지침을 제공

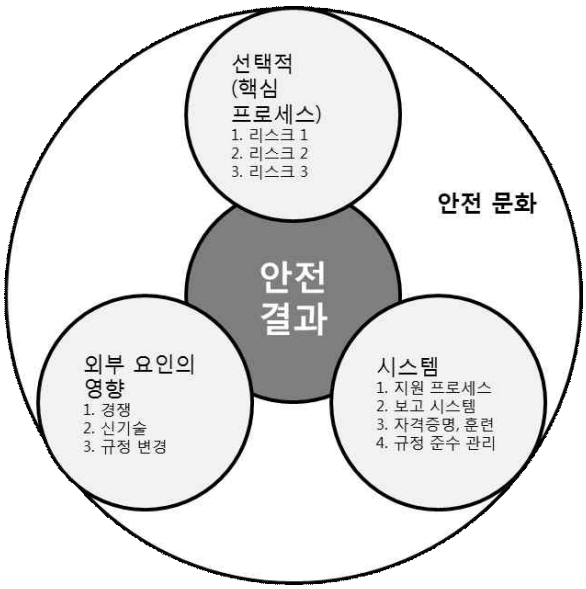
• 시스템 및 운영 문제를 고려, 효과적인 안전관리의 가능성을 높이기 위한 안전성과 측정에 대한 접근법을 제안

- 기본 개념

㉮ 안전성과

• ICAO 부속 문서 19는 안전을 '항공 활동 및 항공기 운항과 관련된 리스크가 수용 가능한 수준으로 감소 및 제어되는 상태'로 정의함.

• 안전성과는 '안전성과 목표 및 안전성과 지표에 따라 정의된 서비스 제공자의 안전 활동으로 정의



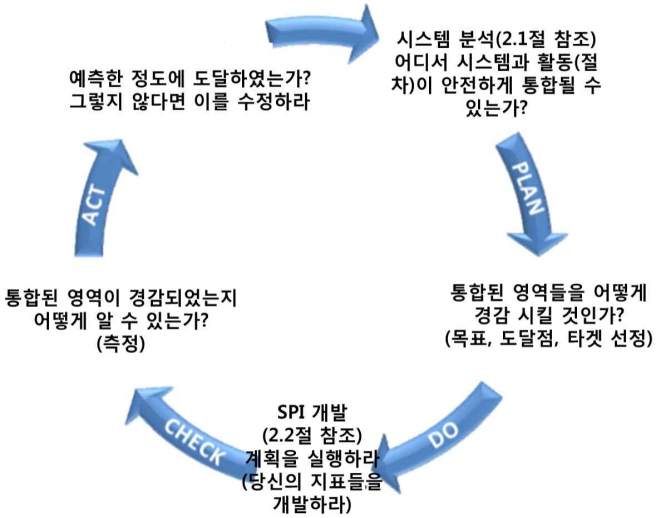
(그림 2-16. 안전 성과 구성 요소)

㉯ 안전성과의 측정 이유

• SMS는 업무 관리의 다른 요소(예: 품질, 재무)와 마찬가지로 체계적인 접근 방식을 요구하며, 이 점에서 안전성과 측정은 효과적인 관리에 필수적인 요

소인 '피드백'을 제공함.

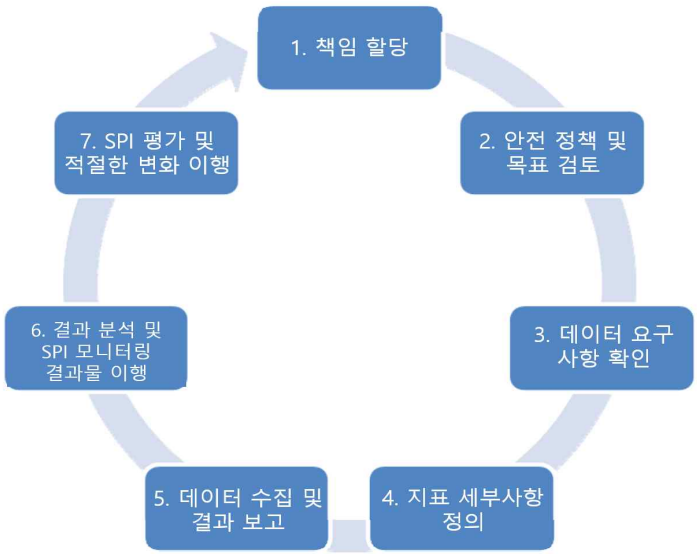
- 피드백을 통해 경영진은 안전 측면에서 얼마나 조직이 잘 기능하는지에 대한 분석 및 평가를 검증하고 필요에 따라 조정할 수 있음(Plan-Do-Check-Act).



(그림 2-17. 측정 사이클)

- 효과적인 안전성과 측정은 안전과 관련된 개선 기회뿐만 아니라 효율과 용량에 대한 식별을 지원

㉰ 안전성과 측정 프로세스



(그림 2-18. 프로세스 단계)

- 1단계 : 책임 할당

  A. SPI 도입의 효과적인 추진과 조정을 시작할 책임을 갖는 지정된 직원을 관리하기 위한 단계

  B. 안전관리 관련 기존조직 설정에 대한 고려와 함께 SPI 구현을 감독하는 책임 요구

- 2단계: 안전 정책 및 목표 검토 - 주요 문제 식별 및 중점 사항 확인

  A. SPI 팀은 시스템 분석 결과를 고려한 측정범위와 초점을 식별해야 하며, 이때 조직의 SMS의 완전성과 타당성에 유의해야 함.

  B. SPI 팀은 조직 내 산업 부문에서 사용되는 전형적인 지표를 검토하고 이들을 평가하여 조직에 적합한지 여부를 결정할 수 있음.

- 3단계: 데이터 요구사항 확인

  A. 의미 있는 데이터가 되기 위해서는 성능 측정은 질적, 양적으로 신뢰할 수 있고 유효한 데이터에 기초해야 함.

  B. SPI 팀은 회사 내에서 이용 가능한 모든 관련 데이터와 정보를 식별하고 필요한 추가 정보를 결정해야 함.

- 4단계: 지표 세부 사항 정의

  A. SPI의 범위와 주안점이 결정되고 사용 가능한 데이터/정보가 검토되면 세부 사양을 정의해야 함.

  B. 각 SPI에는 사용자가 정보의 출처와 품질을 모두 알 수 있도록 충분한 정보(또는 메타 데이터)가 수반되어야 함.

  C. 정보를 효과적으로 해석하고 관리하는 데 필요한 맥락에 지표를 배치해야 함.

  D. 좋은 SPI의 특징

    i. 유효하고 신뢰할 수 있다

    ii. 측정 대상의 변화에 민감하다

    iii. 계산이나 해석이 편향되기 어렵다.

    iv. 비용 측면에서 효율적으로 데이터를 수집할 수 있다.

    v. 회사 운영 전반에 걸쳐 광범위하게 적용되며, 이상적으로는 더 큰 항공 분야에 걸쳐 적용 가능하다

    vi. 쉽고 정확하게 의사소통 가능하다.

- 5단계: 데이터 수집 및 결과 보고
  A. SPI를 정의한 후엔, 데이터를 수집하고 결과를 보고하는 방식을 결정해야 함.
  B. 데이터 수집 접근 방식(즉, 데이터 소스, 데이터의 작성 방법 및 보고서 모양), 수집과 보고에 대한 역할과 책임을 명시하고 문서화해야 함.
  C. 데이터를 수집해야 하는 빈도와 각 SPI에 대한 결과를 보고해야 함.
- 6단계: 결과 분석 및 SPI 모니터링 결과물 이행
  A. SPI 구현의 궁극적인 목표는 시간이 지남에 따라 회사의 안전 성능을 유지하고 개선하는 것.
  B. 서로 다른 SPI를 통해 수집된 정보를 면밀한 분석으로 조직의 안전 성과를 전체적으로 파악
  C. 서로 다른 문제에 대해 수집된 SPI에 대한 결과 해석
- 7단계: SPI 평가와 적절한 변화 이행
  A. 조직의 시스템 분석과 SPI 집합 및 해당 규격(매트릭스와 정의된 목표를 포함하는)을 정기적으로 검토하고 평가하기 위해 다음 사항을 고려함.
    i. 획득한 경험의 가치
    ii. 새로운 안전 이슈 식별
    iii. 리스크의 특징 변화
    iv. 안전 정책, 목표 및 우선순위 변경 사항 확인
    v. 적용 가능한 규정 변경
    vi. 조직 변화 등

② ENRI: Developing key performance indicators for airports

- KPI 정의
  - 핵심성능지표(이하 KPI; Key Performance Indicator)란, 조직의 현재와 미래의 성공을 위해 가장 중요한 조직적 능력의 측면에 초점을 두는 측정방법들을 의미함.
- 공항 KPI 개발
  - 1단계 : 초기 KPI 선정
    A. 본 논문에서는 기존의 연구에서 제시된 지표들을 벤치마킹하여, 공항을 운영, 경제, 환경 이슈, 안전과 보안 및 고객 서비스의 5가지 활동 영역으

로 나누었음.

B. 이후, 각 영역별로 5~9가지의 지표를 선정

C. 선택된 지표 목록을 스웨덴과 스페인 각 45개의 공항 관리자에게 보내, 가장 중요한 지표부터 가장 중요하지 않은 지표까지 등급을 정하는 설문을 실시함

D. 그 후 8개의 스웨덴 공항과 4개의 스페인 공항으로부터 답변과 의견을 받아 이를 기반으로 최종 KPI 선택

- 2단계 : 공항 관리자의 의견

A. 공항 관리자는 공항 규모와 관련되어야 하는 지표들은 다음과 같다는 의견을 제시.

i. 직원 당 수입

ii. 승객 당 에너지 소비

iii. 이동 당 사고

B. 지연을 측정하는 KPI는 그 원인에 대한 정보 역시 포함해야 함.

- 3단계 : 최종 KPI 선택

A. 최종 KPI를 선택하기 위하여 다음 세 가지 원칙에 기반함.

i. 공항 전체를 다루어야 한다.

ii. 지표의 사용이 직관적이고, 이해하기 쉬워야 한다.

iii. 정보를 빠르게 살펴볼 수 있도록, 지표의 값들은 작은 숫자로 정한다.

③ CANSO: Recommended Key Performance Indicators

- 목적

- ANSP(Air Navigation Service Provider)의 성능 감시를 지원하기 위한 목적으로 CANSO에서 제시한 KPA와 KPA를 알아볼 것이며, 이는 ICAO가 제시한 KPA 프레임워크에 맞춰져 있음.

- 수용량 핵심 성능지표

㉮ 수용량 KPI (Declared Capacity)

- 수용량은 시설의 최대 허용 가능한 처리량을 측정하는 것이다. 수용량에 영향을 끼치는 요소는 ANSP의 외부 요소와 내부요소, 그 이외의 활동으로 구분이 가능하다.

㉯ 수용량 활용 KPI

- 수용량 활용이란 얼마나 효과적으로 수용량이 ANSP에 의해 관리되고 있는지 평가하는 것.
- 시설의 이용 가능한 수용량과 제공된 요구를 비교함.

㉰ 수용량에서 기인된 지연 KPI

- 항공기 지연은 수용을 초과한 요구에 의해 발생되는 경우가 있음.
- 이는 효율성 측정에서와는 별개의 지연 원인으로 분류

- 효율성 핵심 성능지표

㉮ 운항 단계에 따른 효율성 KPI

- 운항 단계에 따라 항공기 효율성을 축정
- 항공기의 단계는 5단계로 구분이 가능하며(총 11개의 구성요소), 단계별로 KPI는 예정된 시간에 대한 실제의 시간을 비교하면서 지연된 정도를 결정

- 그 외의 효율성 KPI

㉮ ANSP에 의해 기인된 지연 KPI

- ANSP는 지연된 비행에 대한 지연의 원인 코드를 할당하는 절차를 시행할 수 있음.

(표 2-34. 지연 원인 코드)

ATC	수용량	날씨	항공사	기타
불충분한 직원 교육	공역 수용량을 초과하는 수요	낮은 시정, 높은 풍속	항공기 정비	환경적인 제한
장비 고장	비행장 수용량을 초과하는 수요	젖은 도로, 결빙상태 제빙	늦게 도착한 승무원	보안 사건
새로운 절차의 도입		대류성 날씨	항공기 급유, 적재, 늦은 웨이트 밸런스 기록	군사 활동

㉯ 두 도시 간 평균 운항 시간 KPI

- 평균 운항 시간 지표는 항공기 효율성을 유지하기 위한 전반적인 항공 시스템의 능력을 평가하는데 유용함.
- 데이터 접근성과 이용가능성, 간단함이 주요 이점이지만, 비행시간이 ANSP 외적인 요소에 좌우된다는 단점이 있음.

㉰ 운영 이용가능성 KPI

- ATM 서비스를 제공하기 위해 필수적인 장비의 이용가능성을 측정

- 안전, 수용성, 효율성 측정치에 영향을 미침.
- ‘최대 시설 서비스 시간 - 가동 중단 시간/ 최대 시설 서비스 시간‘ 으로 계산

- 예측성 핵심 성능지표
  - 예측성이란 공역 사용자와 ANSP가 일관되고 신뢰할 수 있는 수준의 성능을 제공할 수 있는 능력을 말함.
  - 가변성의 측정은 시스템의 서비스 일관성을 정량화하기 위해 사용될 수 있으며 표준 편차의 형태 또는 백분위수 차이로 사용될 수 있음.

  예) 수용량 변화 KPI, 운항 시간 변화 KPI, 비행계획 변화 KPI

③ 비행시험장 핵심 성능지표 제시

영역	측정 목표	비행시험장 KPI
공항 운영	공항의 물리적 움직임과 흐름	◆ 시험기 유형별 회송시간(분) ◆ 시험기 유형별 이착륙 소요시간(분) ◆ 시험기 유형별 활주로 사용시간(분) ◆ 시험기 유형별 비행시험 공역사용시간(분)
공항 경제	공항 전체의 비용, 수입과 이익	◆ 개발/인증 시험별 비행시험장 수입(원/분기) ◆ 시험기 유형별 비행시험장 수입(원/분기)
공항 환경 이슈	공항의 소음 고려사항, 수질, 에너지 소비 등	◆ 비행시험장 연간 에너지 소비량(kWh/m^2)
공항 안전. 보안	물적, 인적 사고 위협을 예방하고 다루는 영역을 측정	◆ 연간 비행시험장 오염사건 수
공항 고객 서비스	공항 이용자의 만족도	◆ 시험기 유형별 사건/사고 수(건/1000 소티)

2) 비행시험장 중장기 발전 방안 분석(부록 2-6)

가) 비행시험장 중장기 발전 방안

① 정부/지자체 항공산업 발전 계획

- 기존 국가 비행시험장 종합개발 계획
- 항공산업발전 기본계획(2016~2020)
  - 완제기 산업 경쟁력 강화 및 수출 산업화
  - 핵심 부품 및 정비서비스(MRO) 수출 활성화
  - 항공 기술 R&D 투자 효율성 제고
  - 선진국 수준의 인프라 구축

단계	기존 서비스 계획
1단계 (기반확충 단계)	• 운용 목표 : 소형 유인 항공기 및 무인 항공기 시계비행 운용 - 소형 유인 항공기 개발 및 인증 시험 서비스 - 무인 항공기 개발 및 인증 시험 서비스
2단계 (안정화 단계)	• 운용 목표 : 중형 유인 항공기 및 무인 항공기 계기비행 운용, 항행안전시설 성능적합증명 - 중형 유인 항공기 개발 및 인증 시험 서비스 - 무인 항공기 개발 및 인증 시험 서비스 - 항행항전시설 성능적합증명
3단계 (선진화 단계)	• 운용 목표 : 대형 유인 항공기 및 무인 항공기 계기비행 운용, 정밀 항행안전시설 성능적합증명 - 대형 유인 항공기 개발 및 인증 시험 서비스 - 무인 항공기 개발 및 인증 시험 서비스 - 정밀 항행항전시설 성능적합증명

- 제2차 항공정책 기본계획(2015~2019)
  - 항공정비(MRO) 산업의 전략 산업화 추진
  - 무인항공기 등 실용화를 위한 안전기술 개발
  - 항공시험 인프라 구축
  - 선진국 수준의 인프라 구축

(그림 2-19. 항공시험 인프라 구축)

- 제2차 항공정책 기본계획(2015~2019)
  - 항행시설 등 항공안전기술 확보를 통한 고부가가치 창출
  - 무인기 시대 대비 인증·운항 관련 법제도 신설 및 전문 인력·업체 육성
- 드론산업발전 기본계획(2017~2026)
  - 사업용 중심의 드론산업 생태계 조성
  - 공공 수요 기반 운영시장 육성
  - 글로벌 수준의 운영 환경 및 인프라 구축
  - 기술 경쟁력 확보를 통한 세계시장 선점

< 드론 전용 비행시험장 >

주요시설	구축내용
통제센터	비행통제실, 회의실, 사무실, 기계실 등 3층규모
이착륙 시설	활주로(200×20m) 또는 헬리패드(21×21m)
정비고	시험기체 정비 등 1층 규모

< 국가종합비행시험장 >

주요시설	구축 내용
활주로	1,200x45m급 아스팔트 포장
비행시험 통제센터	비행시험 지휘·통제, 모니터링 및 시험기술 연구 등
항행장비	기상 측정 등 AMOS, 풍향 등
지원시설	계류시설, 조경 및 보안시설

(그림 2-20. 주요 시험시설 개요도)

- 고흥군(미래산업과) 2019년도 주요업무 계획
  - 우주항공산업 전진기지 인프라 구축 및 입지 강화
  - 차세대 융합산업 무인기 및 첨단소재 산업육성

② 국토부 항공분야 보도자료

- 한-유럽 간 항공제품 상호 기술인정(19.1.23.)
  - 항공안전 전반적인 분야에 대한 교육·훈련 활동 교류
  - 워크숍 세미나 공동개최
  - 기술분야 인력 교환업무
  - 항공안전정보 공유와 이를 위한 협력회의 개최
- 민관이 손잡고 미래형 개인비행체(PAV) 띄운다.(19.9.3.)
  - 국토부, 산업부 민관 공동 PAV산업 발전전략협의체를 통해 내년 PAV 산업 발전로드맵 수립·발표

③ 비행시험장 미래발전 분야 도출

- RPAS, PAV 등 신개념 항공기 개발/인증 비행시험
- 타 부처(국방/과기정통/행안부 등) 유·무인기 항공기 비행시험
- 지역 IT 제품 EMI, EMC, RFI 시험
- 국외 생산 유무인 항공기 및 부품 비행시험
- 전문 인력 양성 및 국제교류 활동 유치
- 항공 산업단지 조성 (MRO 등)
- 시험장 주변 주민 상생 - 소음 대책, 보험 등

3) 운영 활성화를 위한 서비스 모델 개발(부록 2-7)

가) 미래 기술개발 수요예측 및 운영방안

- 국가종합비행성능시험장 구축 단계 중 3단계의 비행종합시험장 미래발전 전략 수립의 일환으로 국가종합비행성능시험장의 운영계획 수립을 위해 미래의 수요와 운영에 따른 비용과 편익을 분석
- 국가종합비행성능시험장은 항공안전이라는 정부의 규제와 더불어 수익을 창출해야 하는 공공기업으로서의 특성을 충족하기 위한 운영방식이 요구됨. 따라서 민간기업으로서 지속 가능한 사업영역을 추진해야 하며, 이를 통한 경제적 성과분석이 매우 중요

① 미래 기술개발 수요예측

㉮ 개념

- 특정한 논리체계에 따라 기술의 실현시기, 기술특성 또는 기술모수(technological parameter)의 변화 속도에 대해 정량적으로 평가하는 활동

㉯ 적용 방법

- 국가종합비행성능시험장에서 항공과 관련된 신기술은 비행체와 관련된 기술 및 비행체의 운영과 관련된 장비의 기술로 분류할 수 있고, 신기술 예측모형들이 새로운 비행체(드론, PAV, 친환경 항공기 등)에 대한 신기술 예측모형을 설정

㉰ 국가종합비행성능시험장의 미래 대상 기술

- 국가종합비행성능시험장에서는 유·무인기 비행시험 수행 및 분석이 주요한 기술 대상
- 테스트베드 항공기를 이용해 기업에서 개발 중인 통신장비, ADS-B, IMU, 기상측정장비 등에 대한 성능검증을 위한 비행시험
- 연구개발 중인 항공기 성능검증 및 시험평가, 국가인증을 위한 지상시험 및 비행시험

② 기술 수요예측 기준

- 지금까지 개발된 항공기에 대한 기술개발 기간과 기술개발 시 요구되는 시험 및 비행시험 등에 대한 수요를 산출

(표 2-35. 기술 수요예측 기준)

구분	수요 기간(시험기간)	이용 수요(쏘티)
유인기	2~5년 - 비즈니스 제트 : 4년 - 민수 헬기 : 3년 개조시험 : 2년 Testbed 시험(장착시험) : 2년 부품 시험 : 2년	신규 개발 기종 : 1,400 군용기 : 1,500 민간기 : 1,000이상
무인기	1~3년 고, 중고도 무인기 : 2년 민간 실용화 무인기 : 3년	용도에 따라 다양
항공장비	1~3년	부품에 따라 다양

③ 기술개발 수요 항목

- 국가종합비행성능시험장을 이용하는 수요에 대해 분석하고자 관련 기술개발 항목들 중에서 국가종합비행성능시험장에서 시험 및 평가 인증이 요구되는 연구 항목들만으로 그 수요를 측정
- 정부에서 진행 중인 항공관련 기술개발 과제(항공우주산업 시장 전망과 기술개발 전략 보고서, IRS 글로벌, 2018)
    - 항공산업 관련 기술개발 연구과제
    - 무인기(드론) 기술개발
    - 국가전략프로젝트 경량 소재 기술개발
    - 기타 항공부품 기술개발

④ 현재 이용 수요 분석

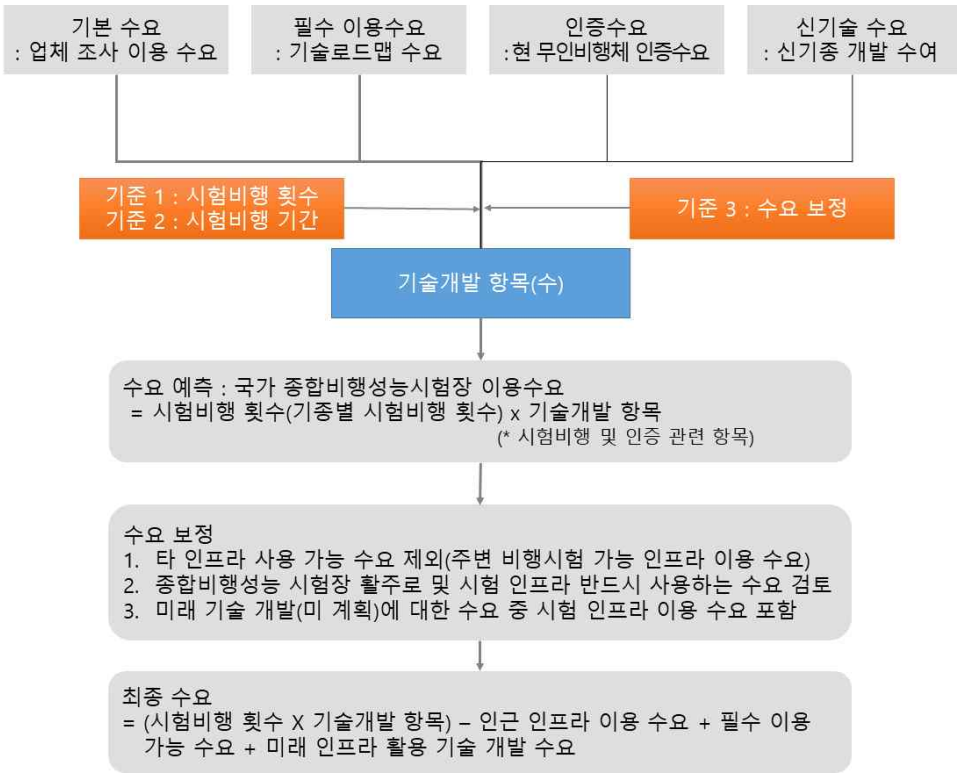
(표 2-36. 항공센터 운영 실적)

구분	2013년	2014년	2015년	2016년	2017년
비행시험	7,221	13,943	7,723	6,921	8,451
견학 및 행사	2,036	477	1,353	1,519	1,785
시설유지	2,309	1,152	1,606	723	474
합계	11,566	15,572	10,682	9,163	10,710

(표 2-37. 항공우주센터 비행시험 운영 현황(2017년))

구 분			2017년											
			1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
한국항공우주연구원		TR60	⇒	⇒	⇒	⇒	⇒	⇒	⇒	⇒	⇒	⇒	⇒	⇒
		비행로봇		⇒	⇒	⇒	⇒	⇒		⇒	⇒			
		CTLS	⇒	⇒	⇒	⇒	⇒	⇒	⇒	⇒		⇒	⇒	⇒
		EAV							⇒	⇒				
		하이버드						⇒	⇒	⇒	⇒	⇒		
대외기관 활용 현황														
1	성우엔지니어링	무인헬기	⇒							⇒	⇒			
		고정익										⇒	⇒	⇒
2	ADD	중고도	⇒			⇒	⇒	⇒	⇒					
		차기 군단급	⇒	⇒	⇒		⇒	⇒		⇒	⇒	⇒	⇒	⇒
		SAR 개발			⇒	⇒	⇒	⇒	⇒		⇒	⇒	⇒	⇒
		하이버드						⇒	⇒		⇒			
3	유콘시스템	Remoeye002			⇒									
		비행로봇				⇒							⇒	
4	SIS	무인기 시범사업			⇒				⇒		⇒	⇒		
5	퍼스텍	비행로봇			⇒	⇒							⇒	⇒
6	극지연구소	무인항공기			⇒									
7	화인코왁	무인표적기				⇒		⇒		⇒				
8	카이스트	캔위성					⇒		⇒					
9	샘코	장기체공 무인기						⇒						
10	에너지 기술연구원	하이버드						⇒	⇒	⇒				
11	기상원	라디오존대							⇒					
12	경상대학교	무인기 시험							⇒	⇒		⇒	⇒	⇒
13	천우항공	Chieftain							⇒	⇒	⇒	⇒	⇒	⇒
14	서울대학교	초경량비행체								⇒				
15	전남농원기술원	조사료살포									⇒	⇒		

⑤ 수요예측 절차



(그림 2-21. 수요예측 절차)

⑥ 수요예측 산출 기준

- 국가비행성능시험장에서 수행될 기술수요로 정부 및 기관 주도의 항공부문 미래 기술개발 자료들을 조사하여 각 과제별로 기술개발 내용을 파악하고 시험평가 및 인증이 요구되는 과제들을 선정

(표 2-38. 기술개발 항목 분석)

과제 분야	기술 항목	시험평가 과제
항공산업 관련 기술개발 연구	9개 과제	3개 과제
국민 안정 대응 무인항공기 융합시스템 구축 및 운용	8개 과제	6개 과제
국가전략프로젝트 경량 소재 기술개발	1개 과제	1개 과제
기타 항공기 부품 개발	22개 과제	13개 과제

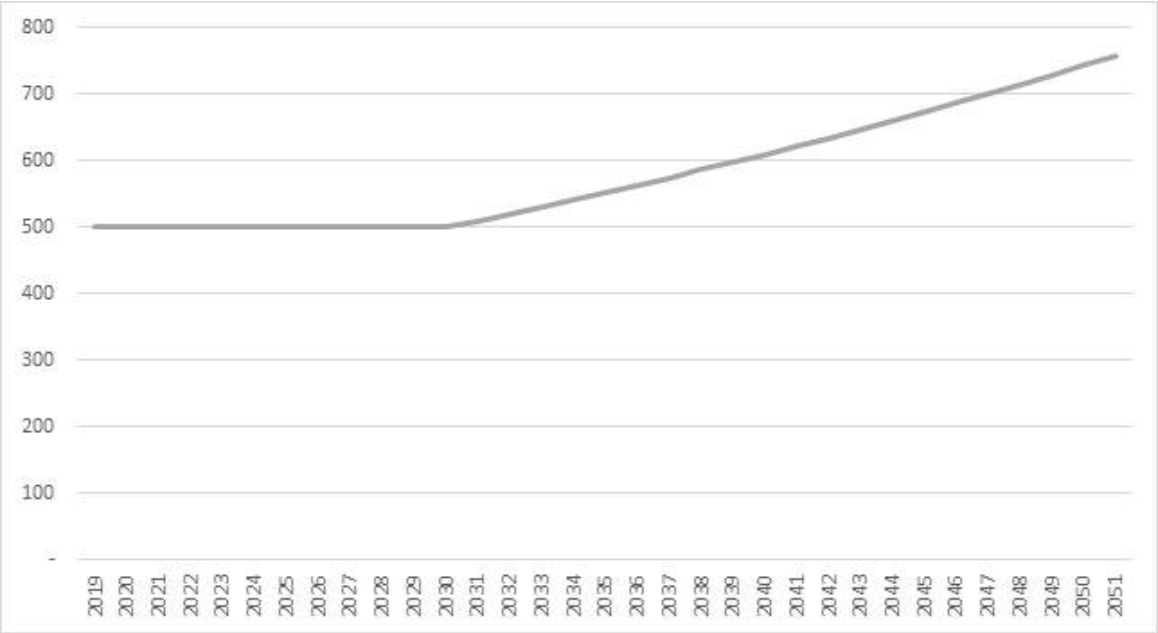
- 체계 개발 시 개발 항공기당 '90 쏘티/대'를 운용하며, '연구개발은 50 쏘티/대', '성능개발은 3 쏘티/대'의 시험평가 수요가 발생할 것
- 고흥과 인접한 지역에서의 드론, 무인비행장치의 수요가 분할될 수 있으므로, 실제 추정 수요에 50%를 국가종합비행성능시험장을 이용하는 것으로 추정

⑦ 수요산출의 이용자 보정

- 수요 지역의 비중은 21.4% 차지하고 있으나, 범위 내에 고성 드론시험비행장이 설치될 예정이므로 비중의 50% 수준인 10%를 담당하는 것으로 추정

⑧ 필수 이용수요

- 국가종합비행성능시험장을 반드시 이용해야 하는 연구개발 과제
  - 기술로드맵 6개 items
  - RPAS 관련 2개 items,
  - ASBU 관련 2개 items
- 기술 요소 개발마다 대당 50 쏘티(연구개발 쏘티) 정도로 추정하여 수요로 산정
- 항목별 개발 이후 MRO 기술수요 증가율 2%에 해당하는 증가율 적용



(그림 2-22. 필수 이용 기술수요)

⑨ 인증수요

- 무인비행장치

(표 2-39. 무인비행장치 인증수요)

(단위 : 대)

인증수요	무인비행장치 등록	지역 보정 (21.4%*1/2)	시험비행 소티 (대당 3소티)
2016	525	53	158
2017	506	51	152
2018	637	64	191
2019	802	80	241
2020	1,010	101	303
2021	1,271	127	381
2022	1,600	160	480
2023	2,015	201	604
2024	2,536	254	761
2025	3,193	319	958
2026	4,020	402	1,206
2027	5,061	506	1,518
2028	6,371	637	1,911
2029	8,021	802	2,406
2030	10,098	1,010	3,029

⑩ 미래 기술수요

- 각 비행체당 약 1,000회(총 3,000회) 정도로 하고 4년을 기준으로 추정(연간 750 쏘티)

  - 장거리 운송용 헬리콥터
  - 태양광 장기 체류 비행체
  - 자력 발사 가능 우주비행체

⑪ 수요산출 결과

(표 2-40. 수요예측 결과)

년도	기본 수요		인증수요		③ 필수 이용수요	④ 신기술 수요	기술수요 합 ①+②+③+④
	수요	① 지역50%	인증수요	② 지역10%			
2019	746	373	802	80	500		953
2020	976	488	1,010	101	500		1,089
2021	1,101	550	1,271	127	500		1,177
2022	1,241	621	1,600	160	500		1,281
2023	1,400	700	2,015	201	500		1,401
2024	1,449	725	2,536	254	500		1,478
2025	1,500	750	3,193	319	500	750	2,319
2026	1,613	806	4,020	402	500	750	2,455
2027	1,734	867	5,061	506	500	750	2,617
2028	1,864	932	6,371	637	500	750	2,809
2029	2,004	1,002	8,021	802	500	750	3,039
2030	2,155	1,078	10,098	1,010	500	750	3,317
2031	2,221	1,110	11,613	1,161	510	750	3,532
2032	2,332	1,166	13,354	1,335	520	750	3,772
2033	2,448	1,224	15,358	1,536	531	750	4,041
2034	2,571	1,285	17,661	1,766	541	750	4,343
2035	2,699	1,350	20,310	2,031	552	750	4,683
2036	2,834	1,417	22,341	2,234	563	750	4,964
2037	2,976	1,488	24,576	2,458	574	750	5,270
2038	3,125	1,562	27,033	2,703	586	750	5,602
2039	3,281	1,641	29,736	2,974	598	750	5,962
2040	3,445	1,723	32,710	3,271	609	750	6,353
2041	3,548	1,774	34,346	3,435	622	750	6,580
2042	3,655	1,827	36,063	3,606	634	750	6,818
2043	3,765	1,882	37,866	3,787	647	750	7,066
2044	3,878	1,939	39,759	3,976	660	750	7,324
2045	3,994	1,997	41,747	4,175	673	750	7,595
2046	4,114	2,057	42,582	4,258	686	750	7,751
2047	4,237	2,119	43,434	4,343	700	750	7,912
2048	4,364	2,182	44,303	4,430	714	750	8,076
2049	4,495	2,248	45,189	4,519	728	750	8,245
2050	4,630	2,315	46,092	4,609	743	750	8,417

⑫ 시험장 운영비 및 시험 비용 산출

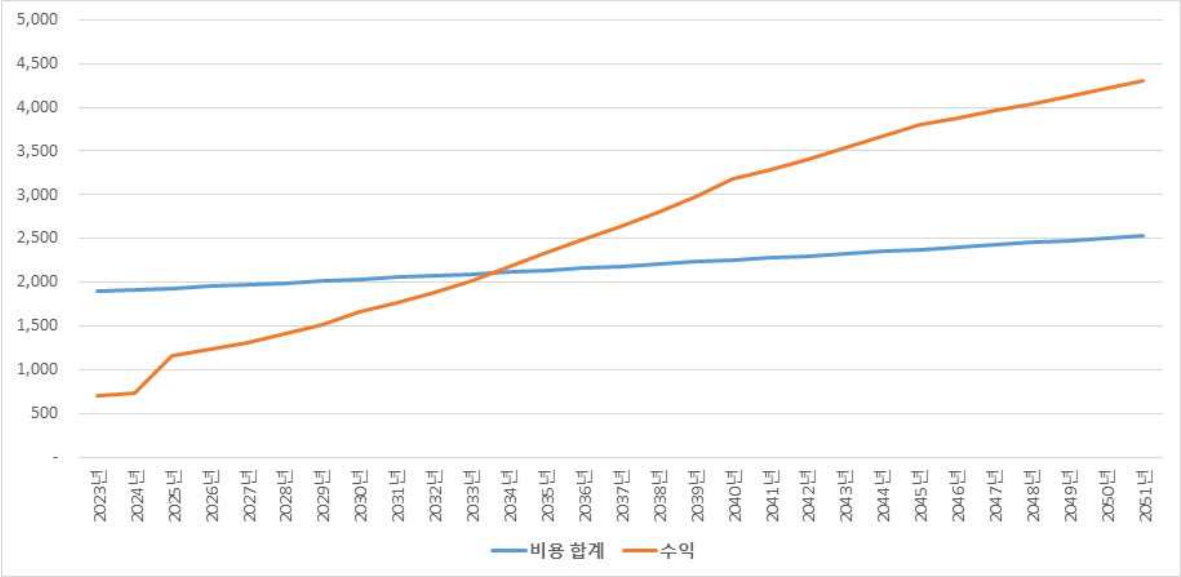
- 시험장 운영비
  - 시험장 운영 경비 : 803 백만원/년(예타 기준시 초기 5년 76 백만원, 5년 이후 153 백만원 적용시, 과소 추정으로 적용하지 않음)
  - 시험장 운영 인건비 : 700 백만원/년(10명 기준 마스터플랜 보고서 기준, 예타기준 한국공항공사, 인천공항공사 중간값)
  - 시험장 활주로 운영비용 : 1,503 백만원/년
  - 기획연구 및 로드맵 수립 연구에서 연간 운영비 20억 원을 추정하고 있어 유사한 비용 도출
- 시험 비용 산출
  - 비행성능시험장에 가장 소요가 높을 것으로 예상되는 드론 및 무인기 기체에 대한 시험평가 비용은 성능시험, 환경시험 등 여러 시험평가를 거칠 경우, 상당한 비용이 소요될 것으로 예상
  - 고흥에서의 시험평가를 비행성능으로 한정할 경우, 전파시험, 환경시험과 같은 고가의 시험평가 비용은 제한적일 것
  - 시험평가 비용을 기종별로 산출하지 않았으며, 개략적인 시험평가에 소요되는 비용으로 소티당 50만원 정도로 하였음

⑬ 시험장 수익성 분석

- 수수료(수익) 기준 설정
- 수익을 시험인증 관련 비용과 비행장 사용료로 구분
- 재무성 분석 방법
  - 완공 후 30년을 분석기간
  - 사업비 : 382억 원(2018년 기본사업계획 사업비)
  - 개통 후 5년까지 초기투자비의 0.2%, 6년 차부터 초기투자비의 0.4%를 운영비 및 유지관리비로 적용

⑭ 손익분기점 예측

- 투자비를 제외하고 수익과 비용을 비교하였을 때 수익이 발생하는 시점은 2034년부터 수익이 발생
- 경제성 분석 결과: NPV는 -443억, B/C 0.41



(그림 2-23. 비용과 수익 비교)

⑮ 민감도 분석

- 편익과 비용은 각각 -20%에서 20%까지의 구간에 대하여 10%씩 변화시켜 분석
- 민감도 분석의 결과
  - 민감도 분석 결과 운영비용의 경우 BEP 시점이 2030년~2037년에 이르며, 수익의 변화에서는 2031년~2038년으로 도출

(표 2-42. 운영비 민감도 분석)

(단위 : 백만 원)

구분	-20%	-10%	0	+10%	+20%
운영비용	1,513	1,702	1,891	2,081	2,270
BEP년도	2030년	2032년	2034년	2036년	2037년

(표 2-43. 수익 민감도 분석)

(단위 : 백만 원)

구분	-20%	-10%	0	+10%	+20%
수요	560	630	700	770	840
BEP년도	2038년	2036년	2034년	2032년	2031년

(표 2-41. 경제성 분석 결과)

년도	공사비 (장비비)	운영비	비용 합계	편익	비용-편익	비용-편익 (현금할인)	비용 (현재가치)	편익 (현재가치)
2019년	11,479		11,479		-11,479	-11,479	11,479	
2020년	19,131		19,131		-19,131	-18,307	18,307	
2021년	7,652		7,652		-7,652	-7,008	7,008	
2022년	9,240	1,503	10,743	640	-10,103	-8,853	9,414	561
2023년	370	1,522	1,892	701	-1,191	-999	1,586	588
2024년	370	1,541	1,911	739	-1,172	-940	1,534	593
2025년	370	1,561	1,931	1,160	-771	-592	1,482	890
2026년	370	1,581	1,950	1,228	-723	-531	1,433	902
2027년	370	1,601	1,970	1,308	-662	-466	1,386	920
2028년	370	1,621	1,991	1,404	-586	-394	1,339	945
2029년	370	1,641	2,011	1,520	-491	-316	1,295	979
2030년	370	1,662	2,032	1,659	-373	-230	1,252	1,022
2031년	370	1,683	2,053	1,766	-287	-169	1,211	1,041
2032년	370	1,705	2,074	1,886	-188	-106	1,170	1,064
2033년	370	1,726	2,096	2,020	-75	-41	1,132	1,091
2034년	370	1,748	2,118	2,171	54	28	1,094	1,122
2035년	370	1,770	2,140	2,341	202	100	1,058	1,158
2036년	370	1,792	2,162	2,482	320	151	1,023	1,175
2037년	370	1,815	2,185	2,635	450	204	989	1,193
2038년	370	1,838	2,208	2,801	593	257	957	1,214
2039년	370	1,861	2,231	2,981	750	311	925	1,236
2040년	370	1,885	2,255	3,177	922	366	895	1,260
2041년	370	1,909	2,278	3,290	1,012	384	865	1,249
2042년	370	1,933	2,303	3,409	1,106	402	837	1,239
2043년	370	1,957	2,327	3,533	1,206	419	809	1,228
2044년	370	1,982	2,352	3,662	1,310	436	782	1,219
2045년	370	2,007	2,377	3,797	1,420	452	757	1,209
2046년	370	2,033	2,402	3,876	1,474	449	732	1,181
2047년	370	2,058	2,428	3,956	1,528	446	708	1,153
2048년	370	2,084	2,454	4,038	1,584	442	685	1,127
2049년	370	2,111	2,480	4,122	1,642	438	662	1,101
2050년	370	2,137	2,507	4,209	1,702	435	641	1,075
2051년	370	2,164	2,534	4,297	1,763	431	620	1,051
합계	58,220					-44,280	76,065	31,785

⑯ 시나리오 분석

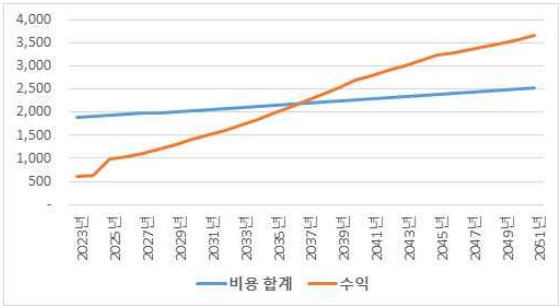
- 자료에 기반하지 않고 환경의 변화를 고려한 시나리오를 가정하여 분석을 수행
  - 시나리오 1 : 현재 예측된 기술수요에 따라 동일한 수요의 증가율과 기술개발이 이루어지는 경우로 기본수요로 설정

- 시나리오 2 : 낙관적 시나리오로 기술수요에 대한 고성장 시나리오임. 비행시험의 대상 기체들이 예측보다 많이 개발될 뿐만 아니라, 신규 비행체에 대한 기술평가 수요가 크게 증가하는 경우
- 시나리오 3 : 보수적 시나리오로 기술수요에 대한 저성장 시나리오임. 주변 드론 및 유무인기 비행체에 대한 시험 인프라를 고흥이 아닌 타 지역에서 이루어질 경우

(표 2-44. 시나리오 구분)

구분	기본수요	고성장 시나리오	저성장 시나리오
성장율	기술별로 수요 성장률 적용	기본 수요와 동일	기본 수요와 동일
미래형 항공기 개발	확정된 계획 반영	미래 제시된 기술들 모두 포함	확정된 계획만 반영
드론 인증/시험 인프라 이용	기준에 따른 분할된 인프라 활용	기준에 따른 분할된 인프라 활용	주변 인프라로 이용 수요 분할

- 시나리오 분석 결과 수요의 증감에 따라 수익발생 시점이 저성장은 2037년부터, 고성장은 2032년부터 발생



<저성장 시나리오 : BEP '37년>

<고성장 시나리오 : BEP '32년>

(그림 2-24. 시나리오 분석)

⑰ 결론

- 수요와 수익성 분석
  - 수요는 비행시험 인프라를 활용을 기초로 하여 기본수요, 필수 이용수요, 인증수요, 신기술 수요의 4가지로 분류하고, 비행 횟수인 쏘티를 기준으로 수요를 예측하였음.

- 2020년에 1,089쏘티, 2030년 3,317쏘티, 2040년, 6,353쏘티, 2050년은 8,417쏘티로 예측

- 수익성 분석
  - 비용과 편익 산출
  - 비용은 활주로 운영 유지비용 및 시험시설 유지 보수비용으로 연간 18.7억원이 소요되는 것으로 추정되었으며, 편익(수익)은 수요를 기초로 하여 2025년 12억원에서 2030년 16억이 될 것으로 예측
  - 수익성 분석 결과, 2034년 이후 운영수익이 발생하는 것으로 예측
- 정책적 제언
  - 드론을 포함하는 무인비행체의 경우 시험평가를 위한 많은 인프라들이 구축
  - 비행성능시험장의 역할을 구분하고, 해당 비행체들의 시험 및 인증에 있어서는 고흥의 시험인프라가 이용될 수 있도록 제도적으로 활용기준을 마련해야 할 것

아. 비행시험 자료계측 및 분석기술 연구

1) 탑재 센서 및 계측시스템 검증방안 개발연구(부록 3-1)

본 연구는 탑재 센서의 센서 종류별 검증방안 개발, 탑재계측시스템과 지상 계측시스템 중 IF 데이터 레코드와 비행 후 데이터처리시스템을 포함한 비행시험 계측시스템의 전반적인 시험항목, 시험 계획 및 절차를 연구함. 또한 향후 IF/RF 데이터 활용을 위한 IF/RF 광대역 및 고속 데이터 저장기술 연구개발과 그 결과물로 개발된 광대역 IF 데이터 레코드 시제품과 검증방안을 연구한 결과임.

가) 탑재 센서 및 계측시스템 검증방안 개요

계측시스템은 비행시험의 성공여부를 정량적으로 판단할 수 있는 기준이 되므로 장비의 선택, 실험실에서 동작확인, 장착, 장착 후 동작확인 및 데이터 전송 정확도 등을 단계적으로 검증해야 함. 또한 비행 계측시스템은 항공기 탑재 계측시스템과, 지상 계측시스템으로 크게 나누어지므로 시스템 검증을 WBS(work breakdown structure)를 기준으로 다음과 같이 단계적으로 구분하여 수행하는 것으로 정리함.

(표 2-45 비행 계측시스템(탑재계측 장비) WBS)

Level4				WBS	Task Description	Notes
1				1	비행 계측시스템	
	2			1.1	탑재계측 시스템	
		3		1.1.1.	데이터수집기(신호처리기)	Data Acquisition system
			4	1.1.1.1	가속도센서	
			4	1.1.1.2	압력센서	
			4	1.1.1.3	온도센서	
			4	1.1.1.4	스트레인게이지 센서	
			4	1.1.1.5	산소량 측정 센서	
			4	1.1.1.6	소음센서	
			4	1.1.1.7	속도센서	
			4	1.1.1.8	유량센서	
			4	1.1.1.9	전기센서	
			4	1.1.1.10	각도센서	
			4	1.1.1.11	길이센서	
			4	1.1.1.12	진동센서	
		3		1.1.2	데이터 저장기	Data Recorder
			4	1.1.2.1	먹스	MUX
		3		1.1.3	시간 동기기	Time Code Generator
				1.2.3.1	G.P.S. 안테나	
		3		1.1.4.	영상기록기	Digital Video Recoder
		3		1.1.5	송신기(텔레메트리)	Transmitter
			4	1.1.5.1	상부 안테나	
			4	1.1.5.2	하부 안테나	
	2			1.2	지상계측 시스템	

1단계: 탑재 센서 및 시스템 시험실 점검

- 탑재 센서 전기적 성능검증
- 탑재 장비 전기적 성능검증
- 탑재시스템 전기적 성능 종합 점검

2단계: 탑재 센서 및 시스템 비행기 장착 후 점검

- 탑재 센서 전기 및 환경시험
- 탑재 장비 전기 및 환경시험
- 탑재시스템 전기 및 환경 종합시험

3단계: 지상 시스템 시험실 점검

- 지상국 설치 장비 전기적 성능검증
- 지상 시스템 전기적 성능 종합 점검

4단계: 지상 시스템 설치 후 점검

- 지상국 설치 안테나 전기 및 환경시험
- 지상 시스템 전기 및 환경 종합시험

5단계: 계측시스템 종합시험

- 탑재 시스템 데이터 수집 시험
- 탑재 시스템 데이터 저장 시험
- 탑재 시스템 데이터 전송 시험
- 지상국 데이터 수신 시험
- 지상국 데이터 저장 시험
- 비행시험 후 데이터 처리 시험

나) 탑재 센서 검증방안

탑재 센서 검증방안을 위해 가속도 측정센서, 온도 측정센서, 압력 측정센서, 유량 측정센서, 변위 측정센서, 자이로스코프 센서, 복합 센서, 공기데이터 측정센서, 전기 측정센서, 진동 측정센서, 소음 측정센서 등 각 종류별 센서에 대한 주요 시험평가 항목을 도출하고 사양에 대해 예를 들어 제시함.

(표 2-46. 서보 가속도계 시험평가 항목 및 사양 (예))

분류	항목	Sherborne Sensors	BEI
환경 특성	모델명	A260 Series	4311A
	운용 온도	-55°C to +95°C	- 40°C to +93°C
	Survival Temperature Range	- 65 to 105°C	
	저장 온도		-54°C to +93°C
	Constant Acceleration	100g in all 3 axes without damage	
	Shock	100g, 11ms ½ sine	100g, 11 msec
	고도	30,000m (98,400ft)	
	Environmental Sealing	IP65	
사양	Excitation Voltage	16V to 32V dc	± 15vdc ± 10% at 10ma maximum
	소비 전력	1W	
	Full Range 출력 (FRO)	± 5V dc	

	표준 출력	± 1% of FRO	
	출력 임피던스	5000 Ω(nom)	5000 Ω(nom)
	출력 잡음 (DC to 10kHz)	< 0.005 V rms	< 0.0075 vrms
	Non-linearity	± 0.05% of FRO	< 0.05% of full range
	Hysteresis	0.02% of FRO	< 0.02% of full range
	Resolution	0.0005% of FRO	< 0.001% of full range
	Natural 주파수	115 Hz(nom)	5 - 250 Hz at 22°C
	Sensitive Axis-to-Case Misalignment	< ± 0.2 deg	
	Cross-axis Sensitivity	± 0.2% of FRO	< 0.002 g/g of applied acceleration
	Zero Offset	< ± 0.1% of FRO	< 0.1% of full range
	Damping Ratio	0.6 ± 0.1	0.7 ± 0.1
	Insulation Resistance	≥ 20MΩ	
	Thermal Zero Shift	≤ ± 0.002%FRO/°C(max)	
	Thermal Sensitivity Shift	≤ ± 0.02% Reading/°C(max)	
	중량	180g (6.3oz)	34 grams (1.2 oz.)
	Temp. Coeff. of Null (of full range)		< 0.0018% per °C
	Temp. sensitivity of Scale Factor		< 0.018% per °C
	Range		± 0.5 g to ± 20 g
	Voltage Output—Nominal		± 7.5v dc full scale set to 1% at factory
	Output Current		3ma full range
	Vibration Survival		15g rms, bandwidth 20 to 2000Hz

(표 2-47. 센서의 시험 종류)

WBS No.	센서 종류	시험실 성능점검		항공기 설치후 성능점검	
		전기적 성능	환경시험	전기적 성능	환경시험
1.1.1.1	가속도센서	필수	필요시 수행	필수	필요시 수행
1.1.1.2	압력센서	필수	필요시 수행	필수	필요시 수행
1.1.1.3	온도센서	필수	필요시 수행	필수	필요시 수행
1.1.1.4	스트레인 게이지 센서	필수	필요시 수행	필수	필요시 수행
1.1.1.5	산소량 측정 센서	필수	필요시 수행	필수	필요시 수행
1.1.1.6	소음센서	필수	필요시 수행	필수	필요시 수행
1.1.1.7	속도센서	필수	필요시 수행	필수	필요시 수행
1.1.1.8	유량센서	필수	필요시 수행	필수	필요시 수행
1.1.1.9	전기센서	필수	필요시 수행	필수	필요시 수행
1.1.1.10	각도센서	필수	필요시 수행	필수	필요시 수행
1.1.1.11	길이센서	필수	필요시 수행	필수	필요시 수행
1.1.1.12	진동센서	필수	필요시 수행	필수	필요시 수행

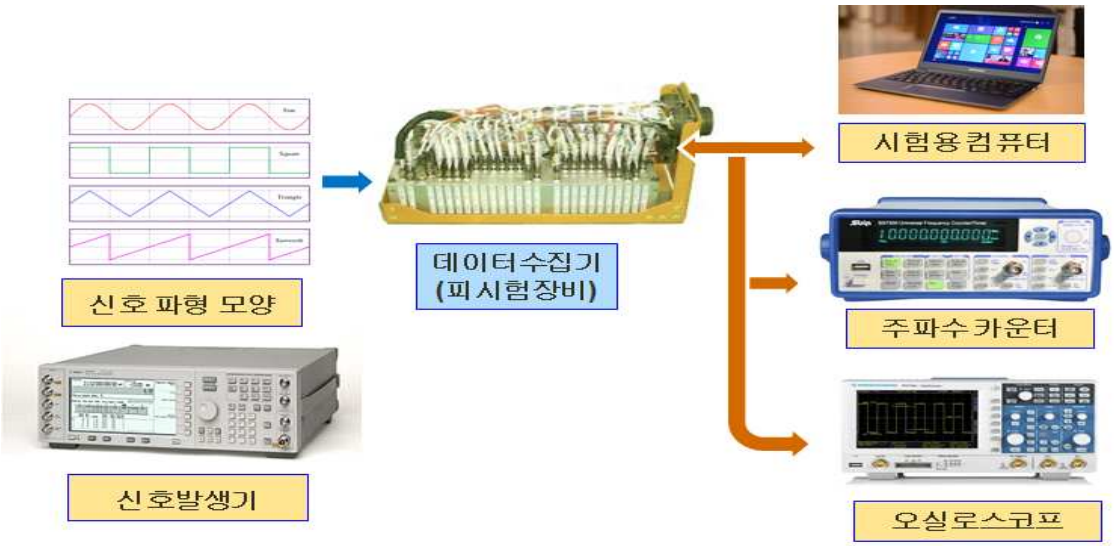
센서들은 시험실 성능점검은 전기적 성능시험을 중점적으로 실시하며, 설치후 시험은 전기적 성능시험과 필요시 진동 등 일부 환경시험을 실시하는 것이 타당할 것으로 판단됨. 센서의 시험절차, 시험절차서와 성적서는 센서의 종류에 따라 요구되는 성능검사가 다르기 때문에 각 센서마다 검토해야 함. 그러나 WBS 단계4에서 요구되는 성능검사에 적용할 수 있는 시험절차서와 시험성적서는 센서 제조회사에서 발행하는 자료를 물리적 검사로 1차 확인하는 방법과 DAS와 연동하여 시험하거나, 센서시험 지그(zig)를 사용하여 시험하는 방법이 있음.

다) 탑재계측시스템 검증방안

탑재계측시스템 검증방안을 위해 데이터 수집기(신호처리기), 데이터저장기, 표준시간 측정장비, 비디오 저장장치, 데이터 송신기 등에 대한 시험평가 항목을 도출하고 이에 대해 시험계획서, 시험절차서를 제시하였음.

(표 2-48. 데이터 수집기 시험평가 항목 및 시험내용)

순서	시험항목	시험내용(종류, 범위, 규격)	시험용장비
1	육안검사	물품 종류, 재질, 파손, 표면 등	
2	물리적 크기 검사	3차원 크기, 무게	
3	전원검사	입력 전원, 주파수, 출력 크기	
4	데이터 전송속도	최대속도 40Mbps 이상 신호발생기에서 신호 입력 주파수 카운터를 사용하여 전송속도 측정	신호발생기 주파수카운터
5	coding 방법 및 종류	NRZ-L/M/S, RNRZ-L, Biphase-L/M/S 등 신호발생기에서 관련 신호 입력 오실로스코프로 출력 확인	신호발생기 오실로스코프
6	입력포트/출력포트	입력 : 입력센서 이상, 출력 : 제어/송신용 입력포트에 센서 신호 입력 출력포트에서 출력 확인	시험용 컴퓨터
7	인터페이스 시험	Ethernet, USB interface, 기타 입력포트에 센서 신호 입력 출력포트에서 출력 확인	시험용 컴퓨터



(그림 2-25. 데이터 수집기 시험평가 장비 구성 (예))

데이터 수집기 시험평가 절차는 다음과 같으며, 시험절차서는 장비가 선정되면 다음 사항을 중심으로 기술하면 됨.

- 피시험장비의 외형과 크기, 입출력 포트 등 물리적 검사를 실시
- 피시험장비에 전원을 공급
- 시험용 컴퓨터를 연결
- 피시험장비와 시험용 컴퓨터를 이더넷, 또는 USB 인터페이스로 연결한 후 상호연동을 확인
- 신호발생기를 연결
- 오실로스코프를 연결
- 주파수 카운터를 연결
- 신호발생기에서 40 Mbps 신호를 입력
- 주파수 카운터 또는 시험용 컴퓨터에서 데이터 전송속도를 측정
- 데이터 수집기에서 NRZ-L/M/S, RNRZ-L, Biphase-L/M/S 등 코딩모드를 선정하여 신호를 출력하고 오실로스코프에서 파형을 확인
- 데이터 수집기의 입력포트를 변경하면서 8)-10) 사항을 확인

데이터 저장장치 시험평가 항목으로 물품 종류/재질/파손 여부/표면 상태 등의 육안검사, 크기 및 무게 등의 물리적 크기 검사, 전원 검사, 멀티플렉스 기능, DLT Drive 사용 여부, 저장 속도, 그리고 저장용량 등임.

(표 2-49. 데이터 저장장치 시험평가 항목 및 시험 내용(예))

순서	시험항목	시험내용(종류, 범위, 규격)	시험용장비
1	육안검사	물품종류, 재질, 파손, 표면 등	
2	물리적 크기 검사	3차원 크기, 무게	
3	전원 검사	입력전원, 주파수, 출력 크기	
4	Multiplex 기능	보유	신호발생기 시험용 컴퓨터
5	DLT Drive	사용	
6	저장 속도	40 Mbps 이상	시험용 컴퓨터
7	저장용량	40 GB 이상	시험용 컴퓨터

(그림 2-26. 데이터 저장장치 시험평가 장비 구성(예))

데이터 저장장치의 시험평가 절차는 다음과 같음.

- 피시험장비의 외형과 크기, 입출력 포트 등 물리적 검사를 실시
- 피시험장비에 전원을 공급
- 시험용 컴퓨터를 연결
- 피시험장비와 시험용 컴퓨터를 이더넷, 또는 USB 인터페이스로 연결한 후 상호연동을 확인
- 신호발생기를 연결
- 주파수 카운터를 연결
- 신호발생기에서 40 Mbps 신호를 입력
- 주파수 카운터 또는 시험용 컴퓨터에서 데이터 전송속도를 측정
- 데이터 저장용량을 확인

(표 2-50. 시간부호 발생기 시험평가 항목 및 시험 내용(예))

순서	시험항목	시험내용(종류, 범위, 규격)	시험용장비
1	육안검사	물품종류, 재질, 파손, 표면 등	
2	물리적 크기 검사	3차원 크기, 무게	
3	전원검사	입력전원, 주파수, 출력크기	
4	입력신호	GPS 신호	
5	시간 정밀도	1ms/1us	신호발생기 시험용 컴퓨터
6	출력신호	IRIG-B 또는 IEEE-1588	시험용 컴퓨터
7	인터페이스 시험	Ehternet, USB interface, 기타	시험용 컴퓨터

표준시간 측정장비의 경우, 육안검사, 물리적 크기 검사, 전원검사, 입력신호, 시간정밀도, 출력신호, 인터페이스 시험 등임.

(그림 2-27. 시간부호 발생기 시험장비 구성(예))

비디오 저장장치의 경우 멀티플렉스 기능 여부, DLT Drive 여부, 저장속도, 그리고 저장용량 등임.

(표 2-51. 비디오 저장장치 시험평가(예))

순서	시험항목	시험내용(종류, 범위, 규격)	시험용장비
1	육안검사	물품종류, 재질, 파손, 표면 등	
2	물리적 크기 검사	3차원 크기, 무게	
3	전원검사	입력전원, 주파수, 출력 크기	
4	Multiplex 기능	보유	신호발생기 시험용 컴퓨터
5	DLT Drive	사용	
6	저장속도	40 Mbps 이상	시험용 컴퓨터
7	저장용량	40 GB 이상	시험용 컴퓨터

(그림 2-28. 비디오 저장장치 시험평가 장비 구성(예))

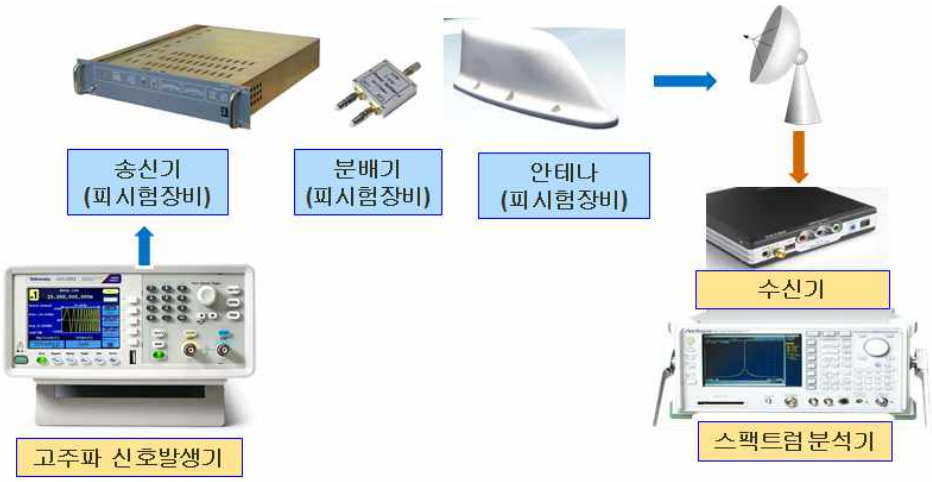
시험평가 절차는 다음과 같음.

- 피시험장비의 외형과 크기, 입출력 포트 등 물리적 검사를 실시
- 피시험장비에 전원을 공급
- 시험용 컴퓨터를 연결
- 피시험장비와 시험용 컴퓨터를 이더넷, 또는 USB 인터페이스로 연결한 후 상호연동을 확인
- GPS 안테나 또는 신호발생기를 연결
- 주파수 카운터를 연결
- 시험용 컴퓨터에서 데이터 연동을 확인

데이터 송신기의 경우는 주파수, 주파수 대역폭, 변조방식, 그리고 출력 등임.

(표 2-52. 송신기의 시험평가 항목 및 시험 내용(예))

순서	시험항목	시험내용(종류, 범위, 규격)	시험용장비
1	육안검사	물품종류, 재질, 파손, 표면 등	
2	물리적 크기 검사	3차원 크기, 무게	
3	전원검사	입력전원, 주파수, 출력크기	
4	주파수 대역	S & C-Band 입력 : 고주파신호 발생기 출력 : 스팩트럼 분석기	고주파 신호발생기 스팩트럼 분석기
5	주파수 대역폭	40 MHz 이상 입력 : 고주파신호 발생기 출력 : 스팩트럼 분석기	고주파 신호발생기 스팩트럼 분석기
6	변조방식	PCM/FM, SOQPSK, Multi-h CPM 등 입력 : 고주파 신호발생기 출력 : 수신기	고주파 신호발생기 수신기
7	출력/기타	10mW, 1W, 5W, 10W, 20W, 25W 중 선택 입력 : 고주파 신호발생기 출력 : 스팩트럼 분석기, direction coupler	고주파 신호발생기 스팩트럼 분석기



(그림 2-29. 송신기 시험평가 장비 구성(예))

송신기 시험평가 절차는 다음과 같음.

- 피시험장비의 외형과 크기, 입출력 포트 등 물리적 검사를 실시
- 피시험장비에 전원을 공급

- 시험용 컴퓨터를 연결
- 스펙트럼 분석기 또는 주파수 카운터를 연결
- 고주파 신호발생기에서 고주파 신호를 입력
- 스펙트럼 분석기에서 주파수와 전송속도를 측정

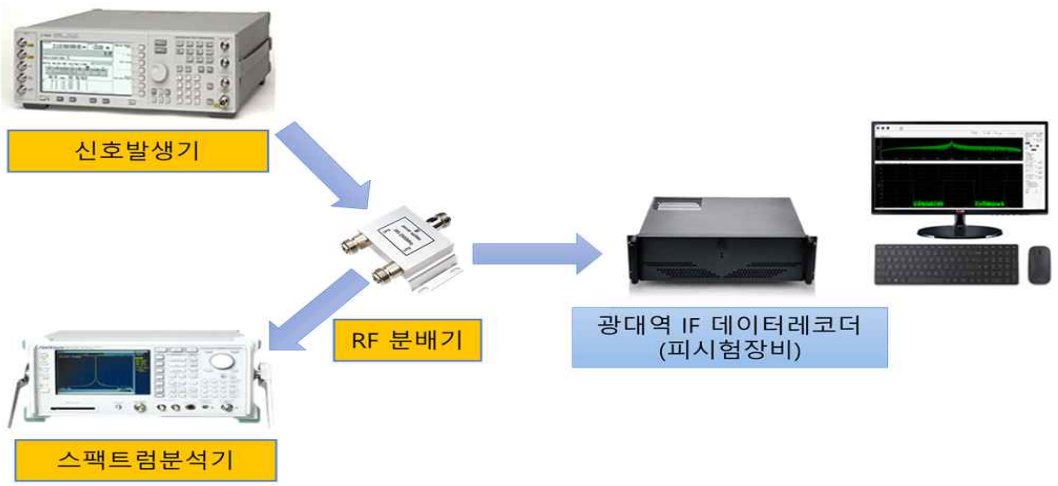
라) 지상 계측시스템 검증방안

지상 계측장비 중 본 사업의 설치계획에 포함되지 않은 IF 데이터 레코더와 비행후 데이터 처리시스템에 대한 검증방안은 다음과 같음.

IF 데이터 레코더 시험평가 항목은 인터페이스, 주파수 및 대역폭, 녹음 해상도, 녹음 파일 형식, 저장용량, 그리고 제어프로그램 등이며 시험내용의 예는 표와 같음.

(표 2-53. IF 데이터 레코더 시험평가 항목 및 시험 내용(예))

시험 항목	시험 내용	시험장비
인터페이스	• 데이터 입력 포트 70MHz IF 입력 1채널, SMA F • 기준클럭 입력 포트 10MHz 1채널, SMA F	신호발생기 스펙트럼 분석기
주파수 및 대역폭	• 중심주파수 70MHz • 최대 입력 대역폭 40MHz • 대역폭 선택기능 1/5/10/20/40MHz	
녹음 해상도	16bit	
녹음파일 형식	원시데이터 (RF/IF Binary)	
저장용량	3TB	
제어프로그램	신호의 저장 및 재생/분석	



(그림 2-30. IF 데이터 레코더 시험평가 장비 구성(예))

IF 데이터 레코더의 시험평가 절차는 다음과 같음.

- 피시험장비의 외형과 크기, 입출력 포트 등 물리적 검사를 실시
- 피시험장비에 전원을 공급
- 피시험장비에 모니터, 키보드, 마우스를 연결
- 신호발생기를 RF 분배기에 연결
- 스펙트럼 분석기를 RF 분배기에 연결
- RF 분배기와 피시험장비를 연결
- 피시험장비의 제어프로그램을 통해 신호를 저장하고 출력
- 3TB 데이터 저장용량을 확인

비행 후 데이터처리시스템의 시험평가 항목은 메모리, 저장장치. 출력형태, 입력형태, 접속가능 수, 사용자 개발 툴, 영상분석 툴, 가상현실 기능, 그리고 네트워크 등이며 시험내용은 표 2-54와 같음.

(표 2-54. 비행후 데이터처리시스템 시험평가 항목 및 시험 내용(예))

구분	시험 내용
메모리	64 GB
저장장치	30 TB Raid
Import 형태	Chapter 10, Proprietary
Export 형태	Matlab CSV/Excel/ Proprietary, Binary, ASCII, 영상, 음성데이터
접속자 수	20명 이상
사용자 개발 툴 제공	제공
영상분석 툴 제공	제공
2D/3D 가상현실 제공	제공
네트워크 제공	제공

(그림 2-31. 비행후 데이터 처리시스템 시험평가 장비 구성(예))

시험평가 절차는 다음과 같음.

- 피시험장비의 외형과 크기, 입출력 포트 등 물리적 검사를 실시
- 피시험장비에 전원을 공급
- 시험용 컴퓨터를 연결
- 피시험장비와 시험용 컴퓨터를 이더넷, 또는 USB 인터페이스로 연결한 후 상호연동을 확인
- 신호발생기를 연결
- 주파수 카운터를 연결
- 신호발생기에서 40Mbps 신호를 입력
- 주파수 카운터 또는 시험용 컴퓨터에서 데이터 전송속도를 측정
- 데이터 저장용량을 확인

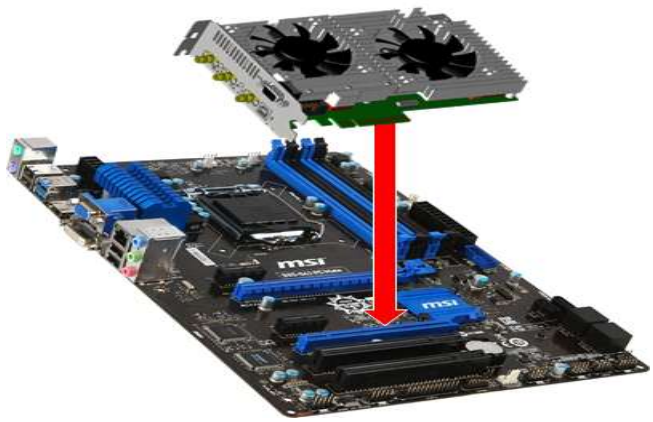
마) IF/RF 광대역 및 고속데이터 저장기술 연구개발 - 시제품 개발

IF/RF 광대역 및 고속데이터 저장기술 연구개발을 위하여 2차 연도에 제작한 IF/RF 데이터 처리 보드를 제어할 수 있는 시스템 제어부의 개발과 데이터 처리 보드로부터 송신되는 데이터를 저장매체에 안정적으로 저장하기 위한 인터페이스 선정, 그리고 인터페이스를 통해 전송된 데이터를 고속으로 저장할 수 있는 저장매체의 선정하였음. 또한 이렇게 선정된 데이터 처리부를 제어하기 위한 스토리지 제어부를 개발하였음. 광대역의 IF 신호를 처리하기 위해서 고성능의 IF/RF 고속 데이터 처리 보드를 제작하였음. 이렇게 제작된 보드를 PC 메인보드와 연결하기 위해 대용량의 데이터를 고속으로 전송할 수 있는 인터페이스의 선정이 필요함.

인터페이스를 선정하기 위해서 먼저 보드에서 처리되는 데이터의 양을 산출함. 데이터는 원시데이터의 형태로 저장되며, CPU의 Clock, Data Width, 그리고 Decimation에 의해 처리 데이터의 양이 결정됨. IF/RF 고속 데이터 처리 보드에서 생성되는 원시데이터는 최대 1.589Gb/s (=198.625MB/s)이다. 이러한 대용량의 데이터를 IF/RF 고속 데이터 처리보드로부터 PC로 전송하기 위해 PCI-e 2.0 인터페이스(4.00GB/s까지 지원)를 선정하였음.

(표 2-55. IF/RF 고속 데이터 처리 보드에서 처리되는 데이터의 양)

Band Width (MHz)	Clock (MHz)	Raw Data	
		Data Width	Data Rate (Gb/s)
40	213.333	32	1.589
20	213.333	32	0.795
10	213.333	32	0.397
5	213.333	32	0.199
1	213.333	32	0.050



(그림 2-32. IF/RF 고속 데이터 처리 보드의 인터페이스 선정)

IF/RF 고속 데이터 처리 보드의 PCI-e 2.0 인터페이스를 통해 대용량의 데이터가 전송될 수 있지만, 이와 같이 전송되는 데이터가 저장되는 저장매체의 쓰기 속도 또한 고려되어야 한함. 일반적인 하드디스크(HDD)의 쓰기 속도로는 대용량의 데이터를 안정적으로 저장하기는 불가능함. 따라서 저장매체는 3D NAND 방식 및 SATA3 인터페이스가 적용된 SSD로 선택하였음. 시스템 제어부는 IF/RF 고속 데이터 처리 보드에 각종 제어 명령을 송신하여, 녹음 대역폭을 선택하거나, 데이터 처리 보드의 상태를 확인함. 운용자가 GUI를 통해 대역폭 등에 대해 원하는 값을 설정하여 제어 명령을 송신하면, Driver 명령을 통해 데이터 처리보드에 명령이 전달되고, 데이터 처리보드의 상태정보를 요청시에는 응답으로 정상작동 유무 등의 ADC 보드 정보를 수신함. 스토리지 제어부는 IF/RF 고속 데이터 처리 보드를 통해 처리되는 데이터를 저장매체에 원활하게 저장되도록 함. 제어부의 녹음 시작 명령을 통해 일련의 녹음 과정이 시작되며, 데이터 처리 보드로부터 송신되는 데이터를 파일 형태로 SSD에 안정적으로 저장함.

(표 2-56. 광대역 IF 데이터 레코더 시제품 시험평가 항목 및 규격)

항목	규격
입력 중심주파수	70MHz
최대 입력 대역폭	40MHz
데이터 입력포트	70MHz IF 입력 1 채널, SMA F
기준클럭 입력 포트	10MHz 기준 클럭 입력 1 채널, SMA F
녹음 대역폭 선택	1/5/10/20/40MHz
녹음 해상도	16bit
녹음파일 형식	원시데이터 (RF/IF Binary)
저장용량	4TB
GUI 소프트웨어	저장 - 저장/삭제/재생, 실시간 상태 정보제어, 제어 및 운용 재생 - 스펙트럼/진폭 그래프
크기	19 인치 랙타입, 3U, 430mm (W) x 400mm (D) x 132(H)

광대역 IF 데이터 레코더를 검증하기 위한 시험평가 항목은 입력 중심주파수, 최대 입력 대역폭, 데이터 입력포트, 기준 클럭 입력포트, 녹음 대역폭 종류, 녹음 해상도, 녹음파일 형식, 저장용량, GUI 운용 기능, 그리고 크기 등이며 상세 규격의 예는 상기 표 2-39와 같음.

광대역 IF 데이터 레코더 검증을 위한 시험평가 계획 및 시험절차와 그 결과의 예는 다음과 같음. 최대입력 대역폭은 40MHz이고, 이를 검증하기 위해, 50MHz~90MHz의 구간을 10MHz 간격으로 측정함. 신호발생기를 통해 장비로 신호를 입력하여, 신호를 저장하고, GUI의 스펙트럼 화면 출력을 통해, 입력된 신호가 정상적으로 저장되었음을 검증함.

◆ 입력 중심주파수 및 최대입력 대역폭 검증

- 장비 및 GUI 설정
  - 신호발생기 : 주파수 50~90MHz, 진폭 -20dBm
  - 광대역 IF 데이터 레코더 : 대역폭 40MHz
- 시험절차
  - 신호발생기의 출력과 광대역 IF 데이터 레코더의 입력을 RF 케이블로 연결
  - 장비 설정값에 따라 운용자 GUI의 대역폭을 설정
  - 대역폭을 설정 후 저장명령으로 해당 IF 신호를 저장한다. 입력신호는

50MHz, 60MHz, 70MHz, 80MHz, 90MHz에 대해 각각 수행

- 신호발생기의 신호와 광대역 IF 데이터 레코더의 스펙트럼 출력을 비교하여, 신호의 저장이 정상적으로 수행되었는지 판단

◆ 녹음 대역폭 선택기능 검증

녹음 대역폭 선택기능의 검증은 선택 가능한 녹음 대역폭 각각에 대하여 검증을 수행함. 각 대역폭에 대한 검증은 최대 대역폭 검증 방식과 동일하게 수행함. 선택 가능한 대역폭의 종류는 1MHz, 5MHz, 10MHz, 20MHz, 40MHz가 있고 40MHz에 대한 검증이 이미 수행되었으므로 나머지 대역폭에 대해서만 검증을 수행함.

- 장비 설정
  - 신호발생기 : 각 대역폭 별 최대주파수와 최소주파수, -20dBm
  - 광대역 IF 데이터 레코더 : 대역폭 1MHz, 5MHz, 10MHz, 20MHz
- 시험절차
  - 신호발생기의 출력과 광대역 IF 데이터 레코더의 입력을 RF 케이블로 연결
  - 장비 설정값에 따라 운용자 GUI에서 장비의 대역폭을 설정
  - 대역폭을 설정 후 저장명령으로 해당 IF 신호를 저장한다. 입력신호는 각 대역폭의 최소주파수와 최대주파수로 설정
  - 신호발생기의 신호와 광대역 IF 데이터 레코더의 스펙트럼 출력을 비교하여, 신호의 저장이 정상적으로 수행되었는지 판단

◆ 녹음 해상도 검증

녹음 해상도는 16bit이고 이를 검증하기 위해 데이터 1개당 16bit를 나타냄을 보임. 데이터 1개의 크기를 알기 위해서는 저장된 데이터 파일의 크기와 데이터 개수를 알아야 함. 원시데이터 파일의 용량 값을 데이터 개수로 나누면 I 데이터와 Q 데이터 한 쌍의 데이터 용량이 산출되며, 이를 통해 I 데이터와 Q 데이터 각각의 데이터 크기가 16bit로 계산되면, 녹음 해상도 16bit임이 검증됨.

- 장비 설정
  - 신호발생기 : 주파수 70MHz, 진폭 - 20dBm
  - 광대역 IF 데이터 레코더 : 대역폭 40MHz
- 절차
  - 신호발생기의 출력과 광대역 IF 데이터 레코더의 입력을 RF 케이블로 연결
  - 운용자 GUI에서 대역폭을 40MHz로 선택하여 장비를 설정

- 대역폭과 녹음파일 형식을 설정 후 저장명령으로 해당신호를 저장
- 저장된 파일의 크기를 확인
- 저장된 파일에 포함된 데이터 개수를 확인
- 저장된 파일의 크기와 데이터 개수를 계산하여 IQ 데이터 한 쌍의 용량 계산
- 각 데이터의 크기를 계산

◆ 녹음파일 형식 검증

녹음파일은 원시데이터로 저장되며 전시화면을 통해 이것을 검증함. 원시데이터 파일의 각 데이터는 IQ 데이터의 형태이며, 전시화면을 통해 I 데이터와 Q 데이터가 정상적으로 녹음이 되었는지 확인함.

- 장비 설정
  - 신호발생기 : 주파수 70MHz, 진폭 -20dBm,
  - 광대역 IF 데이터 레코더 : 대역폭 40MHz
- 절차
  - 신호발생기의 출력과 광대역 IF 데이터 레코더의 입력을 RF 케이블로 연결
  - 운용자 GUI를 통해 대역폭을 40MHz로 설정하여 장비를 설정
  - 저장된 원시데이터를 재생하여, I 데이터와 Q 데이터 각각이 전시화면에 정상적으로 출력되는지 확인

○ 광대역 IF 데이터 레코더 시제품 개발

광대역 IF 데이터 레코더 시제품을 개발 개발하기 위하여 2차 연도에서 수행한 'IF/RF 저장을 위한 고속데이터 처리기술 연구개발'의 결과물인 고속데이터 처리 IF/RF 신호처리보드와 3차 연도 전반부에 걸쳐 수행한 'IF/RF 광대역 및 고속데이터 저장기술 연구개발'의 결과로 개발된 데이터 처리보드, 그리고 이를 운용하기 위한 운용자 GUI를 개발하고 이들 결과물을 하나의 시스템으로 integration하여 광대역 IF 데이터 레코더의 시제품을 제작하였음. 2차 연도에는 RF 신호를 수신하는 아날로그 신호 입력 모듈, 아날로그 신호를 디지털 신호로 변환하는 아날로그 신호처리부, 디지털 FIR 필터 및 디지털 하향 변환기를 통해 분석할 수 있는 데이터의 형태로 가공하는 디지털 신호처리부를 포함하여 하나의 보드 형태로 된 IF/RF 광대역 데이터 처리 보드를 제작하였음. 3차 연도에는 이 보드를 제어할 수 있는 시스템 및 스토리지 제어부를 개발하고, 처리되는 데이터를 저장할 수 있는 데이터 처리부 및 저장매체를 선정하였음. 또한, 운용 및 분석을 위한 운용자 인터페이스를 GUI 상에 개발하였음.

광대역 IF 데이터 레코더 시제품의 주요 사양은 다음과 같음.

① 입력 중심주파수: 70MHz IF Out

② 최대 대역폭: 40MHz

③ 데이터입력 포트: SMA IF 1채널

④ 선택 가능 대역폭: 1MHz, 5MHz, 10MHz, 20MHz, 40MHz

⑤ 해상도: 16bit

⑥ 녹음파일 형식: 원시데이터(RF/IF Binary)

⑦ 저장용량: 3T

⑧ 운용화면: 저장/삭제/재생, 스펙트럼/진폭 그래프, 실시간 상태 정보제어, 제어/운용

2) 효율적인 비행시험 데이터 분석 및 시스템 유지 방안 연구(부록 3-2)

- 본 연구는 비행시험 데이터 분석과 이를 위한 소프트웨어 TOOL 연구, 계측시스템의 효율적인 운영방안, 비행 후 처리를 위한 IF/RF 광대역 데이터 레코더 활용방안 연구, 그리고 계측시스템 유지보수 등에 대하여 수행함.

가) 비행시험 데이터 분석을 위한 소프트웨어 Tool 연구

비행시험 데이터 처리시스템은 수신기로부터 실시간으로 출력되는 베이스밴드 신호를 처리하여 항공기 상태 모니터링이 가능한 계측값으로 변환하고 이를 실시간으로 시현하여 주는 실시간 데이터 처리시스템과 탑재계측과 지상계측에서 획득한 데이터를 항공기의 정확한 성능 및 특성 정보로 변환하여 최종적으로 분석 가능한 형태의 결과물로 제공하기 위한 비행 후 데이터 처리시스템으로 구분됨. 각각의 시스템에서 데이터 분석을 위한 소프트웨어 Tool에 대해 연구한 결과임.

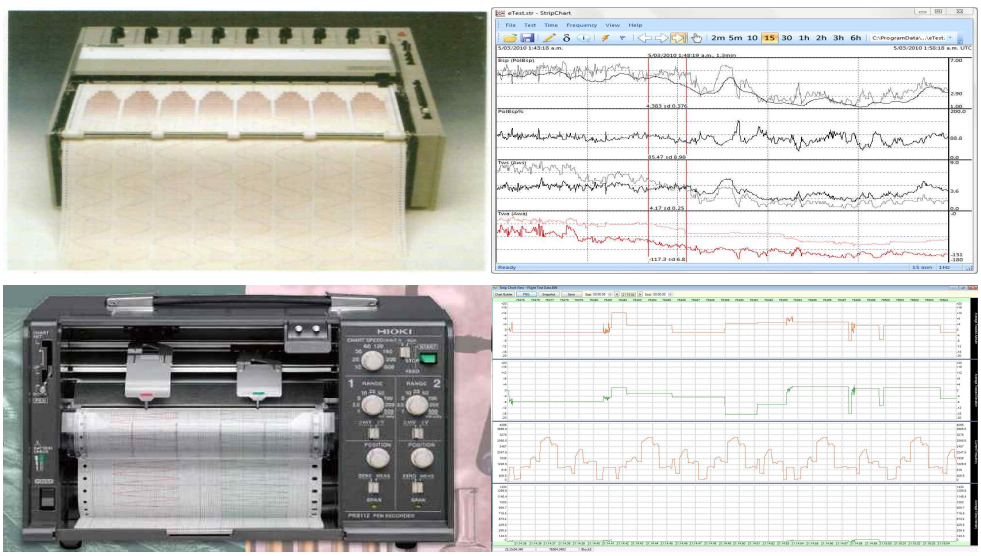
실시간 시현 방법은 일반적으로 아래와 같이 네 가지로 구성되어 있음.

- Display 화면
- 스트립 Chart
- FDS(Flutter Display System)
- Video/Audio

실시간 Display 화면은 항공기의 기본 정보 및 시험 항공기 성능 해석을 위한 계측항목(parameter)의 데이터 시현이 그 목적임. 구성된 화면의 각 항목에는 항공기의 계측 항목이 링크되어 있어서 항공기 상태를 실시간으로 모니터링할 수 있음.

(그림 2-33. Display 화면(예))

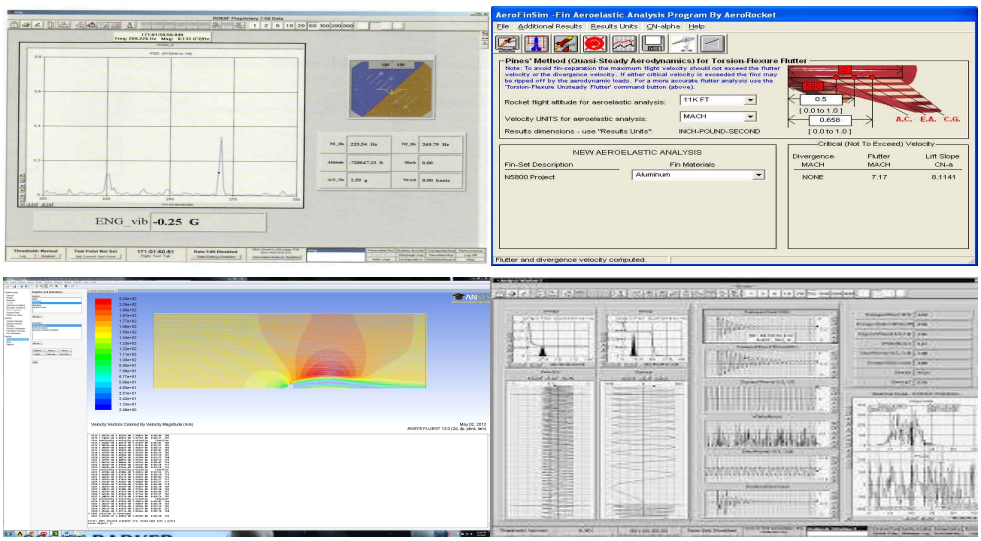
스트립 차트(strip Chart)는 모니터 화면상에 구현되는 것이 아니라 장비를 이용하여 실시간으로 데이터를 받아서 그래프 형식으로 표시해 주는 장비를 말함. 스트립 차트는 여러 가지 기능이 있으나 가장 기본적인 기능은 실시간 모니터링 중 엔지니어가 순간적으로 놓칠 수 있는 중요 데이터를 직접 그래프를 통해 확인할 수 있는 것임. 항공기의 성능을 평가할 때나 위험한 임무 수행 시 계통 엔지니어는 이 스트립 차트에 기록된 데이터로 비행시험 중인 항공기의 상태를 평가할 수 있음.



(그림 2-34. Strip Chart(예))

플러터(Flutter)란 고속으로 비행하는 항공기의 날개가 공기 흐름에 영향을 받아 심한 진동을 일으키는 현상을 말하며, 이러한 플러터가 발생하게 되면 진동이 급속하게 퍼져 항공기가 위험한 상황에 직면하게 됨으로 플러터가 발생하지 않도록 항공기의

고도 및 속도를 제한할 필요성이 있음. 항공기는 플러터 시험과 더불어 하중시험에서도 고도, 속도에 대한 하중 데이터를 측정하고 획득하여 하중 해석모델을 결정하기 위해 FDS(Flutter Display System)를 사용함. 플러터 비행시험에서는 실시간으로 주파수, 감쇠계수 분석이 필요하기 때문에 비행시험에서는 플러터 전용 소프트웨어 프로그램을 사용함.



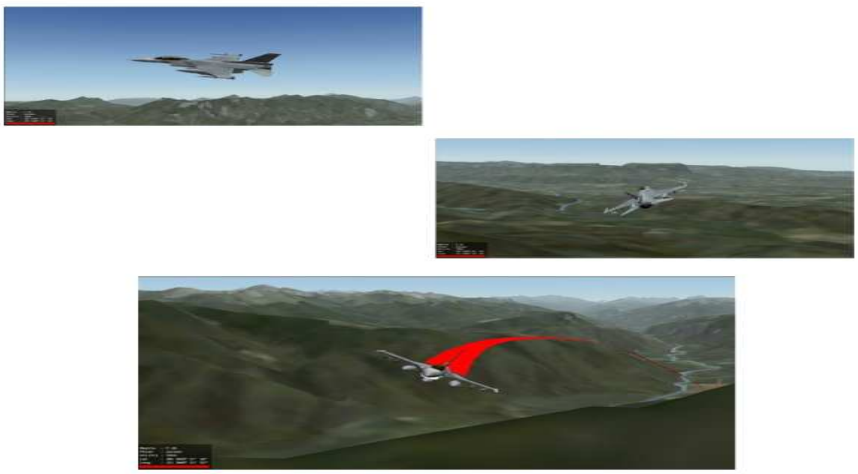
(그림 2-35. IDAS로 구성한 Flutter Display System(예))

T-50 비행시험 시, 플러터 전용 소프트웨어 프로그램으로 IADS(Interactive Analysis and Display System)를 사용하여 구현하였음. 상호분석표시시스템(IADS) 프로그램은 대부분의 실시간 시현 화면과 동일하며, 특히 항공기의 동특성 해석과 Flutter/진동시험 해석에 매우 유용함. 이 프로그램은 F-22, F-15, F-16, C-17, JSF 등의 항공기 개발 프로그램에도 실시간 시현 화면과 Post Flight 분석용으로 사용되었으며, 실시간 화면뿐만 아니라 비행이 끝난 후 30분 이내 비행 데이터를 분석할 수 있도록 만든 Post Flight 분석용으로도 큰 장점을 갖고 있음.

영상신호는 그래픽 시현에 함께 시현될 수 있음. 이러한 영상은 다른 파라미터와 동기되어 시현됨. 영상 시현을 위한 기능으로는 MPEG2, MPEG4 또는 MPEG2000 신호 압축 풀기, 영상 이미지에 시간 또는 파라메터 값의 동시 시현, Deinterlacing, 시현율과 이미지 rotation 제어 등이 있음. 보통 4~6개의 영상을 동시에 시현할 수 있음.

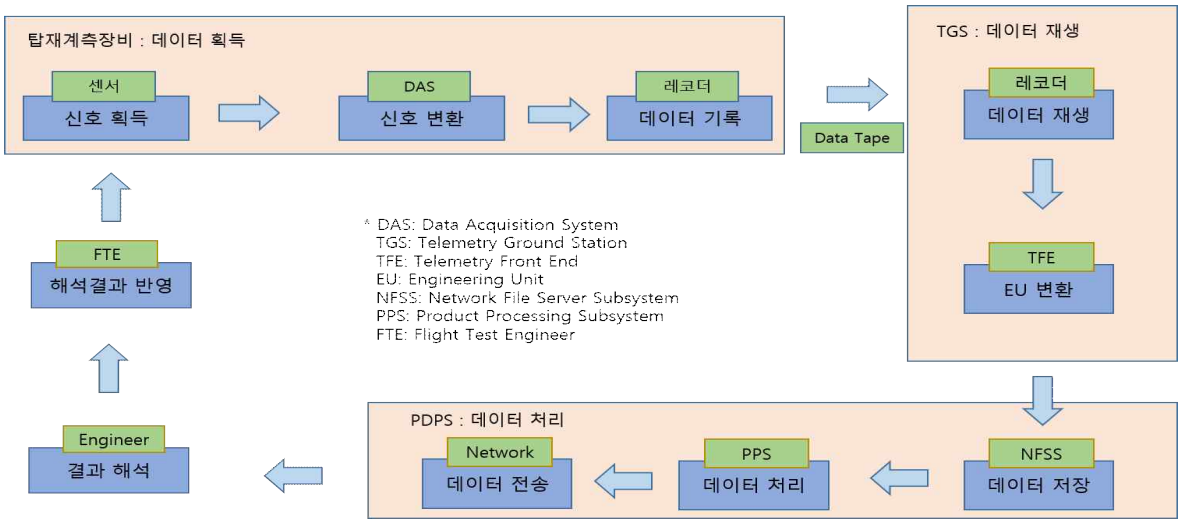
(그림 2-36. 영상 시현(예))

가상현실 module은 비행시험을 위한 지상 훈련용으로 비행 Scene을 완벽하게 실현함. 다른 데이터, 파라미터, 영상, 음성데이터와 동기되어 시현될 수 있음. GPS정보를 기본으로 한 지도정보 시현 모듈도 포함함. 또한, 3D 모듈은 3D Object를 시현할 수 있음. 측정된 고도, 경도, 위도, 요우(yaw), 피치(pitch), 그리고 롤 등의 파라미터를 적용하여 동영상화 함. Interactive 기능으로 운용자에 의한 카메라 위치선정, Zoom in/ zoom out, Frame display, Speed replay 등이 있음.



(그림 2-37. 가상현실 시현 (예))

비행 후 데이터 처리는 비행시험계측에서 가장 마지막 단계로, 탑재계측과 지상계측에서 획득한 데이터를 항공기의 정확한 성능 및 특성 정보로 변환하여 최종으로 분석 가능한 형태의 결과물로 제공하는 데 목적이 있음. 다음 그림은 비행시험 데이터 처리 과정의 예를 보여줌.



(그림 2-38 비행시험 데이터 처리 과정)

실시간 처리는 항공기에서 송신한 무선 신호를 처리하기 때문에 공간잡음으로 인해 원하는 데이터를 획득하지 못하는 순간이 발생하지만, 비행 후 데이터 처리는 이러한 문제해결뿐만 아니라 실시간으로 처리하지 못하는 데이터까지 제공할 수 있음.

비행 후 데이터 처리 시스템은 처리할 데이터의 양과 시스템 간의 호환성, 운영 및 유지보수 작업으로 인한 시스템 간섭의 최소화, 시스템 업그레이드, 부품 교환 및 확장성을 고려해야 함. 또한 시스템의 제어는 GUI를 사용하여 편리하게 운용되도록 구축해야 함. 일반적으로 비행후 데이터처리시스템은 다음 3개의 서브시스템으로 구성됨.

- 네트워크 파일 서버 시스템(NFSS, Network File Server System)

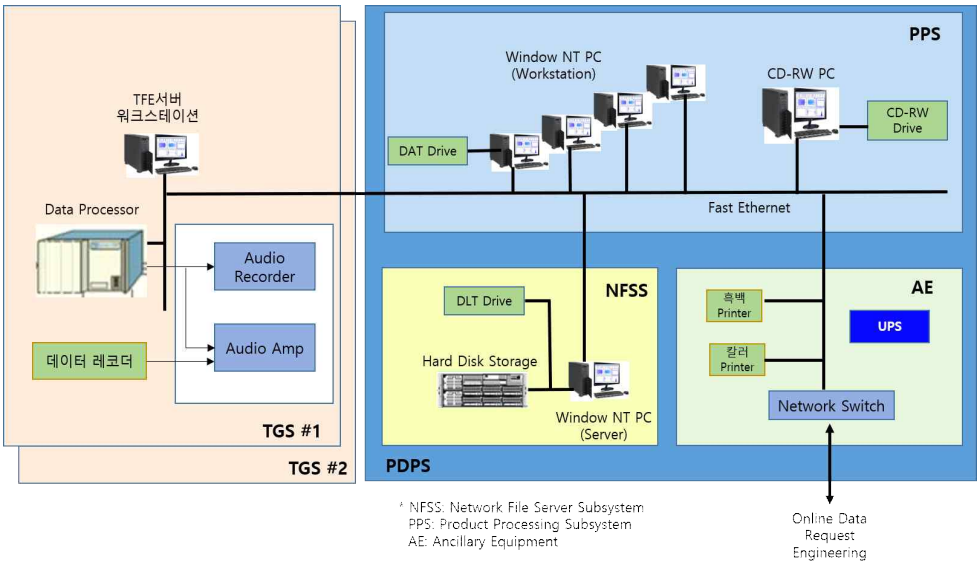
  비행시험 Raw 데이터 및 결과물 저장, 웹 서버 기능 수행

- 생성물 처리시스템(PPS, Product Processing System)

  데이터 처리 소프트웨어를 탑재하고 운영자(Operator)가 요청하는 데이터 결과물을 처리하는 시스템

- 보조장비(AE, Auxiliary Equipment)

  무정전 전원공급장치(UPS), 스위칭 허브, 프린터 등 주변장치



(그림 2-39. 비행 후 데이터 처리시스템 구성(예))

전시 기능은 실시간 전시와 유사한 기능을 수행하며 다음과 같은 추가 후처리 기능이 필요함. 재생 모드는 실시간 입출력 데이터 대신 녹음 저장된 데이터를 활용한다는 측면에서 실시간 시현과의 차이가 있고 그 이외의 다른 것은 같음. 재생기능으로는 다음과 같은 기능이 있음.

- 엔지니어링 단위로의 Decommutation과 conversion
- 처리된 파라미터
- 경보
- Event 관리
- 영상 시현

재생 mode를 운용하기 위한 접근 기능은 다음과 같음.

- play
- 날짜와 시간 선택
- pause
- speed 조정: fast forward, slow frame

네트워크를 통해 원격에서도 실시간 모드를 수행할 수 있어야 함. 재생기능은 특히 비행시험 전 전체 시스템의 검증을 위해 매우 유용함.

저장된 데이터를 분석하기 위해 파라미터 획득의 과정을 실시간 시현에서처럼 동일하게 수행하고 데이터 블록, 원시 값을 갖는 파라미터, 엔지니어링 단위로 변환된 데이터를 사용하여 후처리 시현을 수행함. 이러한 후처리 시현 도구들은 대부분 curve

와 도표 형식으로 파라미터를 시현하며 다음과 같음.

- 입력 데이터의 형태와 관계없이 모든 파라미터 형태에 대한 시간 동기화 시현
- 몇 개의 획득 파일에 대해 데이터 동기화 시현
- 그패픽 분석 기능
- 에러 분석을 위한 원시값 복원 능력
- 그패픽 데이터의 외부 출력(Export)
- 인쇄
- 시험보고서 생성

나) 계측시스템의 효율적인 운영방안 연구

탑재계측시스템은 항공기 내부와 외부에 장착된 각종 센서와 장비로부터 신호를 받아서 처리하므로 항공기 장착이 매우 중요함. 따라서 계측장비 운영은 항공기 장착 전 운영, 항공기 장착 시 운영, 장착 후 운영, 비행시험 시 운영 등으로 나누어 정리함.

항공기 탑재 전 운용은 탑재 계측시스템을 항공기에 장착하기 이전에 모든 센서와 DAS 장비, GPS, 송신기, 데이터저장기 등 탑재계측 시스템 전체 운용시험을 계측실험실에서 실시하여 각종 센서와 DAS 연동 여부, 계측기 동작, 데이터 연동, 전송속도, 저장용량 등에 대한 종합운영시험을 실시하고 데이터를 저장해 두어야 함. 계측기와 센서를 항공기에 장착한 후에 고장 또는 데이터가 불량하게 산출되면 그 원인을 찾아야 하는데 이 경우에 항공기 탑재전 시험 데이터가 기준이 됨. 이를 사용하여 고장이나 데이터 불량 원인을 연결 불량, 잡음 증가, 장착불량, 연동불량 등으로 판단할 수 있음.

항공기에 각종 센서를 장착하는 경우 센서 장착 위치와 공간은 항공기 설계 시에 고려되어야 함. 그러나 대부분 경우, 탑재시스템을 위한 별도의 공간이 주어지지 않으므로 기본 항공기 탑재장비와 구조물에 영향을 주지 않는 범위에서 계측기와 센서들을 설치해야 함. 탑재 계측시스템은 비행시험이 완료되면 대부분 철수하므로 장비설치 시 주요 고려사항은 다음과 같음.

- **데이터 획득장비 채널 선정**

  센서 데이터 종류에 맞게 DAS와 채널을 선정한 후 연결하는 플러그의 종류와 위치를 지정해야 함. 이것은 사용하는 센서가 많아서 위치와 핀 배열 등이 바뀌어서는 안됨.

- **전기배선의 중요성**

비행시험을 위한 전기배선은 항공기에서 직접 최적의 배선경로를 결정해야 함. 이건은 항공기의 다른 전기배선과 구별되어야 하며 전자간섭도 없어야 함. 비행시험용 전기배선은 경로를 적절하게 배치하고 고정와이어나 크램프 등을 사용하여 기존 장비에 오류나 간섭을 주지 않아야 함.

- **설치자재의 중요성**

비행시험에 사용하는 전기배선은 오렌지색으로 처리된 쉴드선을 이용함. 오렌지색을 사용하는 것은 항공기용 기본 와이어와 구분하기 위해서임. 특히 설치 센서가 측정하고자 하는 요소 이외의 요소에 의한 영향을 받게 해서는 안됨.

- **유지보수 용이성**

비행시험 전기배선은 기존항공기 와이어와 장비들과 간섭이 없도록 해야 하기 때문에 유지보수에 어려움이 있음. 그러나 비행시험 중에도 필요에 따라 계측 센서와 장비 위치를 변경해야 할 경우가 발생할 수 있어서 접근성도 고려해야 함. 또한 계측장비 도면을 잘 유지하고, 센서에는 체결부위에 식별번호를 붙여서 형상을 잘 유지해야 함. 센서의 식별 위치가 변경되면 수집한 데이터는 무의미해지며 큰 혼란을 가져옴.

항공기 탑재 후 계측시스템 운용은 각종 센서와 계측장비가 항공기에 장착되면 장비의 동작여부를 확인해야 함. 장비 설치 후 검사는 육안적인 확인 검사부터 정상적인 데이터가 추출되는 것을 확인하는 것을 말함. 일반적으로 탑재 계측시스템 운영순서는 다음과 같음.

① 센서가 도면에 따라서 설치되고 연결되었는지 확인
② 센서들의 정상적인 동작 여부를 확인
③ 센서에서 데이터가 발생됐을 때, 신호 데이터 수집기(DAS)에 정상적으로 데이터를 수집되는지 확인
④ DAS 데이터가 송신기를 통해서 안테나로 전송되는지 확인
⑤ 안테나의 출력 등을 고려하여 지상 계측시스템에 데이터를 정상적으로 연동할 수 있는지 확인
⑥ DAS 데이터가 데이터 저장기에 저장되는지를 확인
⑦ GPS 수신기의 동작 여부를 확인

탑재 후 계측장비 시험은 전기적인 연결시험과 각 센서에 따른 정상적인 신호 출력, 장비와 장비의 연동시험을 각종 계측기와 시험지그 등을 사용하여 확인함.

지상 계측시스템 운영은 항공기의 비행시험 수행시 시험목적에 부합하도록 필요한 데이터를 시현하면서 시험상황을 파악하고, 시험상황을 통제하고, 시험 도중에 발생할 수 있는 비상상황을 인지하여 판단 및 대처하기 위해서 시험항공기의 비행 상황을 실시간으로 시현하고 모니터링을 수행할 수 있도록 지상 계측시스템을 운영하는 것을 말함.

지상 계측시스템의 운영을 위해서는 우선 비행시험 진행상황을 인지할 수 있도록 탑재 계측시스템에서 보내준 자료를 실시간으로 처리하는 실시간 처리시스템(Real Time Processing System)에 대한 기술이 선행되어야 함. 실시간 처리 시스템이란 비행 중인 개발 항공기로부터 여러 형태의 다중채널을 통하여 실시간으로 전송되는 데이터의 저장, 변환, 처리, 시현 및 배포를 위해 시간에 동기화된 신호 처리 시스템을 말함.

실시간 처리시스템 점검은 하드웨어에 관련된 점검과 소프트웨어에 관련된 점검으로 나눌 수 있음. 하드웨어 점검이란 전원공급 상태 점검, 네트워크 장비 가동상태 점검, TGS 장비 점검 및 통신장비 점검 등을 말함. 소프트웨어 점검에는 실시간 처리 프로그램 점검, Window FDS(Load & Flutter) 프로그램 점검, 기상장비(AMOS) 점검, 스트립차트 Data 점검, 고주파(RF) 신호와 관련된 안테나 제어장치(ACU) 프로그램 점검 및 GPS Data 수신점검 등이 있음.

소프트웨어 점검은 매우 중요하며 주요 내용은 비행 전 데이터 점검임. 이는 실제 비행시험과 동일한 모의(Simulation) 상황을 만들어 모든 소프트웨어가 정상적으로 동작하는지를 점검하는 것임. 즉, 실제 비행시험을 수행했던 항공기의 텔레메트리(Telemetry) 신호를 저장매체에 저장하여 Play back을 통해서 기본적으로 데이터베이스가 정상적으로 삽입되었고 항공기의 데이터가 현재 진행하는 비행시험 내용에 적합한지를 확인하는 것임.

국내에서 개발한 T-50 비행시험의 지상 계측장비 운영을 참고하여 기술하면 기본적인 항공기 비행성능 점검 및 분석을 위해 데이터 획득을 목적으로 하는 일반 비행시험 운영과 특수목적의 시험항목(외장 분리시험 등)을 지원하기 위한 특수목적 비행시험 운영이 있으나 민간 항공기의 경우는 일반 비행시험 운영만 실시하면 됨.

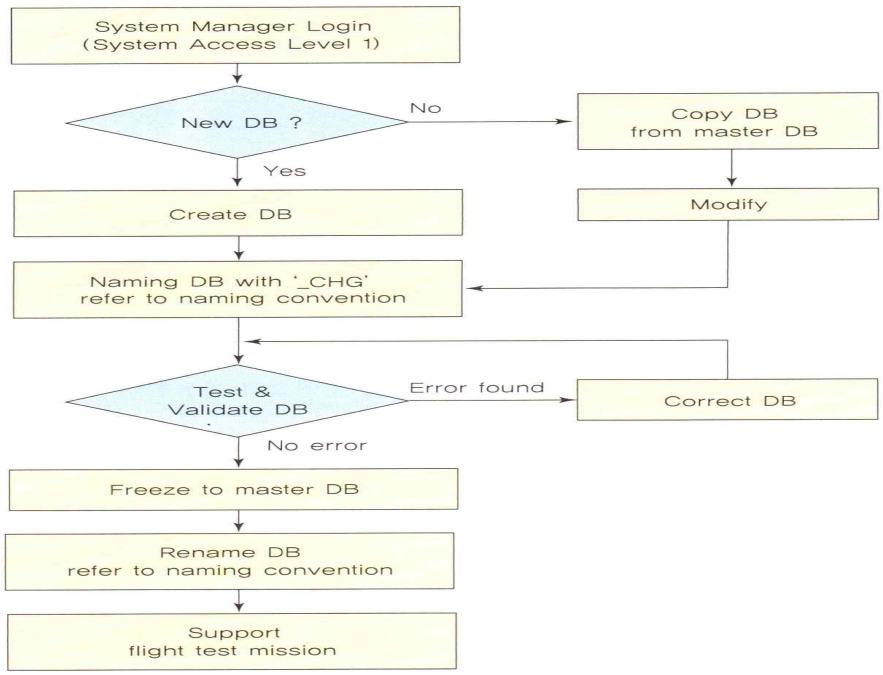
- **일반 비행시험 운영**

개발 항공기의 비행시험 중 가장 많은 비행을 필요로 하는 시험항목이 조종 안정성

시험임. 공역 확장 및 조종성에 대한 평가비행이 매우 중요하므로 항공기 형상에 따라 고도, 속도조건이 다양함. 지상 계측장비 운영 측면에서 볼 때 이런 종류의 비행시험들은 일반적인 비행시험이라고 할 수 있음.

- **비행시험 전 준비**

개발 항공기의 비행시험 수행 전 준비사항에는 비행시험에 적용하는 데이터베이스의 사전 준비가 가장 중요한 사항이며, 데이터베이스 생성은 다음 그림과 같은 일반적인 절차에 따라 이루어짐.



(그림 2-40. 비행시험용 데이터베이스 생성 흐름도)

일반적으로 비행시험용 데이터베이스 생성 시스템은 입력 데이터를 처리할 수 있는 기본적인 알고리즘을 가지고 있음. 그러나 데이터 처리 시스템이 가지고 있는 Standard 알고리즘만으로 원하는 EU 값들을 생성하는 데 부족하므로, 시스템 운영자에 의해 새로운 알고리즘들이 추가로 생성할 수 있도록 되어 있음.

비행시험용 데이터베이스 생성이 완료되면 지상에서 탑재 계측시스템과 지상 계측시스템의 안테나 추적시험, 텔레메트리 데이터 전송시험, 지상국의 데이터 처리시스템, 시현시스템 운영 등을 실시함.

- **실시간 비행시험 지원**

실시간 비행시험은 다음 그림과 같이 항공기가 비행하면서 수집한 데이터를 실시간으로 데이터 링크를 통해 지상 계측시스템의 데이터 처리기로 전송함.

(그림 2-41. 실시간 비행시험 지원 구성도)

전송된 계측자료는 임무통제실(MCR, Mission Control Room)로 보내서 실시간으로 분석하고 또한 시현 장치로 보내져서 실시간 비행상황을 전시함. 또한 실시간 데이터 분석과 별도로 수집자료를 데이터베이스화하고 이를 정밀분석하는 업무를 지원함. 따라서 실시간 비행시험 지원은 실제 항공기 비행시험에서 수집된 데이터를 사용하여 지상통제실에서 비행시험 전 과정을 모니터링하고 엔지니어에 의해 시험 항목별 진행사항을 관리, 감독하는 전반적인 활동을 의미함. 일반적으로 실시간 비행시험 준비는 다음과 같은 순서로 진행됨.

① Test Card 배포 : 사전에 계획된 비행계획에 따라 비행조건, 형상 및 제반사항 준비

② 데이터 확인 : 엔지니어는 비행시험 전에 이전 비행 중 저장한 Telemetry 데이터를 이용하여 비행시험 데이터 확인

③ 시험 지휘관(Test Conductor)과 조종사 간 통신 점검

④ 비행시험 데이터 실시간 계측 확인

실시간 비행시험은 시험비행 조종사가 항공기의 계측시스템에 전원을 인가하는 순

간부터 시작되며, 지상 계측시스템의 안테나는 항공기의 Telemetry Signal을 수신하여 지상통제실 내 모니터로 실시간 비행시험 데이터를 확인할 수 있으며, 항공기 지상점검(기본적으로 엔진 점검, 조종면 점검, 비행제어시스템 및 항공전자장비 점검, 그리고 착륙기어 점검)과 함께 지상 계측시스템 점검표를 통해 Software 및 Hardware 이상 유무를 확인한 후 비행시험을 수행함. 영상데이터 처리는 항공기에 탑재된 디지털카메라 영상을 데이터 링크를 이용해서 지상으로 송신하여 지상에서 복호기(decoder)를 거쳐서 실시간 모니터를 시현함.

- **원격지원 장비운영**

원격지원 장비는 비행시험 LOS(Line of Sight) 확보 및 시험 항공기의 타기지 전개를 지원하는 장비로서, 크게 Relay 장비와 Mobile TGS(Telemetry Ground Station)로 구성할 수 있음. Relay 장비는 RF(Radio Frequency) 중계 장비로 LOS 확보 불가 지역에 안테나와 전송장비를 설치하여 LOS 확보를 목적으로 운용함. Relay 시스템은 1차 신호 수신 후 지상국으로 전송하는 선로 및 데이터 전송방식과 신호잡음비(SNR, Signal to Noise Ratio)을 고려하여야 함. Relay 설계의 신호잡음비는 최소 BER(bit Error Rate)로 설계되어야 함. T-50의 경우를 참고하면, 안테나 시스템 및 중계 장비의 잡음률을 살펴보면 BER이 10^{-5}에서 2Mb/s, NRZ-L PCM/FM 방식으로 수신기 대역폭 2MHz일 경우 SNR이 12 dB 이상 되도록 설계하였음.

다) 비행 후 처리를 위한 IF/RF 광대역 데이터 레코더 활용방안 연구

IF/RF 광대역 데이터 레코더는 송신된 전자파 데이터를 원시형태로 저장하여 정밀분석을 위한 후처리 등에 활용되며 기존 20MHz 협대역에서 2배가 큰 40MHz 광대역의 대역폭으로써 보다 신속하게 더 많은 정보를 녹음하여 저장하게 됨. 이렇게 개발된 IF/RF 광대역 데이터 레코더는 비행시험, 전파 감시, 통화품질, GPS 재밍 감시, 그리고 군용에서는 COMINT, ELINT 등의 전자전 장비에 활용됨.

- **비행시험 분야에서의 활용방안**

① 국가종합비행성능시험장 구축에서의 활용

현재 본 과제의 일환으로 구축중인 국가종합비행성능시험장의 지상 계측장비에는 PCM 데이터 저장장치는 포함하고 있지만, IF/RF 데이터 레코더는 포함되어 있지 않음. 따라서, 개발된 Proto-type의 광대역 IF/RF 레코더는 향후 상용수준으로 발전시

켜 국가종합비행성능시험장 확대 구축에 활용할 필요가 있음. PCM 데이터 레코더는 주로 실시간으로 정보를 분석하기 위해 IF 데이터를 PCM으로 실시간적으로 필요한 정보를 변환하여 저장하게 됨으로써 전파환경 등의 비행시험 환경을 포함한 많은 정보를 다 수록하기에는 부족함. 따라서, 대부분의 비행시험센터에서는 정밀하게 다각도로 비행정보를 분석하기 위해 탑재 계측장비로부터 수집되어 전송된 전파를 원래 그대로의 모든 정보를 분석할 필요가 있음. 또한, 비행시험센터의 전파환경을 파악하기 위해 전파 신호 음영지역 분석 등의 전파 환경분석이 필요함. 이를 위해 IF/RF 데이터 레코더가 활용될 수 있을 것임.

현재 구축중인 지상 계측시스템은 탑재 계측시스템이 없는 상태에서 구축될 것이며 이에 따라 구축 완료 시험검증 등에 어려움이 있을 수 있을 것임. 또한, 지상 계측시스템에 대한 교육, 기능 검증 등을 위해 매번 비행기를 띄워 비행시험 정보를 받아서 수행하기에는 비용 측면 등에서 어려움이 많게 될 것임. 따라서, IF/RF 데이터 레코더로 저장된 데이터를 실제 비행시험 대신 탑재 계측시스템의 시뮬레이터로 활용한다면 많은 도움이 될 것임.

대부분의 비행시험을 위한 계측장비는 해외제품을 수입하여 사용하고 있는 현황이며 차기 시스템에 대한 국산화 촉진을 위해 대비해야 할 필요가 있음. 이를 위하여 경쟁력이 있는 국내기술을 가지고 갈 수 있는 수신기, 데이터 레코더, 분석 툴 등의 분야에 국산화가 필요함. 국산화 기술개발을 위해서 IF/RF 광대역 데이터 레코더는 광대역 수신기 및 분석 툴 개발시험 검증 등에 시뮬레이터로 활용될 수 있음.

구축 중인 국가종합비행성능시험장은 4인승 경비행기 수준의 적용을 목표로 한 비행시험센터이지만 항공기산업기술의 발달로 점차 30인승, 100인승, 그리고 대형 민간항공기 수준의 종합비행시험센터로 발전될 것임. 그에 따라 수집되어야 할 정보의 양을 대용량으로 진화하게 될 것이고 이를 IF로 저장하기 위해서는 광대역으로 발전하게 될 것임. 이에 대한 사전 준비를 위한 연구에 활용할 필요가 있음.

② 미사일 및 인공위성 개발에 활용

미사일이나 인공위성의 비행시험에서는 항공기와는 다르게 회수가 불가한 경우가 대부분임. 따라서 비행시험 중 계측된 모든 정보를 실시간으로 지상에 수집될 필요가 있음. 이를 위해서 IF/RF 데이터 레코드가 유용하게 활용되고 있으며, 또한, 미사일이

나 인공위성 개발을 위한 시험은 매번 발사해서 시험하기에는 비용 및 시간상 불가능함. 따라서, 지상에서 시뮬레이터를 이용한 시험 및 검증이 여러 번 반복하게 됨. 이때 실제 비행시험 시에 IF/RF 데이터 레코더로부터 저장된 실제 데이터는 시뮬레이터에 유용하게 활용될 것임.

- **타 분야 활용방안**

① 전파환경 및 통화품질 검증에 활용

무선통신 특히, 이동통신 분야에서는 경쟁구도에서 우위를 차지하기 위해 통화품질 향상을 위해 많은 노력을 수행하고 있음. 통화품질 향상을 위해 각 지역 현장의 전파환경 분석은 매우 중요함. IF/RF 데이터 레코더는 이동통신 현장 전파를 원시 그대로 저장하여 후처리 분석 시 정밀하게 분석하는데 활용이 가능함.

② 불법 전파 및 GPS 재밍 감시에 활용

공항, 이동통신, 방송사 등은 불법 전파의 방해에 의한 피해가 종종 발생하며 특히, 북한과 인접하고 있는 지역에서의 항공기, 이동통신, 방송통신 등은 GPS 방해 전파의 위험에 노출되어 있고 실제로 피해가 발생되고 있음. 이러한 적으로부터의 GPS 재밍 시도를 실시간으로 감시하여 발생 즉시 항 재밍 등의 회피 방안을 작동할 필요가 있음. IF/RF 데이터 레코더는 실시간으로 이러한 GPS 재밍 감시할 수 있는데 활용될 수 있고, 특히, 저장된 방해 전파를 정밀분석하여 발생원에 대한 정보를 분석하여 항 재밍 전략에 활용할 수 있음.

③ 군 정보감시체계에 활용

적으로부터의 위협을 사전에 감지하여 대비하는 것은 현대 전자전에서 매우 중요함. 이러한 전자전의 분야에는 적의 위협 레이다 등의 사전 감지 및 발생원의 위치/제원 등의 정보를 분석하는 ELINT, 적이나 테러 조직 등의 통화감시를 위한 COMINT 등이 있음. IF/RF 데이터 레코더는 이러한 적의 전파를 수집하여 저장하여 정밀분석을 수행하여 적의 위협을 식별하는 데 매우 중요하게 활용되고 있음. 특히, 군에서 사용되는 전파의 대역은 0.1~40GHz에 이를 정도로 광범위하며 이에 대한 IF/RF 데이터 레코더도 중심주파수가 1.8GHz, 저장 대역폭이 1GHz의 광대역으로 발전해 가고 있음. 국내 IF/RF 데이터 레코더 개발 수준은 중소기업의 눈부신 노력에

의해 세계 수준에 버금가는 광대역 IF/RF 데이터 레코더 제조기술을 보유하고 있으며 이 분야에서 국산화에 성공하고 있음.

라) 계측시스템 유지보수 및 기술지원 체계 연구

비행시험을 체계적으로 수행하기 위해서는 계측시스템의 개발, 관리유지가 매우 중요함. 비행시험 계측시스템에 대한 시험검증을 수행하기 위해서 비행시험 계측실험실(Flight Test Instrumentation Laboratory)을 사용하는 것이 필요함. 비행시험 계측실험실은 비행시험 탑재계측시스템 설계부터 시스템 운용을 위해 항공기 탑재 전에 통합시스템을 구축하여 검증하고, 비행시험 수행 시 발생한 고장에 대해 정밀분석을 수행하며, 계측장비와 센서의 유지관리를 위해 운영함. 계측실험실의 주요 업무는 다음과 같음.

- 계측장비 점검
- 계측통합시스템 점검
- 고장탐구 수행
- 센서 장비 관리

① 계측장비 점검

비행시험에 사용되는 계측시스템은 데이터의 정확성과 안정성 확보를 위해 장비 및 센서의 설계 및 선정에서부터 항공기 장착, 그리고 비행시험 수행 중에도 지속적으로 점검되어야 함. 비행시험을 위해 수행된 계측장비의 점검은 데이터 획득장비, 데이터 저장장비, 그리고 데이터 전송장비로 구분하여 점검함.

데이터 획득장비는 센서 종류별 및 데이터 특성별로 20여 종의 신호처리기를 설계하여 사용하였음.

장비에 저장되는 데이터는 PCM 데이터, MUX 데이터, 아날로그 데이터 및 영상데이터 등이 있음. 전체 또는 부분적으로 각각의 데이터를 저장한 후 저장된 데이터를 복원함으로써 데이터 저장장비의 동작 및 성능을 점검함. PCM 데이터 점검 방법은 저장된 데이터를 Playback할 때 GSU를 이용하여 저장시와 동일한 데이터 포맷을 구성하여 입력값이 그대로 표시되는지 점검함. MUX 데이터 점검 방법은 MUX 시뮬레이터를 이용하여 입력값을 저장하고 저장된 데이터를 Playback하여 MUX 시뮬레이터상에 입력값이 표시되는지 확인함. 아날로그 데이터 점검은 함수발생기를 이용하여 데이터를 저장하고 Playback할 때 Oscilloscope를 이용하여 출력 파형과 값을 확인함.

영상데이터는 일반적으로 데이터 저장장비와 구분하여 영상 저장장비를 별도로 운영하는 것이 편리하나, 최근에는 항공기상의 공간 제약 및 데이터 전송 기술의 발달로 동일 장비에서 데이터와 영상을 함께 저장함.

비행시험에 적용된 데이터 전송장비는 송신기(Transmitter), 전력분배기(Power Divide), 그리고 안테나(Antenna) 등이 있음. 송신기의 점검은 주어진 주파수범위에서 송신기로부터 출력되는 파형을 스펙트럼 분석기를 이용하여 출력과 주파수 Deviation 등을 측정하는데, 일반적인 경우, 스펙트럼 분석기 앞단에 Attenuator를 장착하여 스펙트럼 분석기를 보호함. Power Divide의 점검은 송신기와 함께 Power Divider를 연결하고 출력단에 표시된 출력의 분배값이 정확히 분배되는지 Power Meter 또는 스펙트럼 분석기를 이용하여 출력값을 측정함. Antenna 점검은 외관상의 손상 여부와 송신기를 이용한 VSWR(Voltage Standing Wave Ratio)를 측정함.

② 계측 통합시스템 점검

계측통합시스템 점검은 계측장비를 계측실험실에서 항공기와 동일한 계측시스템을 구성하여 각 장비들의 동작상태를 점검하는 것임. 따라서 항공기 전원과 동일한 전원 및 계측시스템 구성이 필요함. 계측시스템은 센서, 시간정보 및 음성신호에 의해 측정된 아날로그 및 디지털 데이터가 신호처리기에서 저장 및 전송 가능한 데이터로 구성되어 데이터 기록장비(Data Recorder)에 저장되고, 또한 전송장비(Transmitter)를 통해 전송되도록 구성함.

계측통합시스템 점검은 센서 데이터가 정해진 데이터 구성도 상에 표시되는지, 그리고 데이터 저장장비에 저장된 데이터와 전송장비에 의해 전송된 데이터가 동일한지를 점검함으로써 전체 시스템에 대한 검증이 이루어질 수 있도록 함. 추가로 위치추적시스템의 점검은 이미 검증된 위치에서 위치추적시스템을 가동하여 획득한 데이터가 기존의 값과 동일한 지를 확인하는 것으로 수행함.

③ 고장탐구 수행

비행시험 수행 중에 발생하는 계측시스템의 오류는 비행시험 일정과 비용에 영향을 미치므로, 비행시험 계측실험실에서는 오류의 발생현상 및 원인을 신속하고 명확하게 분석하여 향후 비행시험 일정 및 비용에 영향을 주지 않도록 조치해야 함.

④ 센서 장비 관리

비행시험 계측장비 및 센서의 유지관리는 계측시스템 운용을 위한 필수 요소 중의 하나임. 비행에서 비롯된 혹독한 환경변화와 수년에 걸친 비행시험에서 계측시스템의 안정성을 확보하기 위해서는 항상 일정량의 여유장비를 확보하고 있어야 함. 아울러 계측시스템에 사용된 장비 및 센서는 개발시험이 종료될 때까지 수년 동안 지속적으로 운용되어야 하기 때문에 센서 및 장비 각각에 대한 이력관리가 필요함. 그러므로 센서 및 장비는 각 종류별 수량과 일련번호별 관리가 이루어져야 하고, 현재 항공기 상의 운용 상황과 사용 가능한 재고 수량을 파악할 수 있어야 함.

비행시험을 위한 계측장비 및 센서는 특별한 관리가 필요하므로 비행시험 계측실험실과 같은 전용공간을 확보해야 함. 비행시험 계측실험실은 시스템통합시험, 라인 교체 장비(LRU: Line Replace Unit) 시험, 그리고 계측센서 및 장비 관리구역으로 각각 구성하고, 실내는 정전기 방지장치와 항온항습의 환경조건이 구비되는 것이 필요함.

2-5 연구 결과

가. 기술적 성과

- 항공산업은 고도의 기술력이 요구되는 첨단산업으로서 기계, 전자, IT, 소재 등 분야별 첨단기술 복합된 종합시스템 산업특성을 갖고 있음. 또한 타 기간산업으로부터 기술을 흡수, 실용화하는 동시에 엄격한 품질기준 및 관리체계를 통해 기본요소 산업기술들의 질적 수준의 향상을 도모하며, 파생형 기술혁신을 촉진함으로써 신기술을 창조해내는 등 기술적 파급효과가 큰 산업으로 전반적인 산업구조를 고도화할 수 있는 가능성이 있음.
- 2021년 기준 국내기술 수준은 최고 기술보유국 대비 항공우주분야의 기술격차는 약 10년으로 국내 주요 타 분야의 기술격차와 비교하여 가장 낮은 수치를 기록함.
- 따라서 본 과제의 성과로 구축되는 국가종합비행성능시험장은 국내 유일의 민간전용 비행시험장으로서 정부주도의 항공기 제작 및 비행시험에 필요한 시설일 뿐만 아니라 산업체에서도 자유롭게 연구개발에 필요한 시험을 할 수 있는 기반시설로 활용됨으로써 비행시험을 통해 축적되는 데이터는 국내 항공기 제작·인증 분야의 기술수준을 향상시켜 선진기술 보유국과의 기술격차를 줄일 것으로 예상됨.
- 연구된 비행시험 데이터의 분석기술은 향후 50인승 이상의 민간 항공기 국내 제작과 그에 따른 인증을 위한 종합 비행시험 센터로의 발전을 위한 기초자료로도 활용될 수 있음
- 비행시험 분석에 있어서 긴급하지는 않지만 상세하게 분석할 필요가 있는 데이터가 많이 있음. 이를 저장하여 상세히 분석하기 위해서는 원시데이터를 그대로 저장할 수 있는 저비용의 IF 데이터 레코더가 필요함. 비행시험 데이터의 광대역화 발전 추세에 따라 차기 비행시험 계측시스템도 광대역 처리가 가능해야 함. 이를 위하여 광대역 IF 데이터 레코더의 국산화 개발에 성공하였고 이를 요구도 검증을 위한 테스트베드로 활용하여 수신기, 데이터처리기 등의 국산화 개발로 연계 추진이 필요함.
- 연구 성과로 특허등록 1건, 논문 다수 게재 및 발표, 비행장 운영에 필요한 다수의 기초문서가 있음.(3장 참조)

나. 사회경제적 성과

- 항공기 개발을 위해서는 개발 및 인증시험을 필수로 수행하여야 하며, 이에 필요한 시험 종목은 수십에서 수천 종에 달함. 따라서 시험에 필요한 장비가 국내에 없는 경우, 해외에 많은 시험비용을 지불하고 시험을 의뢰하여야 함.

- 본 과제는 주로 국내 민간 항공분야에서 보유하고 있지 않은 설비를 구축하는 것이 연구범위이므로 시험장 구축 시, 시험을 위한 해외 지출비용 대체효과 및 시험비용 절감효과가 있음.
- 그동안 항공기 개발에 필요한 비행시험장은 주로 군비행장 시설을 활용하였으므로, 민간기술 개발에 제한을 받아 왔음. 따라서 민간전용의 비행시험 인프라를 구축하게 되면 관련 산업의 자유롭고 활발한 개발이 예상되므로 항공산업의 발전이 촉진될 것으로 예상됨.

다. 전략적 성과

- 국내 항공제작산업의 선진화 및 항공산업 발전의 토대가 되어 항공산업의 해외진출 기회가 증가할 것으로 예상
- 국내 기술력과 전문 인력 확보 및 항공 안전기술 분야의 경쟁력 확보가 가능하여 항공기 제작국으로서의 이미지 제고 예상
- 비행종합시험장 이용 비행시험 수행 절차 및 공역 운영 절차 연구를 통하여 국내에 비행시험절차 및 공역 운영 절차가 수립됨으로써 국내 항공산업이 한층 더 활성화될 것으로 기대됨.
- 비행종합시험장 운영에 관한 법/절차 제정이 예상되고 이로 인한 전문적이고 효과적인 비행시험 수행이 가능해짐으로써, 현재 개발되고 있는 무인기/회전익/시험비행기 등의 개발 및 인증을 국가종합비행성능시험장에서 수행할 수 있게 됨.
- 비행시험을 위한 계측장비는 대부분 외산 수입해 구축하고 있으며 국내산 제조업체는 거의 전무한 상태임. 현재 구축된 지상 계측장비를 차기 성능개량을 할 경우, 본 연구개발을 통해 개발된 광대역 IF 데이터 레코더를 국산화하고 이를 테스트베드로 국내 업체들의 연구개발을 독려하여 차기 수신기 및 데이터 처리기 등을 포함한 계측장비 시장의 국산 점유율을 높이는데 기여할 수 있음.

3. 목표 달성도 및 관련 분야 기여도

3-1. 연구개발 목표 및 내용

가. 연구개발의 최종목표

구분	내용
최종목표	○ 항공기 및 항행안전시설에 대한 안전성 인증 및 성능검증을 위한 국가종합비행성능시험장 부대시설 개발 · 구축 ○ 비행시험 수행 및 시험시설 운영에 필요한 핵심기술 연구
세부목표	○ 비행시험통제센터, 비행시험 계측장비, 기상관측시설 및 격납고 등 개발 · 구축 ○ 시험자료 계측기술 연구, 비행시험 기술연구, 시험장 운영에 관련 법령(안) 수립 및 발전 전략 수립, 구축 시험시설 안전성 향상방안 연구

나. 과제 제안요청서(RFP) 대비 연구성과 및 성과물

구분	기관명	연구내용(RFP 내용)	현황	성과물
주관 연구 기관	항공안전 기술원	❍비행시험통제센터(MCC) 건축	완료('20.01)	통제센터 1식 격납고 1식 TGS 장비 1식 AMOS 1식 포털시스템 1식 보고서 2건 유도로/계류장 시설/장비 관련 도면, 절차서 등
		❍비행시험 지상계측장비(TGS) 설계 및 구축	완료('20.04)	
		❍공항기상관측시설(AMOS) 설치	완료('20.12)	
		❍항공등화시설 설치	격납고, 계류장으로 대체	
		❍격납고, 계류장 및 유도로 구축	완료('21.04)	
		❍시험시설 및 장비운영 유지보수 절차서 개발 -시험시설 매뉴얼, 절차서, 지침서 개발 -시험시설 유지보수 절차 개발 -종합 포털시스템 구축	완료('21.03)	
		❍구축설비 시험 안전성 향상방안 연구	완료('18.12)	
		❍구축설비 시범 운용	완료('21.5)	
공동 연구 기관	한국항공 대학교	❍국가종합비행성능시험장 비행시험 절차 수립	완료('18.12)	기술문서 30건 자문보고서 3건 특허 2건
		❍비행시험 수행 및 공역 운영 절차 수립	완료('18.12)	

		❍국가종합비행성능시험장 법 제정 및 운영관리 규정 수립	완료(‘18.12)	논문 26건
		❍국가종합비행시험장 안전관리시스템(SMS) 구축 연구	완료(‘19.12)	
		❍국가종합비행성능시험장 미래 발전 전략 수립	완료(‘19.12)	
위탁 연구 기관	㈜엔비노드	❍비행시험 계측용 센서 및 계측기술 조사	완료(‘18.12)	보고서 6건 특허 1건 시제품 1건
		❍비행시험 계측시스템 설치 요구도 수립	완료(‘19.12)	
		❍비행시험 계측 및 시험분석 절차 연구	완료(‘19.12)	

다. 3차 연도 연구개발 목표 및 내용

연차	연구개발 목표	주요 연구내용
3차 연도 (‘18.1~ ’21.05)	비행시험통제센터 등 구축	■ 비행시험통제센터 건축공사 및 조경, 비품설치 ■ 비행시험자료 계측장비 제작/구매, 설치 및 통합시험 ■ 기상관측시설(AMOS) 설치 및 성능시험 ■ 격납고 시공업체 선정, 건축공사 및 장비설치, 시험운용
	구축설비의 운영 유지, 시험 안전성향상 연구 및 시범 운영	■ 구축시설 시범운영계획 수립 ■ 시험장 운영자 포털사이트 요구도 개발 ■ 운영자 포털사이트 구축 ■ 시험시설 및 장비 운영/유지보수 절차서 개발 ■ 시범운영 절차수립 및 시범운영(통제센터, 계측장비, 격납고, 기상관측시설 등)
	비행시험자료계측 및 분석기술 개발	■ 탑재센서 및 계측시스템 검증방안 개발 ■ 효율적인 비행시험데이터 분석 및 시스템 유지방안 연구
	비행시험장 안전관리시스템 구축	■ 비행시험장 안전정책 수립 ■ 비행시험장 위험 관리 절차 개발 ■ 비행시험장 안전 보증 체계 개발 ■ 비행시험장 안전 촉진 프로그램 개발
	비행종합시험장 미래 발전 전략 수립	■ 비행시험장 미래 핵심성능지표 설정 ■ 비행종합시험장 중장기 발전 방안 분석 ■ 운영 활성화를 위한 서비스 모델 개발 ■ 발전 전략 종합 보고서 작성

3-2. 목표 달성 여부

가. 목표 달성도

1) 주관연구기관(항공안전기술원)

가) 비행시험통제센터 구축

① 계획

<table>
<tr><td rowspan="3">비행통제
센터구축</td><td>연구개발
성과</td><td>3차년도</td><td colspan="5">-건축 인허가 신청 및 획득
-시공 및 감리업체 선정(공개경쟁)
-건축 및 토목공사 수행
-부지조경 및 준공승인</td></tr>
<tr><td rowspan="2">양적
성과</td><td rowspan="2">3차년도</td><td>특허</td><td>SCI 논문</td><td>비SCI논문</td><td>S/W</td><td>기타</td></tr>
<tr><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>건축물 1식
보고서 1건</td></tr>
</table>

② 성과 및 달성도

-건축설계 서류(참고 2)

구분	종별	규격	단위	수량	비고
1	설계도면(축소도면)	A4	부	5	
2	종합보고서	A4	부	5	
3	요약보고서	A4	부	5	
4	시방서	A4	부	5	
5	설계예산서 및 일위대가표	A4	부	5	
6	단가산출서	A4	부	5	
7	수량산출서	A4	부	5	
8	구조계산서	A4	부	5	
9	행정처리에 필요한 서류일체(인허가 서류)		식	필요시	
10	설계도서 전산파일 CD		식	1	

-건축물 준공 서류

구분	도서명	수량	비고
1	감리 완료 보고서(건축,소방,전기,통신)	각 5부	
2	사용 전 검사필증	각 5부	
3	준공 도서	각 5부	
4	준공필증(사용승인서)	1부	참고3

-비행시험 통제센터(1식) 준공 형상

정면	측면	주차장

- 달성도 : 100% 목표 달성

나) 비행시험 계측장비 개발

① 계획

비행시험 계측장비	**연구개발 성과**	3차년도	-구매품 수락검사계획 및 검사보고서 -조립품 시험계획 및 시험보고서 -통합시험계획 및 시험보고서 -장비운용/유지보수 교육계획 확인 및 이행				
	양적 성과	3차년도	특허	SCI 논문	비SCI논문	S/W	기타
			등록 1건	-	-	-	보고서 4건 계측시스템 1식

② 성과 및 달성도

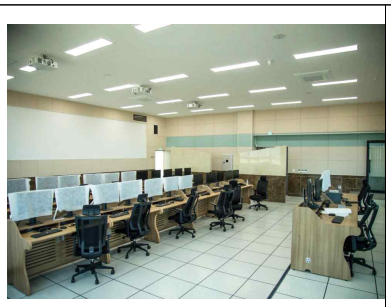
- 비행시험 계측시스템 납품문서 목록

구분	문서명	단위	수량	비고
1	시험절차 및 결과보고서	부	1	CD 포함(1매)
2	설계자료(ICD)	부	1	
3	유지보수 메뉴얼	부	1	
4	장비 메뉴얼	부	1	
5	현장 수락시험(OSAT) 보고서(참고 4)	부	1	
6	VCCS 설치도면	부	1	

- 국가 연구시설 장비 등록: NFEC-2021-03-269543(참고 5)

- 특허등록: 특허 제10-1890297호(참고 6)

- 비행시험 계측시스템(1식) 설치 형상

		
장비 설치 형상(통제센터 4층)	임무통제실(MCR)	추적안테나(옥상)

- 달성도 : 100% 목표 달성

다) 기상관측시설(AMOS) 구축

① 계획

기상관측 시설	연구개발 성과	3차년도	-설치계획 수립 -구성품 구매계획 수립 -구매품 수락검사계획 및 검사보고서 -조립 및 설치 확인 -성능시험계획서 및 시험보고서				
	양적 성과	3차년도	특허	SCI 논문	비SCI논문	S/W	기타
			-	-	-	-	보고서 2건 기상관측장비 1식

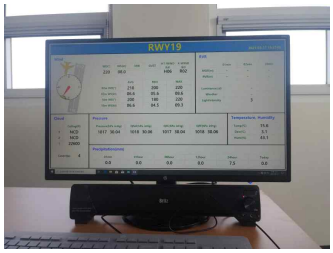
② 성과 및 달성도

- 자동기상관측시설 납품문서 목록

구분	문서명	단위	수량	비고
1	설치 완료 보고서	부	1	CD 포함(1매)
2	검정 증명서(센서류)	부	1	
3	검정 증명서(우설량계)	부	1	

- 국가 연구시설 장비 등록: NFEC-2021-03-269031(참고 7)

- 기상관측시설(1식) 설치 형상

		
센서 설치 전경(유휴지)	장비 설치 형상	측정자료 시현 모니터

- 달성도 : 목표 미달성(통제센터 인근에 임시 설치)

라) 격납고 및 계류장 구축

① 계획

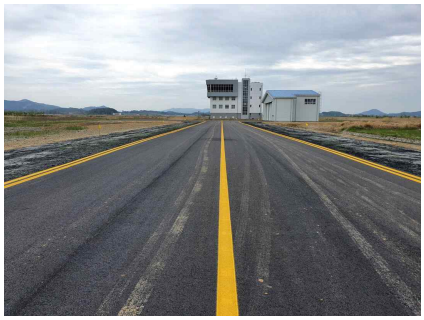
격납고 구축	연구개발 성과	3차년도	-건축 인허가 신청 및 획득 -시공 및 감리업체 선정(공개경쟁) -건축 및 토목공사 현장점검 -부지조경 및 준공승인				
	양적 성과	3차년도	특허	SCI 논문	비SCI논문	S/W	기타
			-	-	-	-	-보고서 1건 -건축물(격납고 및 계류장) 1식

② 성과 및 달성도

-격납고 준공 서류

구분	도서명	수량	비고
1	감리 완료 보고서(건축,토목,설비,소방,전기)	각 5부	
2	준공 도서(도면)	각 5부	CD(1매)
3	준공필증(사용승인서)	1부	참고8

-격납고 및 계류장(각 1식) 준공 형상

	
계류장	유도로(T3)
격납고 전면	격납고 측면

- 달성도 : 100% 목표 달성

마) 구축설비 안전성 향상 연구

① 계획

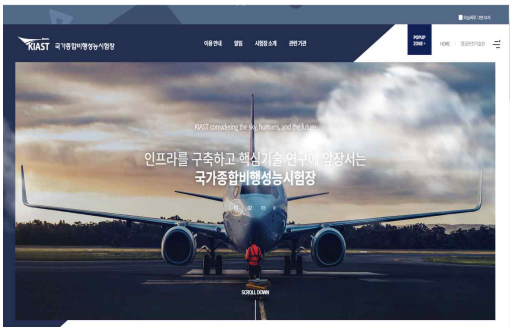
구축설비 안전성향상 연구	연구개발 성과	3차년도	- 포털사이트 개발업체 선정 - 요구사항 대비 기능평가(외부 전문가 포함) - 시범운영 및 성능평가(외부 전문가 포함) - 시험시설 및 장비 운영/유지보수 절차서 개발				
	양적 성과	3차년도	특허	SCI 논문	비SCI논문	S/W	기타
			-	-	-	-	-절차서 1건 -포털사이트 1식

② 성과 및 달성도

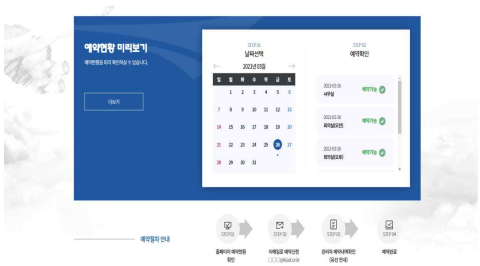
- 포털사이트 개발 완료 납품서류

구분	자료명	수량	비고
1	개발 완료 보고서	각 3부	CD(1매)
2	관리자 메뉴얼	각 3부	
3	디자인 원본 소스	1식	
4	프로그램 원본 소스	1식	

-포털사이트 화면



홈페이지 표지 사이트



예약현황 사이트

자료실 사이트

FAQ 사이트

- 달성도 : 100% 목표 달성

2) 공동연구기관(한국항공대학교)

가) 비행시험장 안전관리시스템 구축

① 계획

비행시험장 안전관리시스템 구축	연구개발성과	3차년도	RFP 요구사항 대비 실적 비교 - 외부 전문가 평가 (연차 평가)				
	양적성과	3차년도	특허	SCI 논문	비SCI논문	S/W	기타
			-	-	2건	-	TM 2건

② 성과 및 달성도

- 학술지 논문 4편 게재, 학술대회 3편 발표

(학술지 논문)

번호	논문명	학술지명	주저자명	호	국명	발행기관	SCI 여부	게재일	등록번호
1	원격 조종 항공기 시스템의 인증 표준화 전략	한국항행 학회논문지	유병선	22권 1호	대한민국	한국항행학회	KCI	2018.2.	ISSN 1226-9026
2	승객 휴대 전자기기 사용에 대한 위해요인 식별 및 리스크 평가	한국항행 학회논문지	임인규	22권 4호	대한민국	한국항행학회	KCI	2018.8.	ISSN 1226-9026
3	비행시험 위해요인 식별 연구	한국항행 학회논문지	김무근	22권 4호	대한민국	한국항행학회	KCI	2018.8.	ISSN 1226-9026
4	비행시험 안전 리스크 평가 및 완화 연구	한국항행 학회논문지	김무근	22권 6호	대한민국	한국항행학회	KCI	2018.12.	ISSN 1226-9026

(학술대회 발표)

번호	회의 명칭	발표자	발표 일시	장소	국명
3-1	2018년 한국조류학회 춘계학술발표대회	김무근	2018.4.5.	순천만 국제습지센터	한국
3-2	한국항공운항학회 2018년 춘계학술대회	김무근, 임인규 유병선, 강자영	2018.5.25	한국항공대학교	한국
3-3	한국항공운항학회 2019년 춘계 학술대회	강자영, 유병선	2019.5.17.	한국항공대학교	한국

- 기술논문 10편 완성

번호	TM 제목	작성자	주요 내용
1	국가 종합비행성능시험장 안전관리시스템 매뉴얼(안)	유병선 등 11인	- 안전관리시스템의 각 구성요소에 대한 이해와 시행 계획 수립 등, 국가 종합비행성능시험장의 초기 안전관리시스템 구축 및 운영을 위한 절차 수립.
2	안전 정책 수립 및 조직 구성 방안	김좌겸 유병선 김무근	- 안전관리시스템의 구성 요소 중 중 일반 사항 및 안전 정책 목표와 관련하여 국가항공안전프로그램에서 요구하는 사항을 확

		이은주	인하여 비행 시험장 운영에 적용할 수 있는 절차 수립 및 조직 구성 방안 (안) 마련.
3	리스크 관리 절차 분석 및 적용	강자영 김무근 임인규	- 국가 종합비행성능시험장에서 안전관리시스템 구축 및 운영을 위한 초기 절차 중 리스크 관리의 세부 사항인 시스템 분석, 위해요인 식별, 리스크 분석/평가/통제 절차 등을 정리 및 비행 시험장 초기 운영에 활용할 수 있는 리스크 관리 (안) 마련.
4	안전 보증 절차 분석	유병선 신동진	- 국가 종합비행성능시험장에서 안전관리시스템 구축 및 운영을 위한 초기 절차 중 안전 보증 수립에 필요한 세부 사항 정리 및 비행 시험장 초기 운영에 적용할 수 있는 안전 보증 (안) 마련.
5	안전 증진 및 교육훈련(안) 수립	이상철 등 5인	- 국가 종합비행성능시험장에서 안전관리시스템 구축 및 운영을 위한 초기 안전 증진에 필요한 안전 증진 절차 등의 세부 사항 정리 및 비행시험장 초기 운영에 적용할 수 있는 교육훈련(안) 마련.
6	비행시험 운영 매뉴얼 작성 지침(안)	백승돈 등 6인	- 국가 종합비행성능시험장의 초기 개발자 비행시험 운영 매뉴얼 작성 시 고려할 사항으로 조직구성, 안전 및 리스크 관리, 운영, 비행시험 인력, 행정 고려사항을 제시.
7	EASA 비행시험 운영 매뉴얼 지침 분석	송찬용	- EASA 비행 시험 운영 매뉴얼(FTOM) 지침서에 대한 분석서로서 국가 종합비행성능시험장 비행시험 운영 매뉴얼 작성 지침 수립에 활용하기 위한 기본 자료임.
8	미 FAA 비행시험 리스크 관리 프로그램 분석	안대희	- 미 FAA 정책 훈령 4040.26B '항공기 인증 업무 비행시험 리스크 관리 프로그램'에 대한 분석서로 국가 종합비행성능시험장 비행시험 운영 매뉴얼 작성 지침 수립에 활용하기 위한 기본 자료임.
9	미 공군 시험센터 안전 검토 정책 분석	안대희 강자영	- 미 공군 시험센터 시험 안전 검토 정책 (공군 시험 센터 지시서 91-202; AFTCI91-202)에 대한 분석서로 국가 종합비행성능시험장 비행시험 운영 매뉴얼 작성 지침 수립에 활용하기 위한 기본 자료임.
10	호주 민간항공본부 비행시험 안전 분석	백승돈	- 호주정부 민간 항공본부 권고회람 21-47(0) '비행시험 안전'에 대한 분석서로 국가 종합비행성능시험장 비행시험 운영 매뉴얼 작성 지침 수립에 활용하기 위한 기본 자료임.

- 달성도 : 100% 목표 달성

나) 비행종합시험장 미래발전 전략 수립

① 계획

비행종합시험장 미래 발전 전략 수립	연구개발성과	3차년도	RFP 요구사항 대비 실적 비교 - 외부 전문가 평가 (연차 평가)				
	양적 성과	3차년도	특허	SCI 논문	비SCI논문	S/W	기타
			-	-	2건	-	TM 2건

② 성과 및 달성도

- 학술지 논문 1편 게재

번호	논문명	학술지명	주저자명	호	국명	발행기관	SCI 여부	게재일	등록번호
1	공항 및 항공사를 위한 AeroMACS 인프라 활용 연구	한국항행학회논문지	임인규	23권 5호	대한민국	한국항행학회	KCI	2019.10.	ISSN 1226-9026
2	세계 민간 항공운항 100년-과거,현재,미래	한국항공운항학회지	강자영	2019년 춘계학술대회	대한민국	한국항공운항학회	-	2019.5	ISSN 2508-8432

- 기술논문 2편 완성

번호	TM 제목	작성자	주요 내용
1	비행시험장 핵심성능지표 해외 사례 분석	백승돈 송찬용 강태석 오재헌	- 국가 종합비행성능시험장의 핵심성능지표(KPI) 선정 연구 목적상의 활용을 위해 SMICG, ENRI, CANSO에서 발행한 문서를 분석하여 KPI 관련 개념의 이해와 비행시험장에 적용 할 수 있는 후보 KPI를 선정
2	국내 항공산업 중장기 발전 계획 검토	유병선 김무근 임인규 강자영	- 국가 종합비행성능시험장(이하 비행시험장)의 미래 발전 전략 수립을 위해 국내 다양한 항공산업 발전 계획을 조사하고 비행시험장에서 적용할 수 있는 사항을 선별

- 달성도 : 100% 목표 달성

3) 위탁연구기관(엔비노드)

가) 비행시험자료계측 및 분석기술개발

① 계획

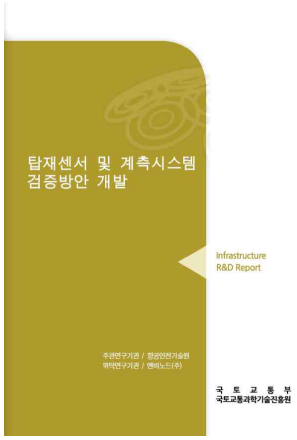
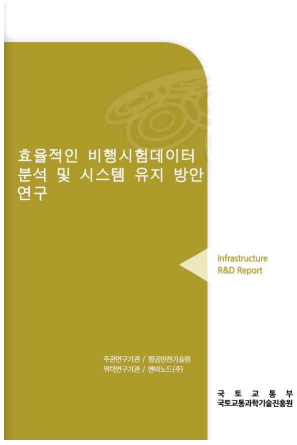
비행시험자료계측 및 분석기술개발	연구개발성과	3차년도	센서 및 계측회로, 동기화 방안, 비행 후 데이터 처리시스템에 대한 기술보고서 작성 유무				
	양적성과	3차년도	특허	SCI 논문	비SCI논문	S/W	기타
			-	-	-	-	보고서 2건 특허 1건

② 성과 및 달성도

-보고서 작성 및 특허출원 완료

구분	문서명	수량	비고
1	탑재센서 및 계측시스템 검증방안 개발 보고서	각 10부	
2	효율적인 비행시험데이터 분석 및 시스템 유지 방안 연구 보고서	각 10부	
3	특허 출원사실증명원	1부	

- 보고서 표지

	
탑재센서 계측시스템 검증방안 개발 보고서	효율적인 비행시험데이터 분석 및 시스템 유지 방안 연구 보고서

- 특허 1건 출원(참고 9)
- 달성도 : 100% 목표 달성

나. 관련 분야 기여도

○ 국내는 민간 비행시험을 위한 전용시설이 없는 관계로 비행시험을 하기 위해서는 공항이나 군 시설을 이용할 수밖에 없는 실정임. 따라서 비행시험 일정을 잡기 어려울 뿐만 아니라 원하는 시간대 설정에 제한이 있음. 본 과제를 통해 구축되는 국가종합비행성능시험장은 민간전용 비행시험장으로서 항공업체의 이러한 어려움을 해결해 줄 수 있는 시설로 판단됨.

○ 향후 국내 많은 항공 관련 업체가 국가종합비행성능시험장을 이용하게 된다면 국내 항공산업 발전에 큰 기여가 될 것임.

3-3. 목표 미달성 시 원인(사유) 및 차후 대책

가. 자동기상관측시설(AMOS) 임시 설치(진흥원 항공실-534)

○ 사유: 자동기상관측시설(AMOS)의 설치 위치는 활주로 근방(그림 2-7. 참조)이나 활주로 공사(항우연 주관)가 지연(참고 1)되는 관계로 비행시험 통제센터 내 유휴지에 임시로 설치함.

○ 차후 대책: 활주로 착륙대 공사(항우연 주관)가 완료되는 시점('21. 하반기 예상)에 이전설치 예정

4. 연구개발성과의 활용 계획

4-1 연구개발 결과의 활용방안

○ 본 과제는 실용화를 목적으로 수행하는 과제로서 항공산업과 관계되는 모든 국내·외 연구기관 및 산업체가 연구 결과물을 사용할 수 있을 것으로 예상됨.

- 국가종합비행성능시험장은 민간 및 공공기관에 개방되어 인터넷 포털사이트를 통한 시험신청 및 승인절차를 거쳐 사용
- 시설 사용승인은 신청자가 사용신청을 하면 비행시험장 운영자는 시험계획 및 시험일자/기간 등을 고려하여 신청자와 협의를 통해 사용승인을 허가하는 절차 수립

○ 구체적 활용방안으로는 항공기 및 부품의 개발 및 성능개량/개조를 위한 시험시설로 활용

- 필요시 기술인력(조종사, 계측 기술자 등)을 제공하여 신청자의 편익 제공

○ 과제를 통해 개발될 비행시험절차 등 각종 절차는 국가종합비행성능시험장을 이용한 각종 비행 및 지상시험의 수행, 시험장 운영에 직접 활용

- 시험장 운영관련 인력을 대상으로 각종 절차 및 규정에 대한 교육 프로그램 수립 및 관리

○ 비행종합시험장 운영 및 인증시험, 산업육성 등을 위한 관련 법·제도 개선에 활용하고 법제화 추진

- 일반 상용 비행장과는 달리 비행종합시험장은 미완성된 시험장비의 개발 및 인증시험에 따른 위험 요소가 항상 내재되어 있고 운영에 필요한 재원조달이 필요하므로 이와 관련한 법·제도(보험, 자격, 사용료 등)의 개선 추진
- 법 제정 및 운영 관련 절차서 작성의 기초자료로 활용
- 국가 차원 비행시험장 사업육성 및 지원 근거로 활용

○ 탑재센서 및 탑재 계측시스템, 그리고 비행후 처리시스템의 요구도 개발의 결과는 향후 탑재 계측시스템과 비행후 처리시스템 구축을 위한 요구사항 작성시 활용함.

○ 위탁연구 결과물은 국가종합비행성능시험장 구축 이후 국내 항공산업의 발전에 따른 비행시험 계측 및 분석기술 발전방향 수립의 기초자료로 활용함.

○ IR/RF 대용량 데이터 처리 및 저장기술 연구개발, 동기화 방안 개발을 통한 결과는 다음과 같이 활용함.

- 비행시험 데이터의 광대역화 발전 추세에 따른 차기 IF 데이터 레코더 요구도 개발

- 차기 광대역 수신기 및 데이터처리기 국산화를 위한 테스트베드로 활용
- 본 과제로 구축한 지상 계측시스템의 수신기와 연동하여 원시데이터 레코더로 사용함으로써 비행후 상세 데이터 분석에 사용할 수 있음

4-2 추가 연구 필요성

○ 본 과제는 기획연구에서 제시한 로드맵(3단계)의 1단계에서 제시한 시설구축이 목표임.

○ 구축되는 국가종합비행성능시험장의 시설은 운영범위가 주간 시계비행으로 제한되어 있어 ICAO Annex 14(Aerodrome)에서 요구하는 계기비행 및 야간비행에 대비한 비행장 운영시설을 충족시키지 못하는 실정임.

○ 따라서 국제기준에 부합하고 국가종합비행성능시험장의 운영 안전성 향상을 위해 최소 아래 시설의 추가 구축 필요

- 비행장 운영 비상계획(EP)에 대응하는 시설(소방시설, 응급의료시설 등)
- 항공기 급유 시설

○ 또한, 국가종합비행성능시험장의 운용성 확대(독자적 비행시험)를 위해 Testbed 항공기와 항공기 탑재 계측시스템의 보완 및 계기비행이 가능한 항행안전시설(ADS-B, ILS 등) 및 항적전시기 등 추가 필요

- Testbed 항공기의 용도: 국내 개발되는 항공기 부품을 Testbed 항공기에 부착 후, 비행시험을 통하여 부품의 안전성 인증, 계기비행을 통한 항행안전시설의 성능시험 등
- 항적전시기는 시험 비행기에서 송신이 차단된 경우, 항공기의 위치 추적에 필요
- 항공기 탑재용 계측시스템의 용도: 지상에 구축된 지상 계측시스템과 비행시험 데이터 송수신이 가능한 항공기 탑재용 계측시스템을 개발하여 통합된 비행시험 계측시스템을 독자적으로 구축하여 비행시험의 효율성 향상

* 항공기 개발업체는 비행시험을 위하여 지상 계측시스템과 송수신이 가능한 항공기 탑재용 계측시스템을 개별 제작하여 비행시험을 하게 되는데 통합 비행시험 계측시스템을 구축함으로써 이 과정을 제거하여 일관성 있는 비행시험 환경 구축

붙임. 참고 문헌

1] 세계기상기구 기술규정 WMO No.49 Volume Ⅱ

2] ICAO Annex 3 Meteorological Service for International Air Navigation

3] ICAO Annex 10 Vol. Ⅰ Radio Navigation Aids

4] ICAO Annex 11 Air Traffic Services 보고서

5] 항공법, 동시행령 및 시행규칙

6] 기상법, 동시행령 및 시행규칙

7] 항공기상업무지침

8] 정보통신공사업법, 동시행령 및 시행규칙

9] 전파법, 동시행령 및 시행규칙

10] 전기통신법, 동시행령 및 시행규칙

11] 전기통신 설비 기술기준에 관한 규칙

12] Telemetry Standard IRIG 106 Chapter 10, Range Commanders Council

13] Telemetry Standard IRIG 106 Chapter 7, Range Commanders Council

14] 양재원, 윤한수, 김건식, 송재훈 “고속 PCM 데이터 처리를 위한 PCI-Express 타입의 Decommutator 설계”.2014. 4 939-943 한국항공우주학회 2012년도 춘계학술대회

15] IEEE Std., “1588-2002 IEEE Standard for a Precision Clock Synchronization Protocol for Networked Measurement and Control Systems.,“ IEEE Std 1588-2002, 2002, pp. 1~144.

16] Diarmuid Corry, M. Eng., “IEEE1588-A Solution for Synchronization of Networked Data Acquisition System?,“ Proceeding of International Telemetering Conference 2006, 2006, pp. 125-134.

17] Thomas Grace, John Roach., “1588-Enhanced Vehicle Network Concept Demonstration,“ Proceeding of International Telemetering Conference 2016, 2016, pp. 135-144.

18] IEEE Std., “1588-2008 IEEE Standard for a Precision Clock Synchronization Protocol for Networked Measurement and Control Systems.,“ IEEE Std 1588-2008, 2008, pp. 1~144.

19] 한유수, 최용태, 이효근, “나로우주센터 표준시각분배망 소개”, 제5회 시험평가기술 심포지엄, 2007.

20] 한유수, 최용태, “나로우주센터 표준시각 동기화장비 기술동향”, 항공우주산업기술동향, 6권 1호, pp. 114 ~ 121, 2008.

21] Microsemi, “XLi IEEE 1588 Grandmaster Clock (PTPv2) User Guide”, pp. 125 ~ 130, 2010.

22] IEEE. "Timing and Synchronization for Time-Sensitive Application in Bridged Local area Networks", IEEE Std 802.1AS, Mar. 2011.

23] 김관수, 이홍희, 김병진, 박종찬, “IEC61850 프로세서 레벨에서의 시간 동기화를 위한 IRIG-B 프로토콜 구현에 관한 연구”, 대한 전기학회 하계학술대회 논문집, 2007.

24] RCC, Telecommunication and timing group, "IRIG SERIAL TIME CODE FORMATS", IRIG STANDARD 200-98.

25] Albert Berdugo, Teletronics Technology Corporation, "Advanced Distributed Wideband Data Acquisition System"

26] ADAS Nexeya Product Division, "Telemetry with Magali", 2013년

27] AGARDograph 160 Flight Test Instrumentation Series -Volume I (Issue 2), “Basic Principles of Flight Test Instrumentation Engineering”

28] AFI 33-360, 간행물 및 문서 관리, 2013.09.25

29] AFI 91-202, 미 공군 사고 방지 프로그램, 2011.08.05

30] AFI 91-204, 안전 조사 및 보고, 2014.02.12

31] AFI 91-202_AFMCSUP, 미 공군 사고 방지 프로그램, 2013.07.09

32] MIL-STD-882E, 시스템 안전을 위한 표준관행, 2012.05.11.

33] AFPAM 90-803, 리스크 관리 (RM) 가이드라인 및 도구, 2013.02.11.

34] AFI 99-103, 능력기반 시험 및 평가, 2013.10.16.

35] AFTCI 62-602, 발달 공학, 감항성, 2015.02.18.

36] AFI 11-215, 미 공군 비행 매뉴얼 프로그램 (FMP), 2011.01.03.

37] AFI 11-215_AFMCSUP1, 미 공군 비행 매뉴얼 프로그램 (FMP), 2011.05.25.

38] 항공산업발전 기본계획(2016~2020)

39] 제2차 항공정책 기본계획(2015~2019)

40] 드론산업발전 기본계획(2017~2026)

41] 고흥군-2019년도 주요업무 계획(미래산업과)

42] 국토부 항공안전 관련 보도자료

43] 국방과학연구소 항공시험장 브로슈어

44] M. G. Kim, I. K. Lim, B. S. Yoo, and J. Y. Kang, “Flight test hazard identification,” *Journal of Advanced Navigation Technology,* Vol. 22, No.2, pp. 279-287, Aug. 2018.

45] FAA Order 4040.26B, Aircraft certification service flight test risk management progr am, Jan. 2012.
[Internet]. Available: https://www.faa.gov/regulations_policies/ orders_notices/ inde x.cfm/go/document.informat ion/documentID/1019824

46] Australia CASA AC21-47(0), Flight test safety, Apr. 2012.
[Internet]. Available: https://www.casa.gov.au/rules-andregulations/standard-page/a dvisory-circulars

47] EASA, Flight test operations manual guide, Apr. 2018.
[Internet]. Available: https://www.easa.europa.eu/sites/default/files/dfu/FTOM%20G uide.pdf

48] ROK Aviation safety act, Article 58 “Aviation safety program, etc.” Mar. 2017.

49] M. G. Kim, and J. Y. Kang, “Establishment and utilization plan of flight test airspace for the flight performance test center,” in *The Korean Society for Advanced Naviga tion Technology 2017 Complex Conference*, Seoul: Korea, pp.417~419, Oct. 2017.

50] M. G. Kim, I. K. Lim, B. S. Yoo, and J. Y. Kang, “Flight test hazard identification for application of safety management system,” in *The Korean Society for Aviation and Aeronautics, 2018 Spring Conference*, Gyeonggi-do: Korea, pp. 317~320, May. 2 018.

본 페이지는 편집상 공백

참고 1 | **활주로 공사 일정(공문)**

한국항공우주연구원

수신자 항공안전기술원장
(경유) (항공기술본부 MRO인프라팀)
제목 「국가종합비행성능시험장 구축」과제 사업기간 연장 알림

1. 귀 기관의 무궁한 발전을 기원합니다.

2. 현재 전라남도 고흥군 고흥읍 고소리 1167 일원에서 기재부 총사업비 관리대상 사업으로 진행 중인 "국가종합비행성능시험장 구축" 사업은 사업기간을 현행 2015년 8월~2021년12월(기재부 총사업비 관리대상 사업 기준)에서 제반 현장 상황을 반영하여 기획재정부와 협의 조정 결과 2015년 8월~2022년 12월로 변경하였사오니 참고하시기 바랍니다.

붙임 1. "총사업비 조정결과 통보(국가종합비행성능시험장 구축)"(기획재정부 총사업비관리과-1004(2020.07.17.)) 1부. 끝.

한국항공우주연구원장

전결 2020-08-03

일급	국가종합비행성능시험센터장	
최우영		김중욱

조자

행 대 외-종합비-20-1385 (2020. 08. 03.) 접수 MRO · 인프라팀-977 (2020. 08. 03.)
34133 대전광역시 유성구 과학로 169-84 / http://www.kari.re.kr
화 042-870-3668 전송 / wychoi21@kari.re.kr / 공개

참고 2 **비행시험 통제센터 준공계(공문)**

(주)정림이엔씨건축사사무소
Engineering & Architecture. Co.,Ltd.

<본사> (우)627-802 경상남도 밀양시 내이동 1178-11 2층 TEL: (055)355-0910 FAX: 055)355-0912
<부산> (우)616-819 부산시 북구 만덕대로108 위너스빌딩 7층 TEL: (051)790-0080 FAX: 051)790-0099
담당부서 : 건축부 담당자 : 김선애 junglimenc@empal.com
http://www.jlenc.co.kr

문서번호 : 정림 2016 - 204호
시행일자 : 2016. 11. 25.
수 신 : 항공안전기술원
참 조 :
제 목 : **국가 종합비행성능시험장 비행시험 통제센터 설계용역 준공계 제출**

1. 귀 원의 무궁한 발전을 기원합니다.

2. 귀 청과 당사 간에 2016년 06월 30일 계약 체결한 **"국가 종합비행성능시험장 비행시험 통제센터 설계용역"** 의 준공계를 제출합니다.

※ 첨 부 : 준공계 <끝>.

(주)정림이엔씨건축사사무소 대표이사

참고 3 **비행시험 통제센터 사용승인서**

확인번호 : 1E0E-PKRW-1RT1-0V11-K9QC

■건축법 시행규칙 [별지 제18호서식] <개정 2018. 11. 29.>

사용승인서

· 건축물의 용도/규모는 전체 건축물의 개요입니다.

건축구분 신축	허가(신고)번호 2018-종합인허과-신축허가-124
건축주 항공안전기술원	
대지위치 전라남도 고흥군 고흥읍 고소리	
지번 1205 외 1필지 ※ 「공간정보의 구축 및 관리 등에 관한 법률」에 따른 지번을 적으며, 「공유수면의 관리 및 매립에 관한 법률」 제6조에 따라 공유수면의 점용·사용 허가를 받은 경우 그 장소가 지번이 없으면 그 점용·사용 허가를 받은 장소를 적습니다.	
대지면적 8,800 ㎡	
건축물명칭	주용도 교육연구시설(연구소)
건축면적 400 ㎡	건폐율 4.54 %
연면적 합계 1,369.33 ㎡	용적률 15.56 %
기설건축물 존치기간	

그 밖의 기재사항

※ 「건축법」 제77조의4에 따른 건축협정을 체결한 건축물 또는 「건축법」 제77조의14에 따른 결합건축 협정을 체결한 건축물인지 여부를 기재합니다(해당하는 경우로 한정합니다).

귀하께서 건축·대수선 또는 용도변경한 (가설)건축물의 사용승인서를 「건축법 시행규칙」 제16조에 따라 교부합니다.

2020년 01월 21일

고흥군수

210mm x 297mm[보존용지(2종) 70g/㎡]

참고 4 TGS 성능검증 결과보고서

○ TGS 성능검증을 위해 아래 표와 같은 일정으로 현장 수락시험을 수행하였으며, 결과보고서를 첨부하였음.

비행시험 현황

구분	비행 시험		
	1차 비행 시험	2차 비행시험	3차 비행시험
비행 목적	1차 수락시험(OSAT)	수락시험 보완 시험	2차 수락시험(OAST)
비행 일시	2020년 1월21일 15:00 ~ 15:30	2020년 3월 17일 09:40 ~ 10:40	2020년 4월 16일 15:00 ~ 16:00
장소	국가종합비행성능시험장 비행시험 통제센터	국가종합비행성능시험장 비행시험 통제센터	국가종합비행성능시험장 비행시험 통제센터
항공기 기종	CTLS	CTLS	CTLS
조종사	기예호 책임연구원/KARI	기예호 책임연구원/KARI	기예호 책임연구원/KARI
비행통제	강병규 선임연구원/KARI	강병규 선임연구원/KARI	강병규 선임연구원/KARI
비행 공역	• 비행장 장주 • 비행장 중심 5NM까지	• 비행장 장주 • 고흥만에서 5NM까지	• 비행장 장주 • 비행장 중심 30NM 까지
송신데이터	• PCM 1Ch: 160kbps • 영상(NTSC) 1Ch: 8Mbps	• PCM 1Ch: 160kbps • 영상(NTSC) 1Ch: 8Mbps	• PCM 1Ch: 160kbps • 영상(NTSC) 1Ch: 8Mbps
송신주파수	• PCM: 2300MHz • 영상: 2320MHz	• PCM: 2300MHz • 영상: 2320MHz	• PCM: 2300MHz • 영상: 2320MHz
송신 출력	• PCM: 1W(30dBm) • 영상: 1W(30dBm)	• PCM: 1W(30dBm) • 영상: 1W(30dBm)	• PCM: 1W(30dBm) • 영상: 1W(30dBm)
시험 항목	• 안테나 자동추적 기능 검증 • 비행데이터(Simulation Data), 영상데이터 동시 획득 및 처리 결과 확인 • 항공통신 및 인터컴 연동 확인	• 안테나 자동 추적 기능 검증 • 비행데이터(Simulation Data), 영상데이터 동시 획득 및 처리 결과 확인 • 항공기 위치 추적 App 검증 • 항공통신 및 인터컴 연동 확인	• 안테나 자동 추적 기능 검증 • 비행데이터(Simulation Data), 영상데이터 동시 획득 및 처리 결과 확인 • 항공기 위치 추적 App 검증 • 항공통신 및 인터컴 연동 확인

— 수락시험(AT) 완료 보고 —

국가 비행성능종합시험장 인프라 개발·구축을 위한

비행시험 자료 계측시스템(지상체계) 개발·구축

2020. 4. 16.

㈜ 루맥스에어로스페이스

목 차

Ⅰ. 비행시험 보완 재수행 결과

Ⅱ. Action Items 조치결과

I. 비행시험 보완 재수행 결과

개요

항 목	내 용
계 약 번 호	20160941171-00
용 역 명	비행시험자료 계측시스템 개발 및 구축 용역
완 수 기 한	2016년 9월 28일 ~ 2019년 12월 28일까지(총 1,187일)
계 약 금 액	
납 품 현 장	전라남도 고흥군
계 약 범 위	비행시험자료 계측시스템 1식
계약법구분	국가계약법/협상에 의한 계약
하자담보 책임기간	검수완료 후 1년
수요 기관명	항공안전기술원
대표계약자	㈜ 루맥스에어로스페이스

추진 경위

일정	내 용
'16. 08.	계약 체결
'16. 09.	착수 회의(Kick off)
'17. 02.	예비 설계 검토회의(PDR)
'17. 03.	상세 설계 검토회의(CDR)
'17. 04.	1차년도 결과 보고
'18. 02.	공장수락시험(FAT)- Zodiac社/프랑스
'18. 04.	2차년도 결과 보고
'19. 11.	시스템 통합(SI) 및 현장 설치
'19. 12.	수락시험 사전 준비회의(TRR)
'19. 12.	수락시험(AT)
'19. 12.	3차년도 결과 보고 및 납품 (예정)
'20. 01.	비행시험 1차
'20. 03	비행시험 2차
'20. 04.	비행시험 3차

KIAST 항공안전기술원

I. 비행시험 보완 재수행 결과

비행시험 현황

구분	비행 시험		
	1차 비행 시험	2차 비행시험	3차 비행시험
비행 목적	1차 수락시험(OSAT)	수락시험 보완 시험	2차 수락시험(OAST)
비행 일시	2020년 1월21일 15:00 ~ 15:30	2020년 3월 17일 09:40 ~ 10:40	2020년 4월 16일 15:00 ~ 16:00
장소	국가종합비행성능시험장 비행시험 통제센터	국가종합비행성능시험장 비행시험 통제센터	국가종합비행성능시험장 비행시험 통제센터
항공기 기종	CTLS	CTLS	CTLS
조종사	기예호 책임연구원/KARI	기예호 책임연구원/KARI	기예호 책임연구원/KARI
비행통제	강병규 선임연구원/KARI	강병규 선임연구원/KARI	강병규 선임연구원/KARI
비행 공역	• 비행장 장주 • 비행장 중심 5NM까지	• 비행장 장주 • 고흥만에서 5NM까지	• 비행장 장주 • 비행장 중심 30NM 까지
송신데이터	• PCM 1Ch: 160kbps • 영상(NTSC) 1Ch: 8Mbps	• PCM 1Ch: 160kbps • 영상(NTSC) 1Ch: 8Mbps	• PCM 1Ch: 160kbps • 영상(NTSC) 1Ch: 8Mbps
송신주파수	• PCM: 2300MHz • 영상: 2320MHz	• PCM: 2300MHz • 영상: 2320MHz	• PCM: 2300MHz • 영상: 2320MHz
송신 출력	• PCM: 1W(30dBm) • 영상: 1W(30dBm)	• PCM: 1W(30dBm) • 영상: 1W(30dBm)	• PCM: 1W(30dBm) • 영상: 1W(30dBm)
시험 항목	• 안테나 자동추적 기능 검증 • 비행데이터(Simulation Data), 영상데이터 동시 획득 및 처리 결과 확인 • 항공통신 및 인터컴 연동 확인	• 안테나 자동 추적 기능 검증 • 비행데이터(Simulation Data), 영상데이터 동시 획득 및 처리 결과 확인 • 항공기 위치 추적 App 검증 • 항공통신 및 인터컴 연동 확인	• 안테나 자동 추적 기능 검증 • 비행데이터(Simulation Data), 영상데이터 동시 획득 및 처리 결과 확인 • 항공기 위치 추적 App 검증 • 항공통신 및 인터컴 연동 확인

LUMAX

I. 비행시험 보완 재수행 결과

1차 비행시험

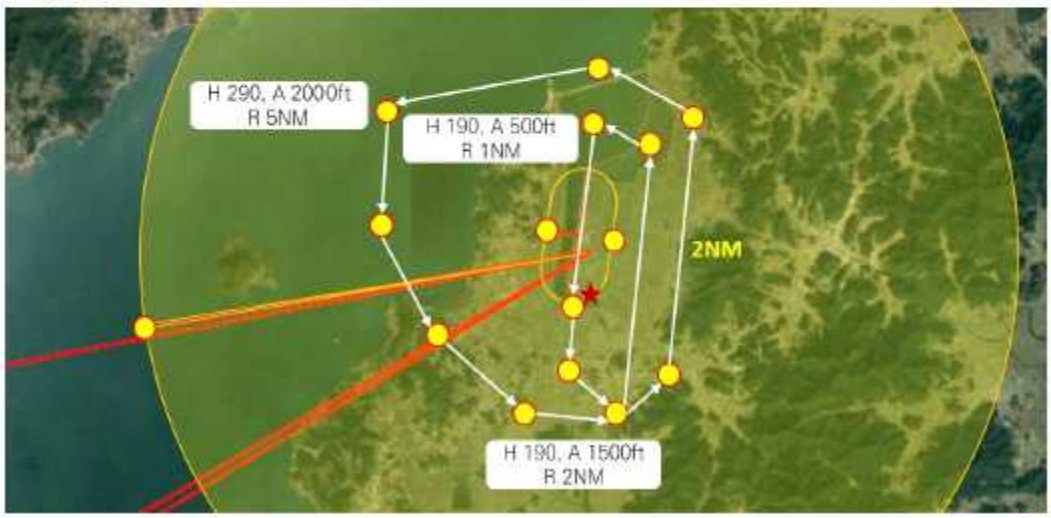
◎ 비행 프로파일

비행일자	2020년1월21일15:00~15:30	기종	CTLS
조종사	기예호 책임연구원	비행통제	강병규 선임연구원
공역	• 비행장 장주 • 비행장 중심 5NM까지		

비행 프로파일

비행 항목	항공기 위치	거리(NM)	고도(FT)	방향 (Heading)	임무시간 (Duration)
지상 점검	주기장	0.5NM 이내	0	0	10Min
이륙	Runway	0.5NM 이내	150 ~ 450	190→090→360	5Min
임무비행	5NM 이내	5NM 까지	1,500~3,000	선회 비행	5Min
RTB & 장주 비행	비행장 상공	1NM 이내	1,000	190→270→010	5Min
착륙	Runway	0.5NM 이내	150	190	5Min

◎ 비행 공역



※ 이륙→ 좌측 선회→ 남쪽 2NM →동쪽 2NM →북쪽 3NM →서쪽 5NM →장주 비행 → 착륙

I. 비행시험 보완 재수행 결과

2차 비행시험

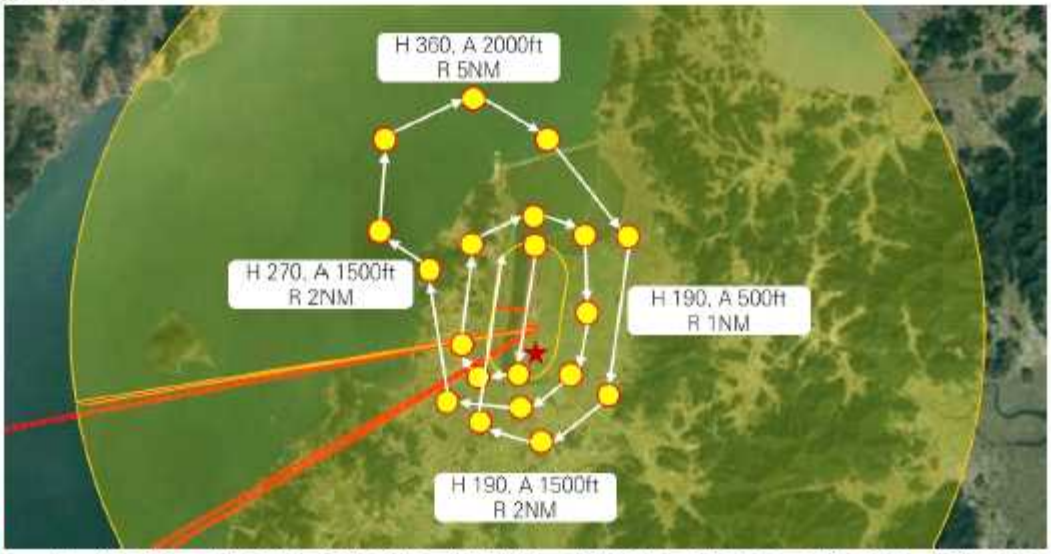
◎ 비행 프로파일

비행일자	2020년3월17일09:40~10:40	기종	CTLS
조종사	기예호 책임연구원	비행통제	강병규 선임연구원
공역	• 비행장 장주 • 고흥만에서 5NM까지		

비행 프로파일

비행 항목	항공기 위치	거리(NM)	고도(FT)	방향 (Heading)	임무시간 (Duration)
지상 점검	주기장	0.5NM 이내	0	100, 190	10Min
이륙 & 장주 비행	Runway	0.5NM 이내	150~450	100, 190	5Min
	1NM 이내	1NM 까지	1,000~1,500	180→270→360	10Min
임무 비행	5NM 이내	5NM 까지	1,500~3,000	360→090→180	15Min
RTB & 착륙	비행장 상공	1NM 이내	1,000~150	100, 190	5Min

◎ 비행 공역



※ 이륙→우측 선회 →서쪽 1NM →북쪽 2NM →동쪽 1NM →남쪽 2NM →서쪽 3NM →북쪽 5NM → 동쪽 2NM →남쪽 2NM →장주 비행→착륙

I. 비행시험 보완 재수행 결과

3차 비행시험

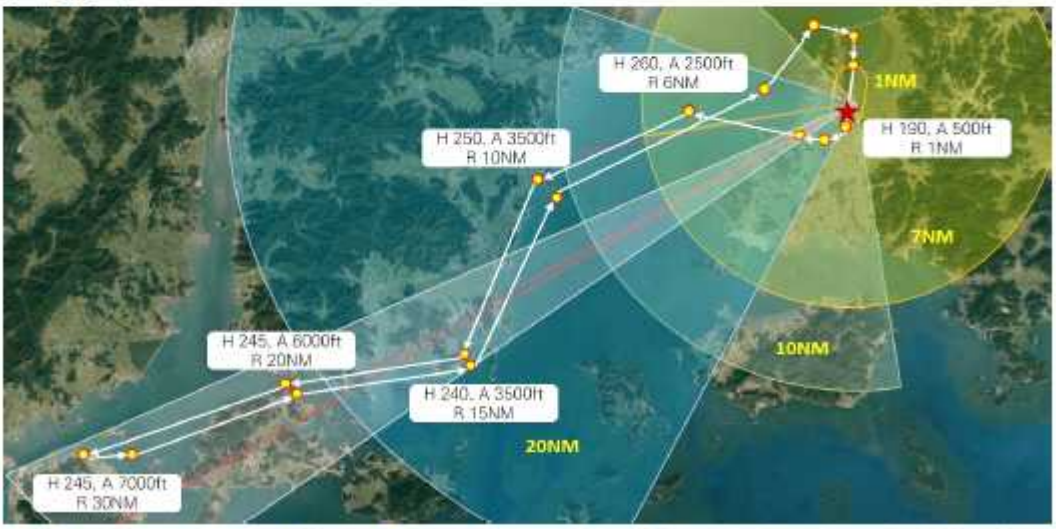
◎ 비행 프로파일

비행일자	2020년4월16일15:00~16:00	기종	CTLS
조종사	기예호 책임연구원	비행통제	강병규 선임연구원
공역	• 비행장 창주 • 비행장 중심 30NM까지		

비행 프로파일

비행 항목	항공기 위치	거리(NM)	고도(FT)	방향 (Heading)	임무시간 (Duration)
이륙	Runway	0.5NM 이내	150 ~ 500ft	010, 190	5Min
거리/고도 비행	7NM 이내	7NM 까지	1,000ft	260→240	10Min
	10NM 이내	10NM 까지	2,000ft	260→240	10Min
	20NM 이내	20NM 까지	3,000ft	240→060	10Min
	30NM 이내	30NM 까지	5,000ft	240→060	10Min
RTB & 장주비행	비행장 상공	1NM 이내	1,000ft 이내	착륙 전 우선회	5Min
착륙	Runway	0.5NM 이내	150ft	100, 190	5Min

◎ 비행 공역



※ 이륙→두량도 →고마리 →노력항 →고금대교 →완도 →고금대교 →노력항 →고마리 →두량도 →장주 비행 → 착륙

KIAST 항공안전기술원

II. Action Items 조치 결과

Action Items

순번	식별번호	보완요구 사항	완료일자
1	FTGS-OSAT-001	실제 항공기를 활용한 비행시험 시스템 검증이 필요함	20-4-16
2	FTGS-OSAT-002	통신율, 민감도, 항공기 위치 등 실제 평가할 수 있는 준비를 갖추고, 지상시험을 통해 검증한 후 비행시험 재 수행이 요구됨.	20-4-16
3	FTGS-OSAT-003	비행시험 전 시스템 평가항목을 정한 후 비행성능에 따른 계측시스템 신뢰성 평가가 필요함.	20-4-16
4	FTGS-OSAT-004	시험항공기를 활용한 OSAT 시 시험 프로 파일(임무 고도, 항공기 기종 등) 준비	20-4-16
5	FTGS-OSAT-005	Telemetry 신호 Loss 시 추적을 위한 설정 위치 필요 - TM Loss 발생 시 항공기 특정 위치로 이동 → 안테나에 특정 위치 정보 저장하여 TM Loss 복구	20-4-16
6	FTGS-OSAT-006	Real Time Display 정확도 및 Delay 확인 필요	20-4-16
7	FTGS-OSAT-007	Real Time Data와 항공기 저장 Data 비교 필요	20-4-16
8	FTGS-OSAT-008	음성 통신 녹음 기능 가능 여부	20-4-16
9	FTGS-OSAT-009	Tracking Antenna 추적카메라 녹화기능 및 줌(Zoom) 기능 추가 필요	20-4-16
10	FTGS-OSAT-010	항공기 GPS 위치 정보는 실제 비행데이터 이용하여 시험 수행 필요	20-4-16
11	FTGS-OSAT-011	시험 절차에 대한 정량화 필요 - 무지향성/지향성 전환 거리 정의 - 전체 임무 중 통신 두절 시간 xx % 또는 xx 초 이내 정의 - 통신 상태(Error 율 xx %, 지연시간 xx ms, 최대전송속도 xx Mbps 이하)	20-4-16
12	FTGS-OSAT-012	대형 모니터에 카메라 영상 시현 가능(탑재 영상, 트래킹 영상)	20-4-16

LUMAX

II. Action Items 조치 결과

Action Item 1 / 12

식별번호	보완요구 사항	완료 일자
FTGS-OSAT-001	• 실제 항공기를 활용한 비행시험 시스템 검증이 필요함.	20-4-16

세부 수행 결과

식별번호	수행 내용
시험절차 및 방법	① KARI 소속의 Test bed용 CTLS항공기에 탑재계측시스템 1식 설치 및 장착 ② 행거 및 주기장에서 탑재계측장비 데이터 송신 확인 ③ 항공기 이륙 후 비행장 상공 안테나 추적성 확인 및 데이터 수신상태 확인 ④ 항공기 고도별/거리별 안테나 자동 추적 기능 검증 ⑤ 비행시험 계획을 다음과 같이 수립 후 시행
시험 결과	① 자동추적안테나 수신 및 자동추적기능 점검 결과 ▪ 수신기 신호세기 확인(-20dBm) ▪ 안테나 수동/자동 추적 기능(Autotrack) ▪ 안테나 포인팅 정밀도 확인(0.5°) [안테나 제어장치(ACU)] ② 데이터 처리 및 시현 기능 점검 결과 ▪ 수신 데이터 처리 기능 확인(Datapage) ▪ 데이터 시현 기능(3D, TC, MAP 등) ▪ 영상데이터 시현 기능 [대화면 시현장치]
판정 및 확인	안테나 자동 추적 기능, 데이터 처리 및 시현 기능 정상 확인

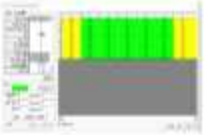
구분	1차 비행 시험	2차 비행시험	3차 비행시험
비행 목적	1차 수락시험(OSAT)	수락시험 보완 시험	2차 수락시험(OAST)
비행 일시	2020년 1월21일 15:00 - 15:30	2020년 3월 17일 09:40 - 10:40	2020년 4월 16일 15:00 - 16:00
장소	국가종합비행성능시험장 비행시험 통제센터	국가종합비행성능시험장 비행시험 통제센터	국가종합비행성능시험장 비행시험 통제센터
항공기기종	CTLS	CTLS	CTLS
비행 공역	• 비행장 상공 및 장주 • 비행장 중심 5NM까지	• 비행장 상공 및 장주 • 고흥만에서 5NM까지	• 비행장 상공 및 장주 • 비행장 중심 30NM 까지

II. Action Items 조치 결과

Action Item 2 / 12

식별번호	보완요구 사항	완료 일자
FTGS-OSAT-002	• 통신율, 민감도, 항공기 위치 등 실제 평가할 수 있는 준비를 갖추고, 지상시험을 통해 검증한 후 비행시험 재 수행이 요구됨.	20-4-16

세부 수행 결과

식별번호	수행 내용
시험절차 및 방법	① CTLS에 탑재계측시스템 1식을 설치 및 장착 ② 주파수(2300MHz/데이터, 2320MHz/영상), 전송속도(160kbps/데이터, 8Mbps/영상) 셋업 ③ 지상 점검을 통해 데이터 및 영상 수신 확인 ④ 통신율은 탑재 Simulator 데이터를 수신한 후 Data Recorder 저장하고 저장된 데이터를 Playback 하여 확인 ⑤ 민감도는 안테나로 부터 수신된 신호변화를 ACU에서 모니터링을 통해 확인 ⑥ 항공기 위치는 핸드폰에 위치 추적 APP을 설치하여 항공기에 탑재한 후 지상에서 실시간으로 위치를 모니터링
시험 결과	① 통신율은 확인 결과 ▪ Simulator에서 발생되는 데이터와 저장된 데이터의 일치성을 확인 ▪ 탑재송신기 전송속도와 데이터처리기의 전송속도 일치 확인(Data 160kbps)  [Simulator 데이터 값] [Playback 데이터 값] ② 수신기 민감도 확인 결과 ▪ 지상점검 시 Omni 안테나: -50dBm, 추적안테나: -1dBm ▪ 거리 30NM 에서 Omni 안테나: -70dBm, 추적안테나: -40dBm ▪ 비행루트 중 수신기 민감도 -90dBm의 성능에 충족한 이득으로 자동 추적영향성 없음. [수신기 신호민감도] ③ 항공기 위치 추적 방안 ▪ 핸드폰 위치 추적 App상의 항공기 위치 표시 ▪ ACU 안테나 포지션과 항공기 간 방위각(AZ), 고각(EL) 위치 일치 확인 [휴대폰 항공기 위치 표시 및 ACU 안테나 포지션]
판정 및 확인	텔레메트리 데이터 통신율, 민감도 및 항공기 위치 추적 기능 확인

II. Action Items 조치 결과

Action Item 3 / 12

식별번호	보완요구 사항	완료 일자
FTGS-OSAT-003	• 비행시험 전 시스템 평가항목을 정한 후 비행성능에 따른 계측시스템 신뢰성 평가가 필요함.	20-4-16

세부 수행 결과

식별번호	수행 내용
시험절차 및 방법	① 원격계측시스템 평가항목은 시스템 연동시험을 위한 수락시험절차서(ATP)를 적용 ② CTLS 항공기에 탑재계측시스템을 탑재하여 실시간 데이터 및 영상신호를 송신 ③ 항공기 고도별, 거리별 위치에 따라 항공기 자동 추적 및 데이터 수신 능력 확인 ④ 실기간 데이터 처리, 시현, 저장 기능
시험 결과	① 항공기 자동 추적 및 데이터 수신 기능 확인 결과 ▪ 수신기 신호레벨 및 AGC 신호 확인 ▪ ACU 자동추적 및 안테나 포지션 확인 [수신기 신호레벨] [안테나 포지션] ② 실시간 데이터 처리, 시현 확인 결과 ▪ Real-Time 수신데이터 "TM LOCK" ▪ Datapage 데이터 값 모니터링 ▪ 시현 소프트웨어 데이터 시현 [TM LOCK] [Data View] ③ 실시간 데이터 저장 확인 결과 ▪ PCM 데이터 저장 ▪ 영상 저장 및 Playback [데이터 Playback] [영상 Playback]
판정 및 확인	통합 연동시험 항목에 따른 성능 검증 및 신뢰성 확인

II. Action Items 조치 결과

Action Item 4 / 12

식별번호	보완요구 사항	완료 일자
FTGS-OSAT-004	• 시험항공기를 활용한 OSAT 시 시험 프로 파일(임무 고도, 항공기 기종 등) 준비.	20-4-16

세부 수행 결과

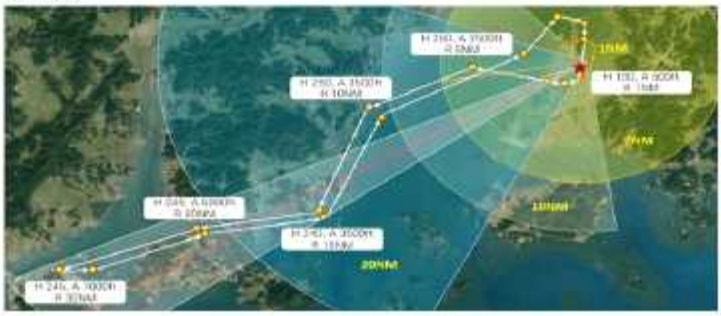
식별번호	수행 내용
시험절차 및 방법	① 비행시험 프로파일은 임무 고도, 거리 등 고려하여 계획 ② 비행시험 조종사의 비행루트 계획을 바탕으로 비행계획을 수립

비행일자	2020년4월16일15:00-16:00	기종	CTLS
조종사	김예호 책임연구원	비행통제	강병규 선임연구원
공역	• 비행장 장주 • 비행장 중심 30NM까지		

비행 프로파일

비행 장역	항공기 위치	거리(NM)	고도(FT)	방향 (Heading)	임무시간 (Duration)
이륙	Runway	0.5NM 이내	150 – 500ft	010, 190	5Min
거리/고도 비행	7NM 이내	7NM 까지	1,000ft	260→240	10Min
	10NM 이내	10NM 까지	2,000ft	260→240	10Min
	20NM 이내	20NM 까지	3,000ft	240→060	10Min
	30NM 이내	30NM 까지	5,000ft	240→060	10Min
RTB & 장주비행	비행장 상공	1NM 이내	1,000ft 이내	착륙 전 우선회	5Min
착륙	Runway	0.5NM 이내	150ft	100, 190	5Min

◎ 비행 공역



시험 결과	① 항공기 이륙→득량도 →고마리 →노력항 →고금대교 →완도 →고금대교 →노력항 →고마리 →득량도 →장주 비행 → 착륙까지 안테나 자동추적 및 데이터/영상 획득 성능 확인
판정 및 확인	비행시험 공역 내 실시간 데이터 획득 및 통신 시험 결과 양호

II. Action Items 조치 결과

Action Item 5 / 12

식별번호	보완요구 사항	완료 일자
FTGS-OSAT-005	• Telemetry 신호 Loss 시 추적을 위한 설정 위치 필요. - TM Loss 발생 시 항공기 특정 위치로 이동 → 안테나에 특정 위치 정보 저장하여 TM Loss 복구	20-4-16

세부 수행 결과

식별번호	수행 내용
시험절차 및 방법	① 항공기에 탑재용 GPS 수신기를 장착할 수 없는 상황으로 외부 위치추적용 핸드폰을 탑재 ② 핸드폰에는 실시간 위치추적이 가능한 App을 설치하여 지상에서 항공기 위치 모니터링 ③ 항공기 비행 경로와 위치 추적 App이 일치되는 상황을 모니터링 ④ 안테나를 수동으로 구동하여 위치 추적 App의 위치에 일치시켜 항공기 위치 추적 및 안테나 자동 추적 기능 모의
시험 결과	① 실시간 항공기 위치 추적을 위한 위치 추적 App을 휴대폰에 설치 ▪ 통신사 위치 추적 App을 활용한 항공기 위치 추적 ▪ 탑재 휴대폰과 지상 휴대폰의 위치 추적 모니터링 [위치 추적 App이 설치된 휴대폰] ② 위치 추적 App을 활용한 항공기 위치 추적 및 안테나 자동 추적 기능 보완 ▪ ACU 안테나 포지션 확인 ▪ 위치 추적 App의 항공기 위치 확인 ▪ 항공기 TM이 끊어질 경우 위치 추적 App을 활용한 항공기 위치 탐색 확인 ▪ 비행장 중심 20NM에서 위치 추적 App을 이용한 안테나 수동 구동으로 항공기 추적 성공 [위치 추적 App과 ACU 상호 보완]
판정 및 확인	안테나 수동 구동에서 위치 추적 App을 이용한 항공기 위치 추적 성공

II. Action Items 조치 결과

Action Item 6 / 12

식별번호	보완요구 사항	완료 일자
FTGS-OSAT-006	• Real Time Display 정확도 및 Delay 확인 필요.	20-4-16

세부 수행 결과

식별번호	수행 내용
시험절차 및 방법	① 항공기에 탑재용 GPS Time을 가진 핸드폰을 탑재 ② 비행 전, 비행 간 GPS Time Video 카메라를 통해 실시간 감시 ③ 지상계측시스템의 UTC Time과 일치성 확인
시험 결과	② 실시간 시현 및 Delay time 확인 ▪ GPS 표준시간을 탑재한 휴대폰을 항공기에 탑재 ▪ 영상으로 전송되는 시간과 Local의 시현 시간과의 차이 확인 ▪ GPS수신기의 시간과 실시간 영상 속의 시간의 차는 100ms 미만 ▪ 영상데이터 해상도 및 영상 끊김 현상 없음 [GPS 표준시간을 탑재한 휴대폰] [항공기 내 실시간 시간이 전송되는 영상] [임무통제실 UTC 표준시간 시현]
판정 및 확인	비행시험 공역 내 실시간 데이터 획득 및 통신 시험 결과 양호

II. Action Items 조치 결과

Action Item 7 / 12

식별번호	보완요구 사항	완료 일자
FTGS-OSAT-007	• Real Time Data와 항공기 저장 Data 비교 필요.	20-4-16

세부 수행 결과

식별번호	수행 내용
시험절차 및 방법	① 항공기에 탑재된 시뮬레이터의 데이터 설정 값(PCM Format)을 확인 ② 데이터 프로세서의 설정 값(PCM Format)을 확인 ③ TM 송신 시 수신이 잘 되는지 확인 ④ 실시간 데이터가 시뮬레이터에서 정의된 값과 일치하는지 비교 ⑤ 실시간 저장된 데이터를 Playback 후 데이터 일치성 확인
시험 결과	① 실시간 데이터와 항공기 저장 데이터 비교 확인 ▪ 항공기 데이터 시뮬레이터 설정값 확인 ▪ 실시간 데이터 프로세서 설정값 확인 ▪ Playback 데이터 비교 결과 동일 ▪ Playback 영상 비교 결과 동일 [PCM, 영상 데이터 저장장치] [탑재 시뮬레이터 설정값] [PCM 포멧 설정값] [Sim. 데이터 비교] [영상 데이터 비교]
판정 및 확인	실시간 데이터 및 영상 저장 후 Playback을 통해 simulator Data 비교 일치

II. Action Items 조치 결과

Action Item 8 / 12

식별번호	보완요구 사항	완료 일자
FTGS-OSAT-008	• 음성 통신 녹음 기능 가능 여부.	20-4-16

세부 수행 결과

식별번호	수행 내용
시험절차 및 방법	① 조종석 음성데이터 모니터링(Hot Mic) 장치를 이용하여 음성 데이터 PCM으로 저장-탑재 ② 데이터 프로세서의 CVSD 모듈을 통해 외부 스피커와 인터컴으로 출력 ③ 비행 후 데이터 Playback을 통해 조종석 음성데이터(CVSD) 모니터링 및 아날로그 변환 음성 저장 ④ 음성통신장비(VCCS)의 녹음 및 운용 서버를 이용해서 음성 저장 및 조회, 출력
시험 결과	① 실시간 음성 데이터 CVSD 모듈을 활용한 저장 및 재생 확인 ▪ FPP에 장착된 CVSD 모듈 기능 활용 ▪ 실제 항공기 음성데이터가 없어 모의 실행 [CVSD 모듈 확인] [CVSD Player 화면] ② 음성통신장비(VCCS) 를 활용한 음성 녹음 및 재생 기능 확인 ▪ 항공관제시스템 내 녹음 및 재생 서버 [VCCS 녹음 및 재생장비]
판정 및 확인	데이터 처리기 CVSD 모듈과 VCCS 장비를 활용한 음성통신 녹음 기능 확인

II. Action Items 조치 결과

Action Item 9 / 12

식별번호	보완요구 사항	완료 일자
FTGS-OSAT-009	• Tracking Antenna 추적카메라 녹화기능 및 줌(Zoom) 기능 추가 필요.	20-4-16

세부 수행 결과

식별번호	수행 내용
시험절차 및 방법	① 추적안테나 녹화기능 및 줌(Zoom) 기능 확인은 다음과 같다. ▪ 추적안테나 제어기(ACU)의 Servo ON. ▪ 추적안테나 제어기(ACU)의 Camera ON. ▪ 추적안테나 제어기(ACU)의 Desk ON. ▪ Antenna Control Desk의 Zoom다이얼로 줌(in/Out) 확인. ② 영상 녹화기능 확인은 다음과 같다. ▪ 수신기에서 받은 영상신호를 데이터 레코더 입력에 연결. ▪ 데이터 레코더에서 영상을 저장. ▪ 저장한 영상을 playback하거나 다운로드 받아 확인.
시험 결과	① 추적안테나 카메라 녹화기능 및 줌(Zoom) 기능 확인 ▪ 추적안테나 카메라 녹화기능은 불필요 영상으로 기능 불필요함. ▪ 줌 기능은 ACU 제어장치에서 최대 10배 가능. ▪ 항공기 최대 7NM까지 식별 가능. ② 영상데이터 녹화 및 줌 기능 확인 ▪ 녹화기능은 데이터 저장장치에 저장된 데이터를 Playback을 통해 영상 재생 확인 ▪ Zoom 기능은 항공기 영상제어 모듈에 의해 제어 가능-카메라 제어장치 장착 필요 [영상 녹화 및 재생기능] [Zoom 기능]
판정 및 확인	영상 녹화 및 Zoom 기능 정상

II. Action Items 조치 결과

Action Item 10 / 12

식별번호	보완요구 사항	완료 일자
FTGS-OSAT-010	• 항공기 GPS 위치 정보는 실제 비행데이터 이용하여 시험 수행 필요.	20-4-16

세부 수행 결과

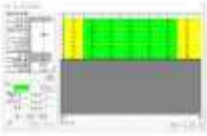
식별번호	수행 내용
시험절차 및 방법	① 항공기에 탑재용 GPS 수신기를 장착할 수 없는 상황으로 외부 위치추적용 핸드폰을 탑재 ② 핸드폰에는 실시간 위치추적이 가능한 App을 설치하여 지상에서 항공기 위치 모니터링 ③ 항공기 비행 경로와 위치 추적 App이 일치되는 상황을 모니터링 ④ 안테나를 수동으로 구동하여 위치 추적 App의 위치에 일치시켜 항공기 위치 추적 및 안테나 자동 추적 기능 모의
시험 결과	① 실시간 항공기 위치 추적을 위한 위치 추적 App을 휴대폰에 설치 ▪ 통신사 위치 추적 App을 활용한 항공기 위치 추적 ▪ 탑재 휴대폰과 지상 휴대폰의 위치 추적 모니터링 [위치 추적 App이 설치된 휴대폰] ② 위치 추적 App을 활용한 항공기 위치 추적 및 안테나 자동 추적 기능 보완 ▪ ACU 안테나 포지션 확인 ▪ 위치 추적 App의 항공기 위치 확인 ▪ 항공기 TM이 끊어질 경우 위치 추적 App을 활용한 항공기 위치 탐색 확인 ▪ 비행장 중심 20NM에서 위치 추적 App을 이용한 안테나 수동 구동으로 항공기 추적 성공 [위치 추적 App과 ACU 상호 보완] ③ 실제 탑재 DAS 구현 시 GPS 및 DGPS 모듈을 장착하여 위치정보(위도,경도, 고도) 정보를 확인
판정 및 확인	위치 추적 App을 이용하여 항공기 위치 확인-실제 탑재장비 장착시 가능

II. Action Items 조치 결과

Action Item 11 / 12

식별번호	보완요구 사항	완료 일자
FTGS-OSAT-011	• 시험 절차에 대한 정량화 필요. - 무지향성/지향성 전환 거리 정의 - 전체 임무 중 통신 두절 시간 xx % 또는 xx 초 이내 정의 - 통신 상태 (Error 율 xx %, 지연시간 xx ms, 최대전송 속도 xx Mbps 이하)	20-4-16

세부 수행 결과

식별번호	수행 내용
시험절차 및 방법	① 비행장 활주로에서 지상점검 및 이륙 전까지 무지향성 안테나로 추적. ② 이륙 후 무지향성→지향성으로 안테나 수동 절체. ③ 안테나 자동 추적 중 임의로 수동 제어 후 자동 추적 시간 확인 ④ 원격계측시스템 통신 상태를 확인
시험 결과	① 무지향성→지향성으로 전환 시 RF 신호세기가 30dB 이상 증가. ② 송신 출력 1W(30dBm) - 지상점검 시 Omni 안테나 -32dBm, 추적안테나 -1dBm ③ 전체 임무 중 통신 두절 시간 정의: 가시거리 내에서 1% 이내 – 10초 이내 복구 ④ 통신상태 Error 율: 링크마진에 따라 평균 96% 이상 신뢰성 – 99% 신뢰성 확인 ⑤ 통신 지연시간: 200ms 이내-최대 100ms 이하 ⑥ 통신 최대 전송속도: 장비성능에 따라 20Mbps 이내 – 8Mbps까지 시험 ⑦ 통달거리: 5W(37dBm) 시 100NM까지 – 1W(30dBm) 시 최대 30NM까지 시험 [Omni 안테나] [지향성 안테나]  [탑재 시뮬레이터 설정값] [Sim. 데이터 확인] [PCM 데이터 확인]
판정 및 확인	장비 성능 및 통신환경에 따라 기준 정립 확인

II. Action Items 조치 결과

Action Item 12 / 12

식별번호	보완요구 사항	완료 일자
FTGS-OSAT-012	• 대형 모니터에 카메라 영상 시현 가능(탑재 영상, 트래킹 영상).	20-4-16

세부 수행 결과

식별번호	수행 내용
시험절차 및 방법	① CCTV 제어기와 제어 PC을 셋업 ② 화면분할기 셋업 ▪ CCTV 3ea ▪ 안테나 추적 카메라 1ea ▪ 영상 데이터 1ea ▪ 3D 자세 ▪ Moving Map ▪ Test Conductor Data view ③ 화면제어기 셋업 ④ 빔 프로젝터 출력 셋업
시험 결과	① 대형 모니터에 실시간 영상 데이터 시현 확인 • 대형 모니터를 리모컨으로 ON. • 화면제어기에서 원하는 영상 소스 선택. • 탑재 영상 및 안테나 tracking 영상을 모니터링. [화면제어기 및 화면분할기 영상] ② 대형 모니터에 실시간 데이터 시현 확인 [임무통제실 대화면 영상]
판정 및 확인	대형 모니터에 카메라 영상 시현 확인

참고 5 **비행시험자료 계측시스템 등록증**

국가연구시설장비정보등록증
Registration Certificate of Research Facilities & Equipment

시설장비등록번호	NFEC-2021-03-269543	등록일자	2021-03-22
한글명	비행시험자료 계측시스템(TGS)		
영문명	Flight Test Telemetry Ground System		

기본정보			
고정자산관리번호	KIAST668	연구시설 · 장비구분	주시설장비
취득방법	구매	모델명	모델명 없음
제작사	주식회사 루맥스 에이로스페이스	제작국가	대한민국
취득금액(원)	2,535,000,000원	취득일자	2020-06-30
활용범위	공동활용허용가능	장비용도	계측

보유기관정보	
보유기관명	항공안전기술원
설치장소	전라남도 고흥군 고흥읍 호산로 227-374 항공안전기술원 비행시험통제센터 지상 4층402호

국가연구개발사업			
국가과제고유번호	국가과제고유번호 없음	부처명	국토교통부
과제명	국가 비행종합시험 인프라 개발 구축		
주관기관	항공안전기술원	연구책임자	한정호

2021. 03. 23

국가연구시설장비진흥센터장

참고 6	특허증(비행시험 계측시스템)

특허증
CERTIFICATE OF PATENT

특 허 Patent Number	제 10-1890297 호
출원번호 Application Number	제 10-2017-0122041 호
출원일 Filing Date	2017년 09월 21일
등록일 Registration Date	2018년 08월 14일

발명의 명칭 Title of the Invention
비행 데이타 사후 처리 시스템 및 방법

특허권자 Patentee
등록사항란에 기재

발명자 Inventor
등록사항란에 기재

위의 발명은 「특허법」에 따라 특허등록원부에 등록되었음을 증명합니다.
This is to certify that, in accordance with the Patent Act, a patent for the invention has been registered at the Korean Intellectual Property Office.

특허청
Korean Intellectual Property Office

2018년 08월 14일

QR코드로 현재기준 등록사항을 확인하세요

특허청장
COMMISSIONER,
KOREAN INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE
성 윤 모

등 록 사 항

특 허 **등록 제 10-1890297 호**

Patent Number

특허권자 Patentees

항공안전기술원(124171-*******)
인천광역시 서구 로봇랜드로 155-11, 16층,17층,18층(원창동, 로봇타워)

주식회사 루맥스에어로스페이스(110111-*******)
대전광역시 유성구 테크노2로 13-18(관평동)

발명자 Inventors

원상구(700104-*******)
경기도 광명시 광명로 877, 107동 2301호 (광명동, 한진아파트)

김건우(820531-*******)
대전광역시 대덕구 한밭대로 1181 (중리동)

한정호(620313-*******)
세종특별자치시 달빛1로 206, 909동 2101호 (아름동, 범지기마을9단지)

박욱제(700825-*******)
서울특별시 서대문구 독립문공원길 17, 110동 1701호 (현저동, 독립문극동아파트)

참고 7	자동기상관측시설 등록증

국가연구시설장비정보등록증
Registration Certificate of Research Facilities & Equipment

시설장비등록번호	NFEC-2021-03-269031	등록일자	2021-03-10
한글명	자동기상관측시설		
영문명	Automated Meteorological Observation System		

기본정보			
고정자산관리번호	KIAST721	연구시설 · 장비구분	주시설장비
취득방법	구매	모델명	DCU-500W
제작사	(주)웨더링크	제작국가	대한민국
취득금액(원)	266,631,270원	취득일자	2020-12-21
활용범위	공동활용허용가능	장비용도	분석

보유기관정보	
보유기관명	항공안전기술원
설치장소	전라남도 고흥군 고흥읍 호산로 227-374 항공안전기술원 비행시험통제센터 지상 3층301호

국가연구개발사업			
국가과제고유번호	1615009789	부처명	국토교통부
과제명	국가 비행종합시험 인프라 개발 구축		
주관기관	항공안전기술원	연구책임자	한정호

2021. 03. 10

국가연구시설장비진흥센터장

참고 8 **격납고 사용승인서**

확인번호 : 12MØ-72TQ-1DDC-WMAE-6Ø9W

■건축법 시행규칙 [별지 제18호서식] <개정 2018. 11. 29.>

사용승인서

· 건축물의 용도/규모는 전체 건축물의 개요입니다.

건축구분 증축	허가(신고)번호 2018-종합민원과-신축허가-133
건축주 항공안전기술원	
대지위치 전라남도 고흥군 고흥읍 고소리	
지번 1205 외 5필지 ※ 「공간정보의 구축 및 관리 등에 관한 법률」에 따른 지번을 적으며, 「공유수면의 관리 및 매립에 관한 법률」 제8조에 따라 공유수면의 점용 · 사용 허가를 받은 경우 그 장소가 지번이 없으면 그 점용 · 사용 허가를 받은 장소를 적습니다.	
대지면적 8,687.73 ㎡	
건축물명칭 국가비행종합성능시험장	주용도 교육연구시설(격납고)
건축면적 317.12 ㎡	건폐율 3.65 %
연면적 합계 317.12 ㎡	용적률 3.65 %
가설건축물 존치기간	
그 밖의 기재사항 ※ 「건축법」 제77조의4에 따른 건축협정을 체결한 건축물 또는 「건축법」 제77조의14에 따른 결합건축 협정을 체결한 건축물인지 여부를 기재합니다(해당하는 경우로 한정합니다).	

귀하께서 건축 · 대수선 또는 용도변경한 (가설)건축물의 사용승인서를 「건축법 시행규칙」 제16조에 따라 교부합니다.

2020년 12월 08일

고흥군수

210㎜ x 297㎜[보존용지(2종) 70g/㎡]

참고 9 **특허출원 사실증명원**

발급번호 : 5-5-2021-026928462

본

출원사실증명원
CERTIFICATE OF APPLICATION

출원인 Applicant	성 명 Name	엔비노드 주식회사 ENVINODE Co., Ltd.	주 민 번 호 Residence No	131111-0******
	주 소	경기도 성남시 수정구 창업로 54,504호 (시흥동,판교제2테크노밸리 도시첨단산업단지 에프2블록 기업성장센터)	전 화 번 호	02-556-7472
	성 명 Name	항공안전기술원 16F~18F, Robot Tower,155-11, Robot land-ro, Seo-gu, Incheon, Republic of Korea	주 민 번 호 Residence No	124171-0******
	주 소	인천광역시 서구 로봇랜드로 155-11, 16층,17층,18층(원창동, 로봇타워)	전 화 번 호	032-743-5537
발명자 Inventor	성 명 Name	김방용 KIM, Bang Yong	주 민 번 호 Residence No	660727-1******
	주 소	서울특별시 영등포구 선유로17길 24, 1306호(문래동6가)	전 화 번 호	
	성 명 Name	김형섭 KIM, Hyung Sup	주 민 번 호 Residence No	550223-1******
	주 소	서울특별시 용산구 서빙고로 67, 102동 502호(용산동5가, 파크타워)	전 화 번 호	
	성 명 Name	한정호 HAN, Jeong Ho	주 민 번 호 Residence No	620313-1******
	주 소	세종특별자치시 달빛1로 206, 909동 2101호(아름동, 범지기마을9단지)	전 화 번 호	
대리인 Agent	성 명	특허법인명인	대리인 번호	9-2006-100001-6
	주 소	서울특별시 강남구 테헤란로4길 45, 5층(역삼동, 두원빌딩)		
출원번호 Application Number		특허-2019-0159279 PATENT-2019-0159279	출원일자 Filing Date	2019년 12월 03일 DEC 03 , 2019
발명(고안)의 명칭. 디자인을 표현할 물품. 상품(서비스업)류 구분 Title of Invention, Product(s) Embodied in Design, or Classification of Mark		PCM 데이터의 정밀분석을 위한 비행시험 지상계측시스템 Flight test ground measurement system for precise analysis of PCM data		
용 도		제출용	IPC 분류	F42B 15/01
최종처분상태			최종처분일	
심사청구유무		Y	심사청구일자	2020년 01월 17일

주 의

1. 이 보고서는 국토교통부에서 시행한 항공안전기술개발사업의 연구보고서입니다.

2. 이 보고서 내용을 발표하는 때에는 반드시 국토교통부에서 시행한 항공안전기술개발사업의 연구결과임을 밝혀야 합니다.

3. 국가과학기술 기밀 유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 안 됩니다.