국토교통연구기획사업

Aviation System Block Upgrades(ASBU) 국내 적용을 위한 기본 기획연구 최종보고서

2014 . 04 . 04

Infrastructure
R&D Report

주관연구기관 / 한국교통연구원

국 토 교 통 부
국토교통과학기술진흥원

<표지 뒷면>

주 의

1. 이 보고서는 국토교통부에서 시행한 건설교통연구기획사업의 연구보고서입니다.

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

3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개가 금지됩니다.

제 출 문

국토교통부 장관 귀하

이 보고서를 "Aviation System Block Upgrades 국내적용을 위한 기본기획 연구" 의 최종보고서로 제출합니다.

2014. 04. 04

주관연구기관명 : 한국교통연구원
주관연구책임자 : 김 준 혁
연 구 원 : 한 재 현
" : 김 연 명
" : 안 미 진
" : 윤 성 민
" : 황 유 철
" : 조 현 수
" : 고 성 홍
" : 박 보 미
" : 정 수 진
" : 임 재 진

보고서 요약서

<table>
<tr><td>과제고유번호</td><td>13RDPP-C0
65157-01</td><td>해 당 단 계
연 구 기 간</td><td>2013.04.05~
2014.04.04</td><td>단 계 구 분</td><td>최종</td></tr>
<tr><td>연 구 사 업 명</td><td colspan="5">국토교통연구기획사업</td></tr>
<tr><td rowspan="2">연 구 과 제 명</td><td>최 상 위
과 제 명</td><td colspan="4">Aviation System Block Upgrades
국내적용을 위한 기본기획 연구</td></tr>
<tr><td>단위과제명</td><td colspan="4"></td></tr>
<tr><td>연 구 책 임 자</td><td>김 준 혁</td><td>총연구기간
참 여
연구원수</td><td>총 : 11명
내부 : 4명
외부 : 7명</td><td>총연구비</td><td>정부 :
180,000천원
기업 : 천원
계 :
180,000천원</td></tr>
<tr><td>연구기관명 및
소 속 부 서 명</td><td colspan="2">한국교통연구원
항공정책기술본부</td><td>참여기업명</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td colspan="4">요약(연구결과를 중심으로 개조식 500자 이내)</td><td>보고서면수</td><td>256</td></tr>
<tr><td colspan="6">○ ASBU 이행계획의 정의 및 국내외 동향 분석
○ 국내 현황 분석을 통한 ASBU 이행계획과의 Gap Analysis
○ ASBU 국내 이행을 위한 추진 과제 도출
○ 중점 추진과제 도출 - 항공기 출발 및 도착 통합 관리 기술 연구
○ ASBU 국내 이행을 위한 타당성 검토
○ 중점 추진과제 산출물 정의 및 소요예산 수립</td></tr>
<tr><td rowspan="2">색 인 어
(각 5개 이상)</td><td>한 글</td><td colspan="4">미래 항행 시스템 전환 계획, 항공감시, 항공통신, 항공기 출발관리, 항공기 도착관리, 궤적기반운항</td></tr>
<tr><td>영 어</td><td colspan="4">Aviation System Block Upgrades, ASBU, CNS, ATM, A-CDM, GBAS, SWIM, TBO, AMAN, DMAN, FF-ICE, ATFM, 4DT,</td></tr>
</table>

요 약 문

Ⅰ. 제 목

○ Aviation System Block Upgrades 국내 적용을 위한 기본기획 연구

Ⅱ. 연구개발과제 목적 및 필요성

○ 국제민간항공기구(ICAO)는 전 세계 미래 항공 교통 시스템 환경 구축을 위한 가이드라인으로 새로운 형태의 Aviation System Block Upgrades (ASBU) 초안을 마련하고 각 지역/체약국의 이행을 촉구

○ 미국과 유럽은 각각 NextGen과 SESAR를 통해 ICAO 가이드라인을 주도하며 전세계 미래 항공 교통 시스템 환경 구축을 위한 기술·시스템 요건을 선도하고 있음

○ 우리나라는 위성/IT 기술을 활용한 서비스 인프라, 항행시설(레이더, 통신, ILS 등)의 지속적인 확충, ATM 신 운영기법(RVSM, PBN, AIM 등) 도입·운영으로 미래 항공 교통 시스템 환경을 구축해 나가고 있으나, 현재는 기초 학문/연구 저조, 인프라 열악 등으로 해외의 완제품 및 시스템을 도입하는 수준임

○ 제4차 세계항행계획에 반영되어 구체화되고 가속화될 전 세계 미래 항공 교통 시스템 개선 계획에 선제적으로 대응하기 위해 ASBU의 미래 운영과제들에 대한 개념과 운영·기술·장비·시스템 요건을 분석하여 국내 R&D 핵심과제 개발 등을 통해 선제적 대응이 필요함

Ⅲ. 연구개발 수행내용 및 범위

○ ICAO 가이드라인으로 제공된 GANP(Global Air Navigation Plan, Doc 9750) 및 ASBU Framework Working 문서 분석을 통해 ASBU 각 모듈이 이행하고자 하는 목표, 환경, 요구 시스템 등을 파악함

○ 해외 국가의 ASBU 이행사례 및 이행 추진 계획 조사하여 국제사회와 발전 속도를 맞출 수 있도록 국내 이행계획을 구성하고, 해외 기술 개발 정도를 파악하여 시장성 있는 R&D 개발제품을 생산할 수 있도록 기획

○ 본 연구의 시간적 범위는 ASBU 이행 블록 타임라인에 맞추어 계획 및 추진하되 현재 기술로 이행이 가능한 블록 0, 1 단계에 대해서는 단기 추진과제로 구체적인 개발 및 이행계획을 수립하며, 블록 2, 3 단계에 대해서는 중·장기 추진과제로 관련기술에 대한 문헌 검토를 중심으로 함

○ 공간적 범위는 대한민국 영공 및 국토 전역에 해당하며, 국내에서 사용되는 또는 사용 될 항행안전 시설에 대한 이행계획을 수립하고, 국적 항공사 소유 항공기 및 대한민국을 취항하는 외국 항공기에 대한 탑재장비에 대한 가이드라인 제공

○ 참여대상은 ASBU 국내 이행을 위한 대한민국 정부 및 공항공사, 항공사, 항공기상청, 국방부 및 관련 산업계임

Ⅳ. 연구개발결과

○ ICAO ASBU 이행계획 분석

○ 국내 현황 분석을 통한 ASBU 이행 개념과의 격차 분석

○ ASBU 이행 계획을 반영한 미래 항공교통시스템 중·장기 계획안 수립

○ 시급성 때문에 우선 추진이 요구되는 과제(항공기 출발 및 도착 통합 관리 기술 연구)에 대한 상세 기획(R&D)

Ⅴ. 연구성과 활용계획

○ 본과제 연구 개발 착수 시 연구 개발 계획의 범위 및 목표를 확정하는데 활용

○ 연구개발사업의 비전과 전략을 수립하여 중점 연구내용을 도출하고 전략적 우선순위와 개발비 규모를 산정하는 등 세부 실행 계획으로 활용

○ 연구개발사업의 로드맵 및 개발계획을 수립함으로 사업초기에 발생되는 시행착오 및 개발일정 지연을 미연에 방지

SUMMARY

Ⅰ. Title

○ Master Plan for the Implementation of Aviation System Block Upgrades

Ⅱ. Objective and Necessity

○ ICAO developed the Aviation System Block Upgrades (ASBU) initiative in order to harmonize global ATM planning and technology upgrades and urged to implement the recommendations for the member States.

○ The ASBUs provide a road map to assist air navigation service providers in the development of their individual strategic plans and investment decisions with a goal of global aviation system interoperability.

○ For successful implementation of ASBUs into Korean ATM system, technology development project has to be established by providing strategies and directions of research based on ASBUs technological developments, research trends, necessity analysis and feasibility analysis.

Ⅲ. Scope and Contents

○ The temporal and spatial scopes of this study is limited from 2013 to 2023 following ASBUs Block levels and service providers and users operating in Korean air space and territory.

○ Domestic and foreign policy, economic and technological development trends, and applicable infrastructure and capacity were analyzed based on the background and necessity of implementing ASBUs.

○ Upon this analysis, this study found out required skills to implement ASBUs and set up the necessary technology development plans by holding

consultative meeting on technical issues carried by expert panel.

Ⅳ. Results

○ Establishment of master plan for the Implementation of Aviation System Block Upgrades

○ Establishment of Development of Integrated AMAN/DMAN System plan

Ⅴ. Utilization

○ Utilizing to define the scope and the objective for the research development plan

○ Providing detailed action plan with vision and strategies of research development for the key study contents and strategic priorities, and evaluation of cost

○ Preventing from any trial and error, and any delay of development schedule that incurred in the early stage of the project by providing technology road map and development plan

CONTENTS

Chapter 1. Introduction ····· 1
Section 1. Necessity of Study ····· 1
Section 2. Objective of Study ····· 8
Section 3. Scope and Methods of Study ····· 9

Chapter 2. ICAO ASBUs Framework ····· 11
Section 1. Background ····· 11
Section 2. ASBUs Framework ····· 14
Section 3. ASBUs Module Analysis ····· 18

Chapter 3. Global ATM Modernization Cases ····· 43
Section 1. NextGen ····· 43
Section 2. SESAR ····· 55
Section 3. Others ····· 62

Chapter 4. Gap Analysis ····· 69
Section 1. Korean ATM Modernization ····· 69
Section 2. Technology Level Analysis ····· 80
Section 3. Gap Analysis ····· 83

Chapter 5. Implementation Plan of ASBUs ····· 93
Section 1. Vision and Goals ····· 93
Section 2. Implementation System ····· 97
Section 3. Implementation Plans and Road Maps ····· 102

Chapter 6. Feasibility Assessment ····· 159
Section 1. Strategic Feasibility ····· 159
Section 2. Technical Feasibility ····· 164
Section 3. Economic Feasibility ····· 168

References. ····· 171
Appendix 1. ASBUs Module Summary ····· 173
Appendix 2. Acronym ····· 233
Appendix 3. Proceedings ····· 241
Appendix 4. List of ASBUs Implementation TF ····· 269

목 차

1장. 서론 ····· 1

1절. 연구의 필요성 ····· 1

1. 미래 항공교통시스템으로 전환 요구 ····· 1

2. 미래 항공교통 수용량 대비 필요 ····· 2

3. 제한된 자원의 효율적 활용 ····· 6

2절. 연구의 목적 ····· 8

3절. 연구의 범위 및 방법 ····· 9

1. 연구의 범위 ····· 9

2. 연구의 방법 ····· 10

2장. ICAO ASBU 체계 ····· 11

1절. ASBU 등장 배경 ····· 11

2절. ASBU 체계 ····· 14

1. ASBU의 정의 ····· 14

2. ASBU의 범위 ····· 14

3. 모듈의 구성 ····· 16

3절. ICAO 권고 이행 방안 분석 ····· 18

1. 공항 운영 개선 영역(Airport Operations) ····· 23

2. 글로벌 정보관리 체계(Globally Interoperable systems and Data) ·· 30

3. 공역 수용량 및 비행효율성 증대 (Optimum Capacity and Flexible Flights) ····· 33

4. 효율적인 비행경로 구축 (Efficient Flight Path) ····· 40

3장. 해외 ATM 현대화 추진 동향 ····· 43

1절. 미국 NextGen ····· 43

1. NextGen 수립 배경 및 목표 ····· 43
2. NextGen 수립 과정 ····· 44
3. NextGen의 비전 및 목표 ····· 46
4. NextGen의 중요성 ····· 49
5. NextGen의 기대효과 ····· 49
6. NextGen의 발전 방향 ····· 52

2절. 유럽 SESAR ····· 55

1. SESAR의 배경 및 개념 ····· 55
2. SESAR의 목표 ····· 55
3. SESAR의 비전 및 추진전략 ····· 56
4. SESAR Performance Target ····· 59
5. SESAR 운영개념 (Concept of Operations) ····· 59

3절. 기타 주요국 ····· 62

1. 일본 ····· 62
2. 인도 ····· 65
3. 중국 ····· 66
4. 싱가폴 ····· 67
5. 호주 ····· 68

4장. 국내 ATM 기술 수준 및 격차 분석 ····· 69

1절. 국내 ATM 정책 및 기술개발 동향 ····· 69

1. 국내 주요 ATM 정책 ····· 69
2. 국내 항공기술개발 동향 ····· 77

2절. 국내 기술 수준 분석 ····· 80

1. 국내 연구개발 인프라 분석 ····· 80

3절. ASBU 간 격차 분석 ····· 83

1. 항공통신(Communication) ····· 83
2. 항공항법(Navigation) ····· 87
3. 감시(Surveillance) ····· 89

5장. 국내 ASBU 이행 계획 ····· 93

1절. 비전 및 목표 ····· 93
1. 비전 및 목표 설정 ····· 93

2절. ASBU 국내 추진 체계 ····· 97
1. 추진체계 구성의 필요성 ····· 97
2. 추진 협의체 구성 방안 ····· 98
3. 추진체계의 역할 ····· 98
4. 추진체계 구성 ····· 99
5. 업무 프로세스 ····· 100

3절. 추진과제 및 이행 로드맵, 기술 로드맵 ····· 102

1. 지상 및 접근 공역 최적 운영 ····· 105
2. ATM 정보 통합운영 ····· 121
3. 공역 수용력과 수요의 균형화 ····· 132
4. 4D 운항체계 기반 구축 ····· 144
5. 중점추진과제 ····· 152

6장. 사전 타당성 검토 ····· 159

1절. 정책적 타당성 검토 ····· 159
1. 국가 전략의 중요성 ····· 159
2. 상위 계획과의 부합성 ····· 159
3. 정부지원의 타당성 ····· 163

2절. 기술적 타당성 검토 ····· 164
1. 기술적 타당성 ····· 164

2. 기존 연구와의 중복성 및 연계방안 ····· 164
3절. 경제적 타당성 검토 ····· 168
1. ICAO MDWG-ASBUs ····· 168
2. EU SESAR ····· 169

참고문헌 ····· 171

부록 1. ASBU 모듈설명자료 ····· 173

부록 2. 약어표 ····· 233

부록 3. 회의록 ····· 241

부록 4. ASBU 이행 추진 실무전담반 명단 ····· 269

표 목차

[표 1-1] 최근 10년간 항공교통량 통계 ····· 3

[표 2-1] ASBU 전체 이행 과제 목록 ····· 19

[표 3-1] NextGen의 6가지 목표 ····· 47

[표 3-2] Performance Target ····· 60

[표 3-3] CARATS 목표 및 구체적 목표수치 ····· 63

[표 3-4] CARATS 변혁의 방향 ····· 63

[표 4-1] 항공선진화 사업 중 차세대 항해시스템 분야의 주요 사업 ····· 70

[표 4-2] 차세대 항공통신시설 구축 시기 ····· 71

[표 4-3] 차세대 항공항법시설 구축 시기 ····· 72

[표 4-4] 차세대 항공감시 및 관제시설 구축 시기 ····· 72

[표 4-5] 전자항공정보관리체계 구축 계획 ····· 73

[표 4-6] 과학기술적 성과 ····· 79

[표 4-7] 기술 실적 ····· 79

[표 4-8] 국가 R&D 예산 투입 현황 ····· 80

[표 4-9] 향후 10년간 항공안전 기술개발 사업 투자 계획 ····· 81

[표 4-10] ‘12년 항공안전기술개발사업 분야별 투자 규모 ····· 81

[표 4-11] ‘12년 기준으로 항공기술연구사업 참여 인력 현황 ····· 81

[표 4-12] ‘12년 항공안전사업기술개발 사업과 관련한 R&D 수행기관 ····· 82

[표 4-13] ATN 구성을 위한 항공정보 단위별 구축시스템 ····· 84

[표 4-14] 현행 시스템과 차세대 항공항법 시스템 비교 ····· 88

[표 4-15] 현행 감시 시스템과 차세대 항공감시 시스템 비교 ····· 89
[표 4-16] ADS-B 데이터 통신방식에 따른 연구환경 ····· 90
[표 5-1] 추진 전략별 추진과제 ····· 103
[표 5-2] 추진과제 1 이행로드맵 ····· 106
[표 5-3] 추진과제 2 이행로드맵 ····· 122
[표 5-4] 추진과제 3 이행로드맵 ····· 133
[표 5-5] 추진과제 4 이행로드맵 ····· 145
[표 6-1] ASBU 연관 CNS 연구개발 추진 내용 ····· 165
[표 6-2] 현재 진행중인 국가 연구개발 사업과 관련 ASBU 모듈 ····· 167
[표 6-3] SESAR를 통한 개선 목표치 ····· 169

그림 목차

[그림 1-1] 항공교통환경의 변화 ····· 2
[그림 1-2] 최근 10년간 항공교통량 변화 ····· 2
[그림 1-3] 최근 10년간 접근관제소 처리 교통량 ····· 4
[그림 1-4] 최근 10년간 주요공항 관제탑 항공기처리량 ····· 5
[그림 1-5] 2013년 시간대별 전체 항공교통량 ····· 5
[그림 1-6] 인천 관제탑 시간당 평균 관제 처리량 ····· 6
[그림 1-7] 인천 FIR의 특징 ····· 6
[그림 1-8] 연구의 목적 ····· 8
[그림 1-9] 블록별 이행 시기 ····· 9
[그림 2-1] ASBU 등장 배경 ····· 12
[그림 2-2] ATC 시스템의 발전사 ····· 13
[그림 2-3] ASBU 단계별 블록 관계도 ····· 15
[그림 2-4] ASBU의 참여 대상 ····· 16
[그림 2-5] ASBU 모듈간 연간 관계 ····· 17
[그림 2-6] TCAS 7.1의 개선사항 ····· 39
[그림 3-1] NextGen 개념도 ····· 44
[그림 3-2] NextGen 발전 과정 ····· 46
[그림 3-3] NextGen의 기대효과 ····· 50
[그림 3-4] 유럽 ATM 시스템의 비전 ····· 57
[그림 3-5] SESAR 발전 단계 ····· 57

[그림 3-6] ATM 목표 개념의 Top-Down 디자인 ····· 59
[그림 3-7] CARATS 관련 기관의 관계 ····· 64
[그림 3-8] 39 OI and 16 Enablers(EN) to implement CARATS ····· 64
[그림 3-9] 인도의 ADS-B 감시 지역 ····· 66
[그림 4-1] 국내 PBN 이행 로드맵 ····· 75
[그림 4-2] AFMC-K 구축 개략 일정 ····· 77
[그림 4-3] 차세대 항행안전기술 개발 로드맵 ····· 78
[그림 4-4] 항공안전기술개발 사업 투자 현황 ····· 80
[그림 5-1] NextGen JPDO의 구성 ····· 97
[그림 5-2] 추진체 구성방안 ····· 100
[그림 5-3] 추진 프로세스 ····· 101
[그림 5-4] ASBU 모듈과 추진과제 연계도 ····· 104
[그림 5-5] 추진과제 1 이행로드맵 ····· 107
[그림 5-6] 위성항행체계로의 전환 ····· 108
[그림 5-7] GBAS 시스템 소개 ····· 109
[그림 5-8] A-SMGCS의 개념 ····· 115
[그림 5-9] 출·도착 관리 툴 ····· 117
[그림 5-10] 추진과제 2 이행로드맵 ····· 123
[그림 5-11] 디지털 항공정보제공체계 개념 ····· 126
[그림 5-12] SWIM의 개념 ····· 128
[그림 5-13] 추진과제 3 이행로드맵 ····· 134
[그림 5-14] ATFM의 개념 및 소프트웨어 ····· 137
[그림 5-15] 항공안전망 구성요소 예 ····· 139
[그림 5-16] 추진과제 4 이행로드맵 ····· 146

1장. 서론

1절. 연구의 필요성

1. 미래 항공교통시스템으로 전환 요구

○ 현재 세계 주요 선진국들은 지속적으로 증가하는 항공교통량에 대비하여 체계적 항공교통관리 시스템 구축에 많은 노력을 집중하고 있음

○ 이에, 우리나라도 수송실적 기준 세계 6위의 항공강국으로서의 위상에 걸맞게 이 분야에 집중적 연구개발 투자가 이루어져야 함

○ 현재까지 우리나라의 미래 항공교통관리 체계에 대한 연구는 개념 정립에 머물러 있었지만, 목표달성을 위하여 구체적으로 기술 체계를 명확히 정의하고 이들 기술 간의 연관성 분석을 통하여 실질적이고 체계적인 항공교통관리 기술 계획을 수립해야 하는 당위성이 존재함

○ 국제민간항공기구(ICAO)는 전 세계 미래 항공 교통 시스템 환경 구축을 위한 가이드라인으로 새로운 형태의 Aviation System Block Upgrades (ASBU) 초안을 마련하고 각 지역/체약국의 이행을 촉구

- '12, 11월, 제12차 세계항행회의를 통해 기본 안이 확정된 ASBU는 ICAO 이사회와 제38차 총회('13)를 거쳐 제4차 세계항행계획(GNAP, Global Air Navigation Plan)에 반영 예정

○ 미국과 유럽은 각각 NextGen과 SESAR를 통해 ICAO 가이드라인을 주도하며 전 세계 미래 항공 교통 시스템 환경 구축을 위한 기술·시스템 요건을 선도하고 있음

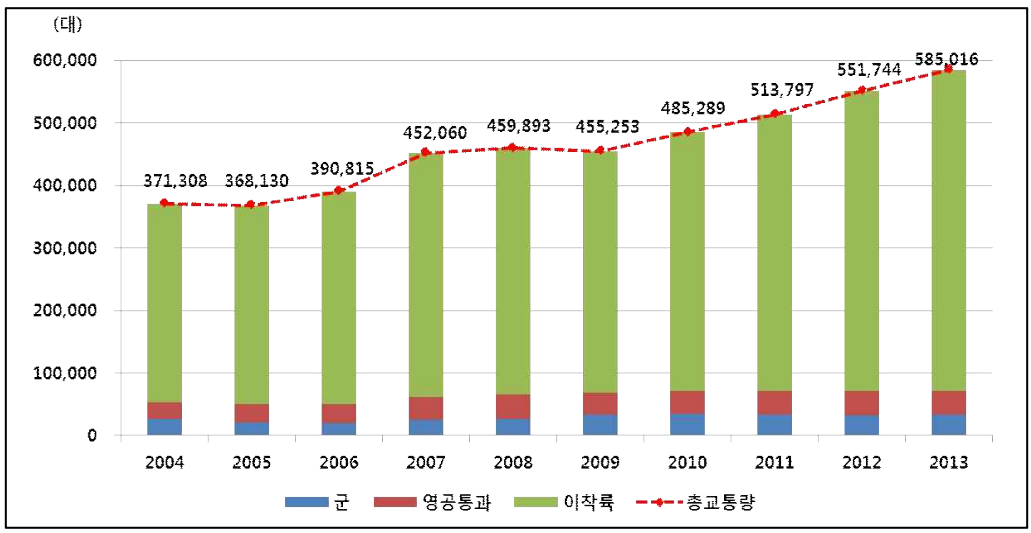
○ 우리나라는 위성/IT 기술을 활용한 서비스 인프라, 항행시설(레이더, 통신, ILS 등)의 지속적인 확충, ATM 신 운영기법(RVSM, PBN, AIM 등) 도입·운영으로 미래 항공 교통 시스템 환경을 구축해 나가고 있으나, 현재는 기초 학문/연구 저조, 인프라 열악 등으로 해외의 완제품 및 시스템을 도입하는 수준임



[그림 1-1] 항공교통환경의 변화

○ 제4차 세계항행계획에 반영되어 구체화되고 가속화될 전 세계 미래 항공 교통 시스템 개선 계획에 선제적으로 대응하기 위해 ASBU의 미래 운영과제들에 대한 개념과 운영·기술·장비·시스템 요건을 분석하여 국내 R&D 핵심과제 개발 등을 통해 선제적 대응이 필요함

2. 미래 항공교통 수용량 대비 필요



[그림 1-2] 최근 10년간 항공교통량 변화

○ ICAO는 세계교통량이 '30년까지 3천만대('11)에서 6천만대로 2배가량 증가 될 것으로 예측(Global Air Transport Outlook 2030)

- 글로벌 항공시장 전망보고서(Airbus, '13.9)에서도 향후 20년간 세계 항공교통량이 年 4.7% 증가(아태지역 5.5%)할 것이며, 15년 후에는 2배가 될 것으로 예측함

○ 우리나라는 고유가사태('05)와 글로벌 경제위기('09)에 따른 일시적인 감소를 제외하고 지난 10년간 연평균 4.65%의 교통량 증가 추세를 유지하고 있음

- 특히, '13년도 항공 교통량(항로 관제량)은 지난해 대비 약 6.03% 증가하며 역대 최고치를 기록하였음

○ 국내 항공 운송량은 국민 소득 수준의 향상, 여가 생활에 대한 욕구 증가, 단거리 및 중·장거리 항공 노선 확대, 아시아 지역 저비용 항공사 취항 증가 등으로 인해 지속적으로 증가할 것으로 예측됨

(단위: 대)

구분		2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
교통량		371,308	368,130	390,815	452,177	459,936	455,287	485,288	513,922	551,744	585,016
민[1]	계	345,204	346,604	371,259	427,556	432,918	421,667	450,703	480,334	519,149	551,393
	우[2]	317,955	317,700	341,039	390,133	394,798	386,721	413,742	443,153	480,716	514,377
	통[3]	27,249	28,904	30,220	37,306	38,077	34,912	36,962	37,056	38,433	37,016
군[4]		26,104	21,526	19,556	24,621	27,018	33,620	34,585	33,588	32,595	33,623
일평균		1,017	1,009	1,071	1,239	1,260	1,247	1,330	1,408	1,507	1,603
증감률 (%)		2.83	-0.86	6.16	15.69	1.72	-1.01	6.59	5.90	7.36	6.03

자료 : 국토교통통계누리(http://stat.molit.go.kr)

[표 1-1] 최근 10년간 항공교통량 통계

○ 공항 주변에서 출·도착 하는 항공 교통량을 처리하는 접근 관제소는 현재 우리나라에 총 14개가 존재함

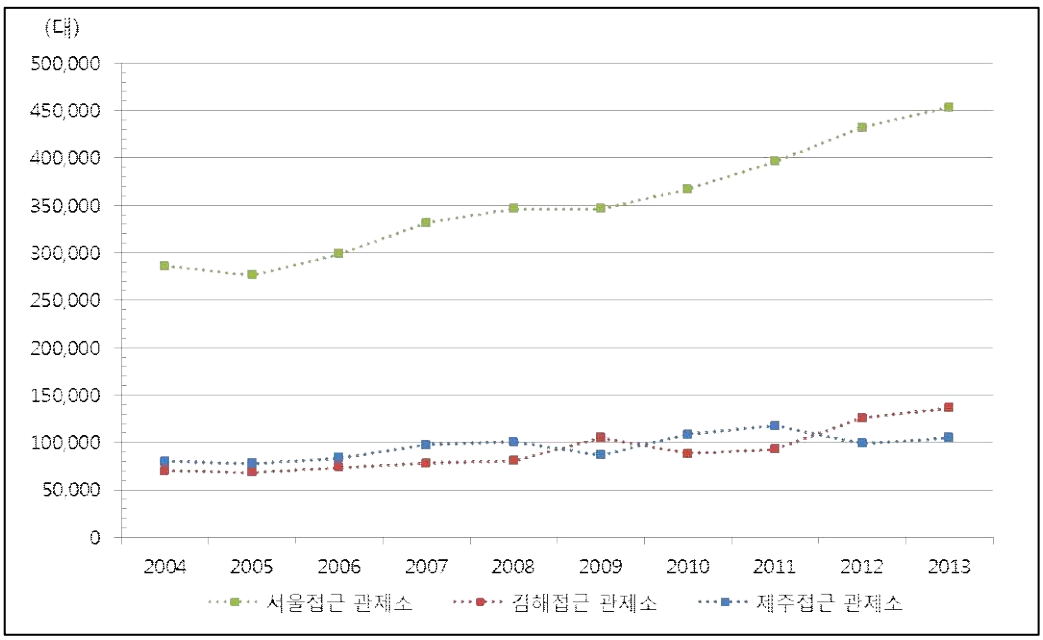
○ 이중 교통량이 가장 많은 인천, 김포 공항의 출·도착 항공편 처리는 서울 접근관제소에서 담당하고 있음

1) 민간 항공기
2) 우리나라에 이·착륙 하는 항공기
3) 영공통과 항공기
4) 군용 항공기

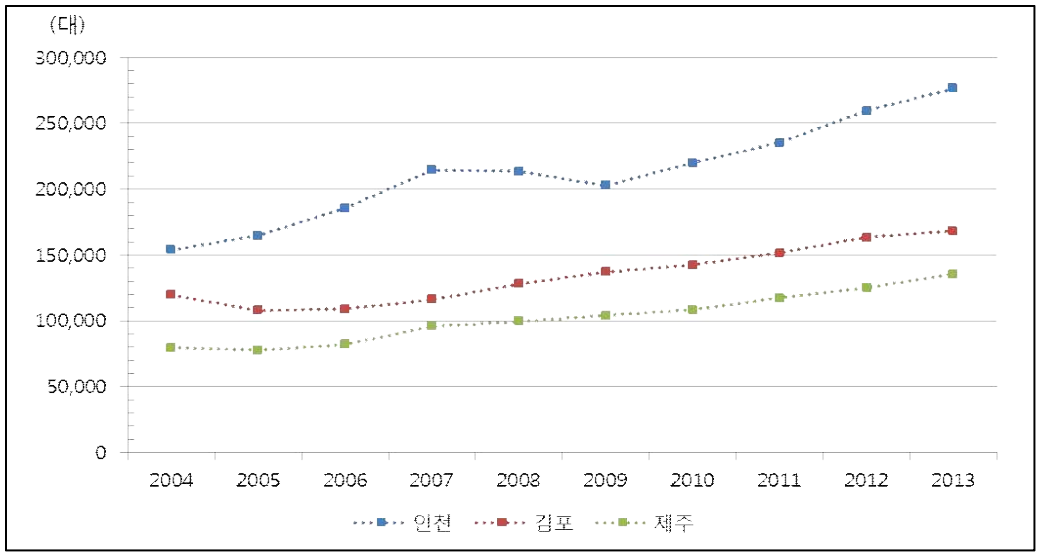
○ 이 외의 많은 교통량을 처리하고 있는 김해공항 출·도착 항공기의 경우 김해 접근관제소(민군 합동)에서 처리하고 있으며, 제주공항은 제주 접근관제소에서 담당하고 있음

○ 지난 10년간 서울·김해·제주 접근 관제소에서 처리한 교통량은 연평균 4.77%(서울 4.07%, 김해 6.87%, 제주 2.72%)의 증가 추세를 유지하고 있음

○ 국내 주요공항인 인천·김포·제주 공항 관제탑의 관제 처리량 또한 지난 10년간 평균 4.98%(인천 6.04%, 김포 3.46%, 제주 5.44%)로 지속적으로 증가하고 있음

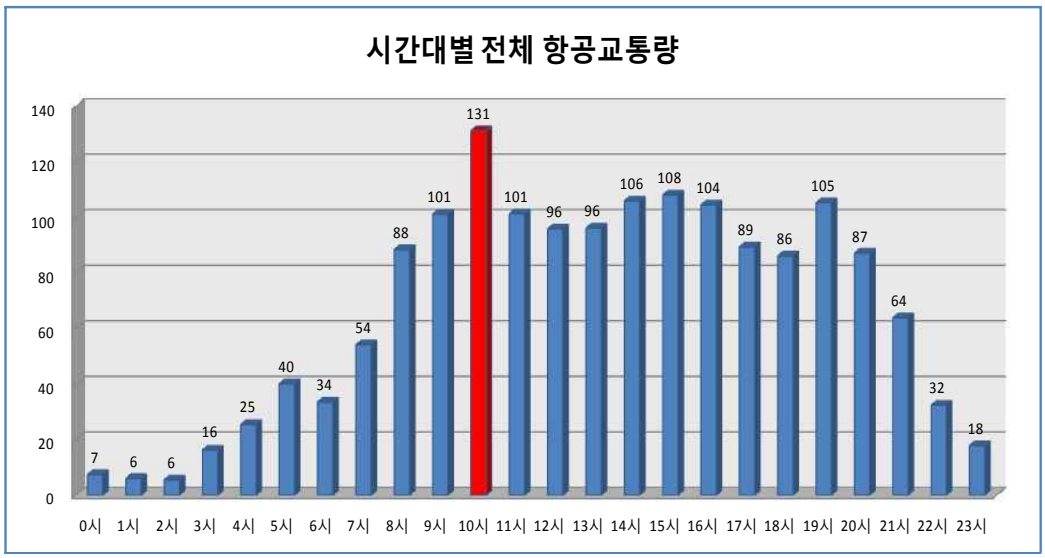


[그림 1-3] 최근 10년간 접근관제소 처리 교통량



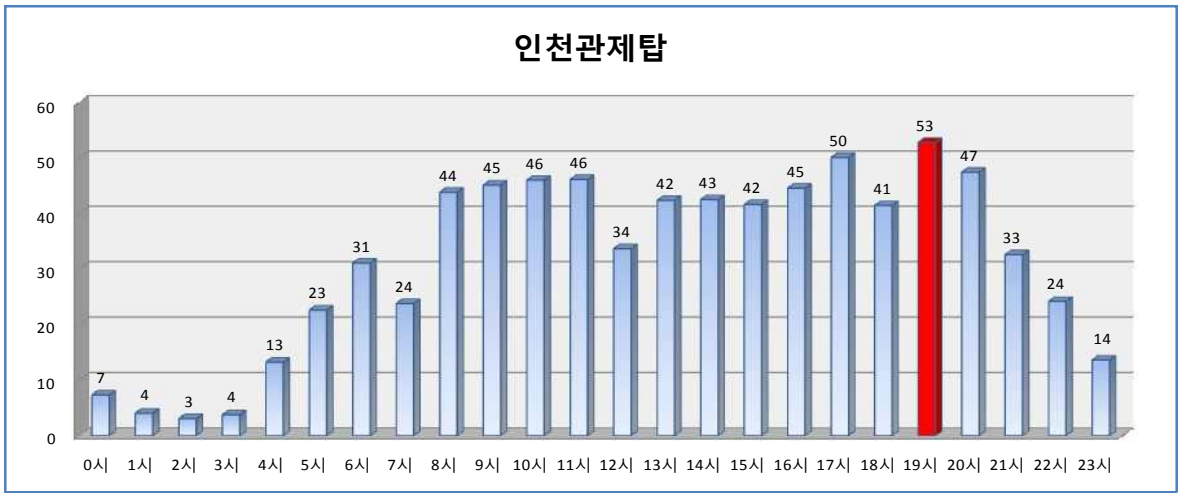
[그림 1-4] 최근 10년간 주요공항 관제탑 항공기처리량

○ 2013년 기준, 일간 평균 항공교통량이 가장 많은 시간대는 오전 10시로 시간당 131대가 운항한 것으로 나타났으며, 대부분의 교통량은 주로 8시 이후부터 20시 사이에 많은 것으로 나타남



[그림 1-5] 2013년 시간대별 전체 항공교통량

○ 국내 대표 공항인 인천공항의 경우 2013년 기준으로 저녁 7시대에 항공기 관제 처리량이 가장 많은 것으로 나타났음. 특히 8시부터 20시 사이에는 평균적으로 시간당 40대 이상의 항공기를 처리한 것으로 집계됨

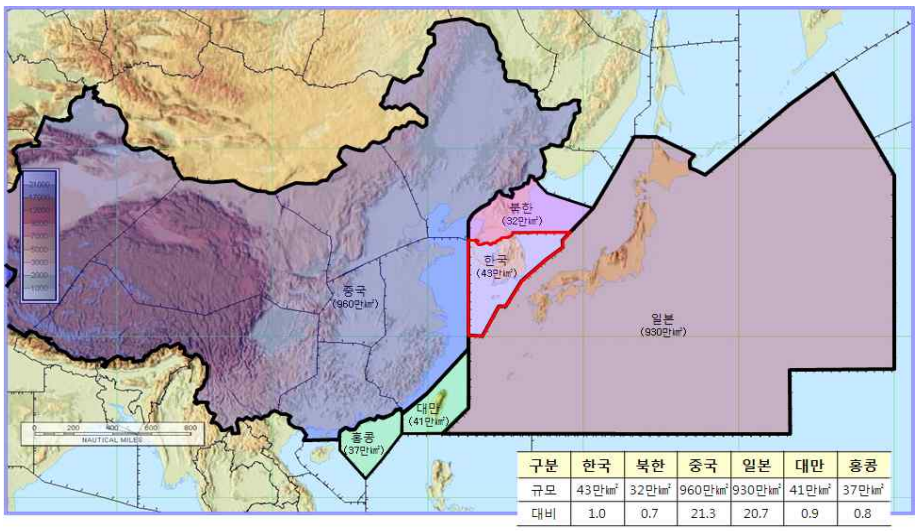


[그림 1-6] 인천 관제탑 시간당 평균 관제 처리량

3. 제한된 자원의 효율적 활용

○ 우리나라 공역은 총 약 43만㎢에 이르는 인천 비행정보구역(FIR : Flight Information Region)을 말하며, 후쿠오카, 상해, 평양 비행정보구역이 인접에 위치해 있음

○ 민간공역은 인천 비행정보구역의 약 37.3%에 이르는 15.9만㎢이며, 최장거리는 458km, 비행시간은 1시간 이내로 면적이 좁고 삼각형의 형태를 가지고 있다는 특징을 가짐



[그림 1-7] 인천 FIR의 특징

○ 인천 FIR 내에는 187개의 특수공역[5]이 설정되어 있으며, 이것은 항공로 신설 및 조정에 장애로 작용하고 있음

○ 특히, 특수공역으로 입출항하는 군용 항공기의 불가피한 항공로 횡단으로 항공로상의 항공기와 공중충돌방지장치(TCAS) 기동이 발생하는 등 안전상의 문제가 제기되고 있음

○ 따라서 향후 항공로 교통량이 지속적으로 증가할 것을 감안한다면 특수공역에 대한 적정한 조정을 통해 효율적인 항공로 이용이 가능하도록 할 필요가 있음

5) 특수사용공역은 통제공역과 주의공역으로 구분되며, 통제공역은 비행금지구역, 비행제한구역, 초경량비행장치 제한구역, 주의공역은 민간훈련공역, 군 작전구역, 위험구역, 경계구역으로 구분으로 구분됨

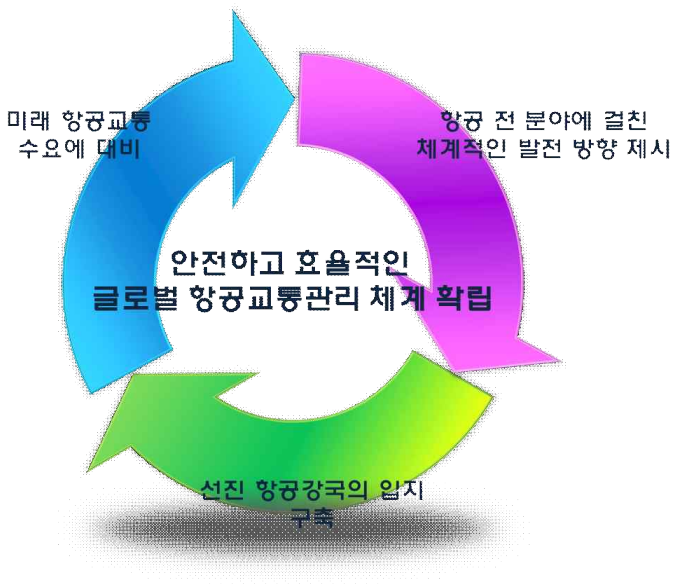
2절. 연구의 목적

○ 본 연구는 ICAO ASBU 및 항공선진국의 미래 항공시스템 선진화흐름에 대응하고, 이를 통해 비약적으로 증가하고 있는 항공교통량을 인식하여 진보된 항행시스템의 개발 및 구축, 신규절차의 개발, 시스템 및 절차의 원활한 운용을 위한 체계의 마련 등 미래 항공교통수요에 대비하고자 함

○ 또한 미래 항공여건 변화에 적극적으로 대응하고, 체계적인 준비를 통해 선진항공강국의 입지를 견고히 하며, 나아가 국제무대에서의 발언권 강화도 연구의 목적으로 함

○ 항공관제, 항행시설, 공항, 운항, 항공정보, 공역 등 항공 전 분야에 걸쳐 항공교통 선진화와 관련된 모든 내용을 수용하여 미래 항공교통체계로의 전환을 위한 바람직한 비전과 목표를 설정하고, 장기적인 발전 방향을 제시하는 계획을 수립하는 것을 목표로 함

○ 기존의 단편적, 개별적인 추진 계획에서 벗어나 항공정책 계획, 연구개발, 구축, 시연, 평가, 수정·보완 및 전체 시스템 운영의 단계적 발전 전반에 걸쳐 고민하고 지원함



[그림 1-8] 연구의 목적

3절. 연구의 범위 및 방법

1. 연구의 범위

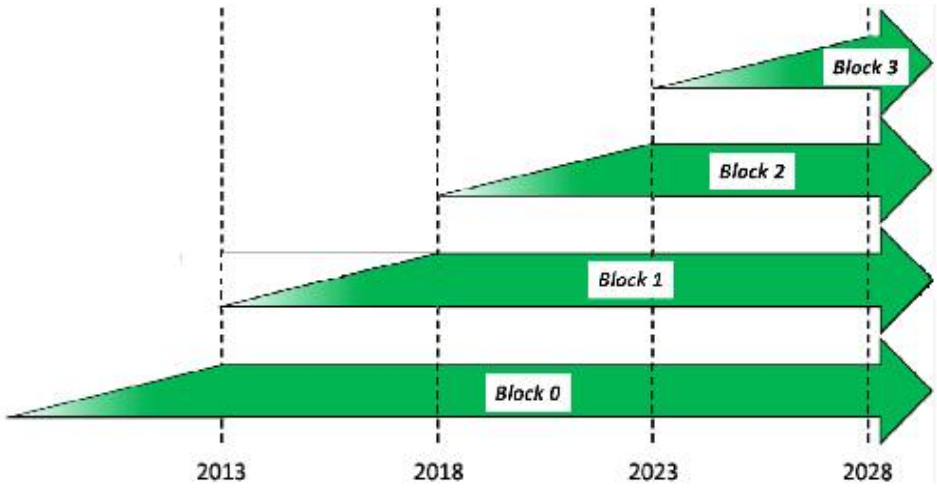
○ 본 연구 범위는 이행시기, 이행 범위, 이행 주체에 따라서 시간적, 공간적 범위 및 그 대상으로 구분할 수 있음

가. 시간적 범위

○ ASBU 이행 블록 타임라인[6]에 맞추어 계획 및 추진하되 현재 기술로 이행이 가능한 블록 0, 1 단계에 대해서는 단기 추진과제로 구체적인 개발 및 이행계획을 수립하며, 블록 2, 3 단계에 대해서는 중·장기 추진과제로 관련기술에 대한 문헌 검토를 중심으로 함

나. 공간적 범위

○ ASBU 국내 이행 계획의 공간적 범위는 대한민국 영공 및 국토 전역에 해당하며, 국내에서 사용되는 또는 사용 될 항행안전 시설에 대한 이행계획을 수립하고, 국적 항공사 소유 항공기 및 대한민국을 취항하는 외국 국적 항공기의 탑재장비에 대한 가이드라인 제공



[그림 1-9] 블록별 이행 시기

6) Block 0(2013~2017), Block 1(2018~2022), Block 2(2023~2027), Block 3(2028년 이후)

다. 참여 대상

○ ASBU 국내 이행을 위해서는 대한민국 정부 및 공항공사, 항공사, 항공 기상청, 국방부 및 관련 산업계의 적극적인 참여가 필요함

2. 연구의 방법

○ ICAO 가이드라인으로 제공된 GANP(Global Air Navigation Plan, Doc 9750) 및 ASBU Framework Working 문서 분석을 통해 ASBU 각 모듈이 이행하고자 하는 목표, 환경, 요구 시스템 등을 파악함

○ 해외 국가의 ASBU 이행사례 및 이행 추진 계획을 조사하여 국제사회와 발전 속도를 맞출 수 있도록 국내 이행계획을 구성하고, 해외 기술 개발 정도를 파악하여 시장성 있는 R&D 개발제품을 생산할 수 있도록 기획

○ ASBU 모듈 요구 수준에 대한 국내 항공교통시스템 이행 정도 및 연구 개발 동향, 기 추진과제에 대하여 분석하여 국내 수준에 대한 정확한 파악

- 기추진과제에 대해서는 ASBU 이행 단계에 맞춰 시스템 구축 및 실행이 가능하도록 가이드라인 제시
- 미추진과제에 대해서는 필요성, 타당성 등을 고려하여 향후 추진 방향 및 방법에 대해 제시

○ 특히, ASBU 모듈 이행 계획에 따라 빠른 연구개발 추진이 필요한 과제에 대해서는 상세기획 하여 이행 계획에 맞춰 추진이 가능하도록 함

○ 국내 ASBU 이행을 위한 추진 체계 구성 방안 및 추진 체계의 역할에 대해서도 기술하여 수립한 이행계획에 대해 지속적인 피드백, 수정 및 평가가 가능하도록 하며, 효과적인 ASBU 이행을 가능하게 함

2장. ICAO ASBU 체계

1절. ASBU 등장 배경

○ 전 세계 항공교통량은 비약적으로 증가해 1977년 이래로 매 15년 간격으로 2배로 성장하고 있음

- 2012년의 전 세계의 여객자수는 약 29억 명, 화물 수송량(금액)은 약 5.3조 달러이며, 15년 후에는 다시 2배로 증가하고 항공기 대수도 30,000대 이상(현재의 약 2배)이 필요할 것으로 전망

○ 민간항공시스템은 기술 발달에 힘입어 과거의 지상 항행안전시설 기반의 CNS ATC 시스템에서 위성기반의 CNS/ATM으로 전환되고 있음

○ ICAO는 최신 기술을 이용하여 항공관제 개선(안전성 향상, 취급대수 증가 등)을 실시하고, 항공기 운영자가 계획한 출발·도착 시각으로, 희망하는 비행경로를 최소한의 제약으로 규정된 안전 수준을 만족하면서 운항할 수 있는 원활한 글로벌 ATM 시스템 구축을 제안함

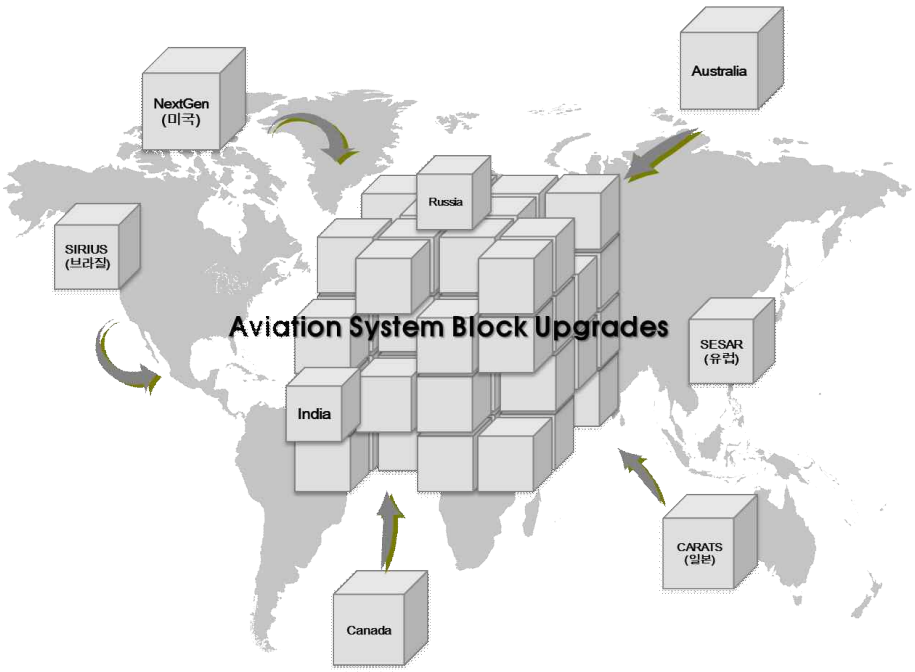
○ 이러한 ICAO의 구상에 근거해, 미국에서는 "NextGen(Next Generation)", 유럽에서는 "SESAR(Single European Sky ATM Research)", 일본에서는 "CARATS(Collaborative Actions for Renovation of Traffic System)" 등을 발표함

- 그러나 각 국가(지역)가 독자적인 정책 및 시스템을 검토하고 있기 때문에, 시스템간의 상호운용이 어렵고 글로벌 협조를 도모할 수 없는 상황에 마주침

○ 이에 ICAO는 NextGen과 SESAR 등 진행 중인 항공교통시스템 개선 계획들의 차이점을 조사하는 동시에, 이러한 불균형에서 오는 문제점을 해결하기 위해 모든 체약국 및 이해관계자와 함께 21세기 항공 항행을 정의할 수 있는 해법을 찾기 시작하였음

○ 제 10차 항행회의('91)에서는 CNS/ATM을 미래 표준 항행시스템으로 채택하고 글로벌 항행계획(Global Coordinated Plan) 발행 함('98)

- 글로벌 항행계획은 향후 Global Air Navigation Plan (GANP) for CNS/ATM SYSTEM(Doc 9750)으로 개정, GANP는 기술적, 운영적, 경제적, 환경적, 재정적, 법적 제도적 측면의 모든 계획 요소를 포함



[그림 2-1] ASBU 등장 배경

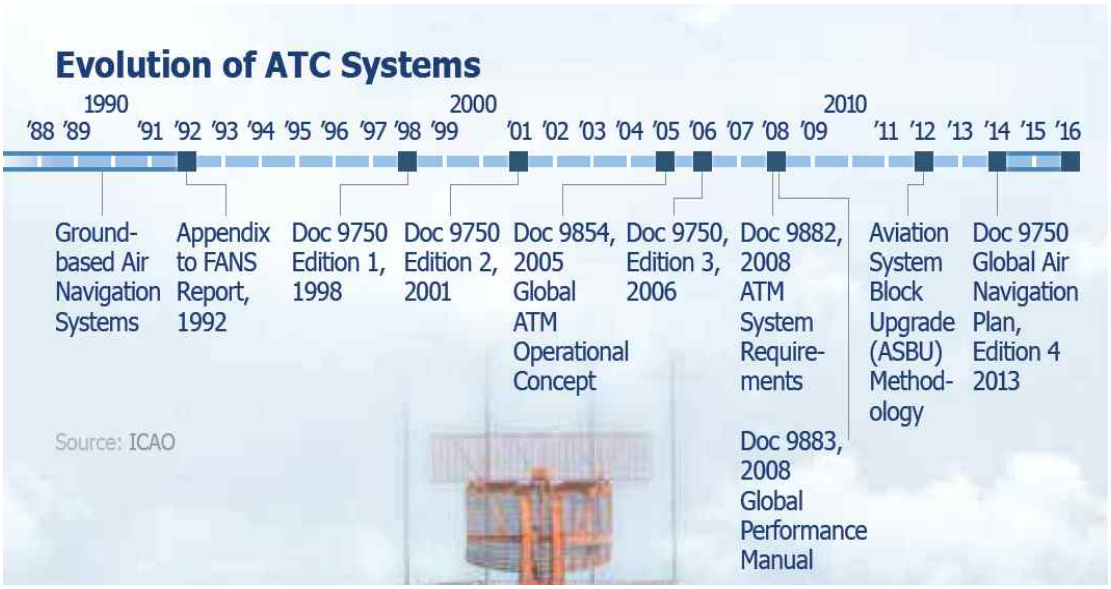
○ 이후 GANP는 글로벌 운영개념을 반영, 항공교통시스템이 성능기반(Performance based)의 협력적(Collaborative) ATM 환경으로 전환을 위해 개정되었으며, 현재 제 4판 2013-2028 Global Air Navigation Plan (ICAO Doc 9750-AN/963, Fourth Edition – 013) 발행

- 이 버전에서는 전 세계적으로 조화로운 항행 시스템을 구성할 수 있도록 현존하는 시스템의 업그레이드 계획 및 방법(ASBU)을 제시하였음

- 블록 업그레이드 및 모듈은 모든 국가의 특성에 따른 운영 요구사항을 반영하여 항공 항행 능력을 향상 할 수 있도록 계획적이면서 가변적인 글로벌 시스템 엔지니어링 접근 방법에 의해 정의됨

- '항공시스템 단계별 개선 계획'은 이전의 3개 세계 항행 시스템 계획의 개념 및 CNS/ATM 계획의 논리적 결과물이며, 이는 이전에 정의된 ICAO의 항공 항법 매뉴얼 및 관련문서의 연속성을 보장함

○ 세계 항공 교통량이 증가함에 따라 국제적으로 항행 시스템 업그레이드를 통해 불균형을 없애고, 세계 경제 번영 및 기후변화에 대비하기 위해 각 체약국은 미래 항행시스템 통합을 위해 '항공시스템 단계별 개선 계획'을 따라야 할 것임



[그림 2-2] ATC 시스템의 발전사

2절. ASBU 체계

1. ASBU의 정의

○ ASBU란 ICAO의 Aviation System Block Upgrades의 줄임말로 단계별 항공시스템 최신화(개선)계획을 의미함

○ ICAO는 Airport Operation, Globally Interoperable System and Data, Optimum Capacity Flexible Flights, Efficient Flight Path 4개의 성능개선영역과 각각의 개선영역별 세부개선영역을 설정하고 세부개선영역별 성능모듈을 설정하여 관련 기능의 기초부터 향상된 기술까지의 일관된 개량을 권고

○ ASBU는 모듈, 스레드, 블록 그리고 이것들을 영역별로 구분한 성능개선영역으로 이루어져 있음

- 모듈(Module): 효율적으로 사용가능한 패키지 또는 성능
- 스레드(Thread): 서로 관련이 있는 모듈의 집합
- 블록(Block): 모듈로 구성된 블록은 주요 개선사항 및 이득에 대한 접근 제공
- 성능개선영역(Performance Improvement Area, PIA): 각 블록 내 모듈의 집합들로써 운영 및 성능상의 개선사항을 각 영역별로 나눈 것

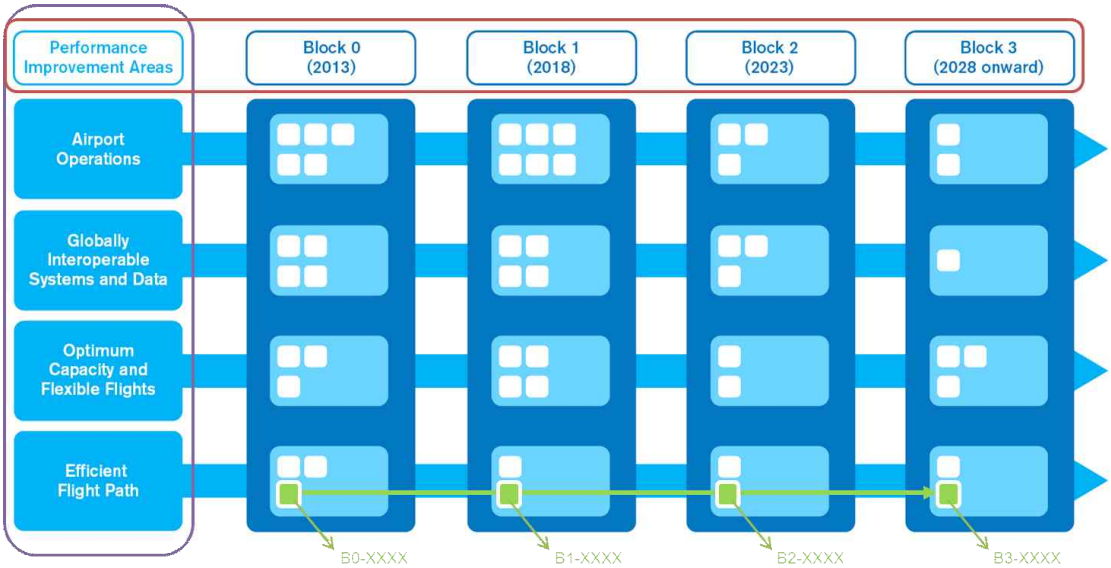
○ 각 모듈은 이행을 위한 운영 개념 뿐 아니라 이행을 위해 필요한 장비 및 시스템, 표준 및 절차, 선행국의 사례와 그 효과를 공유함으로서 지역적·국가적 프로그램의 핵심능력과 성과향상을 세계적 범위에서 동일한 수준의 성과와 관련 이익을 갖도록 하는 것임

2. ASBU의 범위

가. 시간적 범위

○ ASBU에서 제공하고 있는 이행 단계는 기술 구현 가능성 및 발전에 따라 5

년 단위로 블록 0부터 블록 3까지 차례로 이행하는 것을 목표로 함



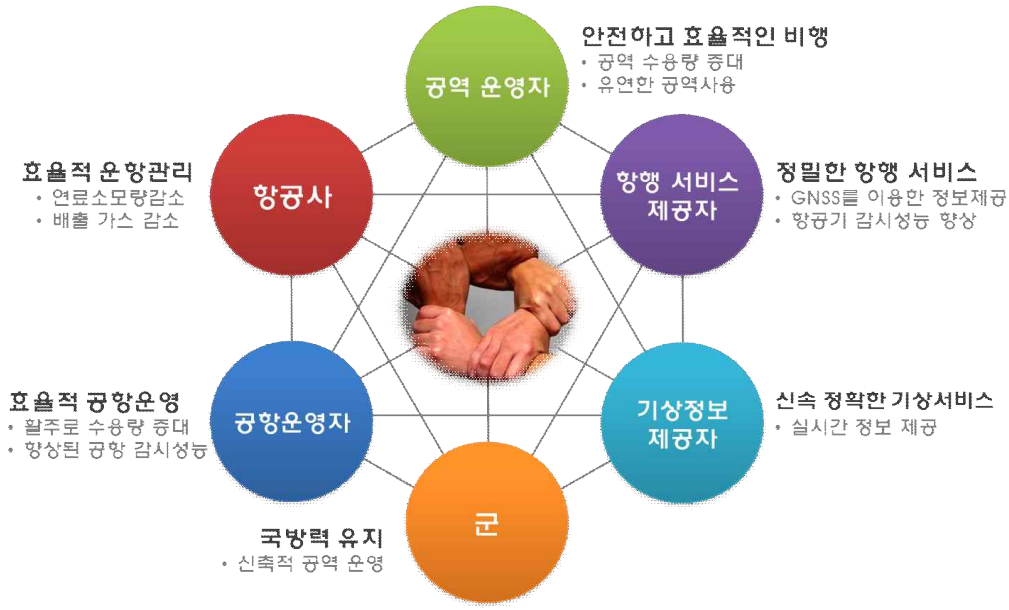
[그림 2-3] ASBU 단계별 블록 관계도

- 블록 0의 이행 과제들은 현재의 기술로도 이행이 가능한 것들이며 2013년부터 시작하여 2017년까지 이행을 완료하는 것을 기대
- 이후 기술 개발 및 발전 정도에 따라 블록 1은 2018년 이후 부터, 블록 2는 2023년 이후 부터, 블록 3은 2028년 이후 부터 이행하는 것을 목표로 함

나. 이행 대상

○ ASBU의 이행 대상은 항공교통시스템과 관련된 모든 이해관계자로서 공역 및 공항 운영자, 항공기 운영자, 군, 관련 산업계 등 모두 포함함

- 공역 계획 수립 주체
- 항공기 관제 운영 주체
- 항행서비스제공 주체
- 공항운영 주체
- 항공기운영 주체
- 항공 관련 산업계
- 군
- 기상정보 제공 주체



[그림 2-4] ASBU의 참여 대상

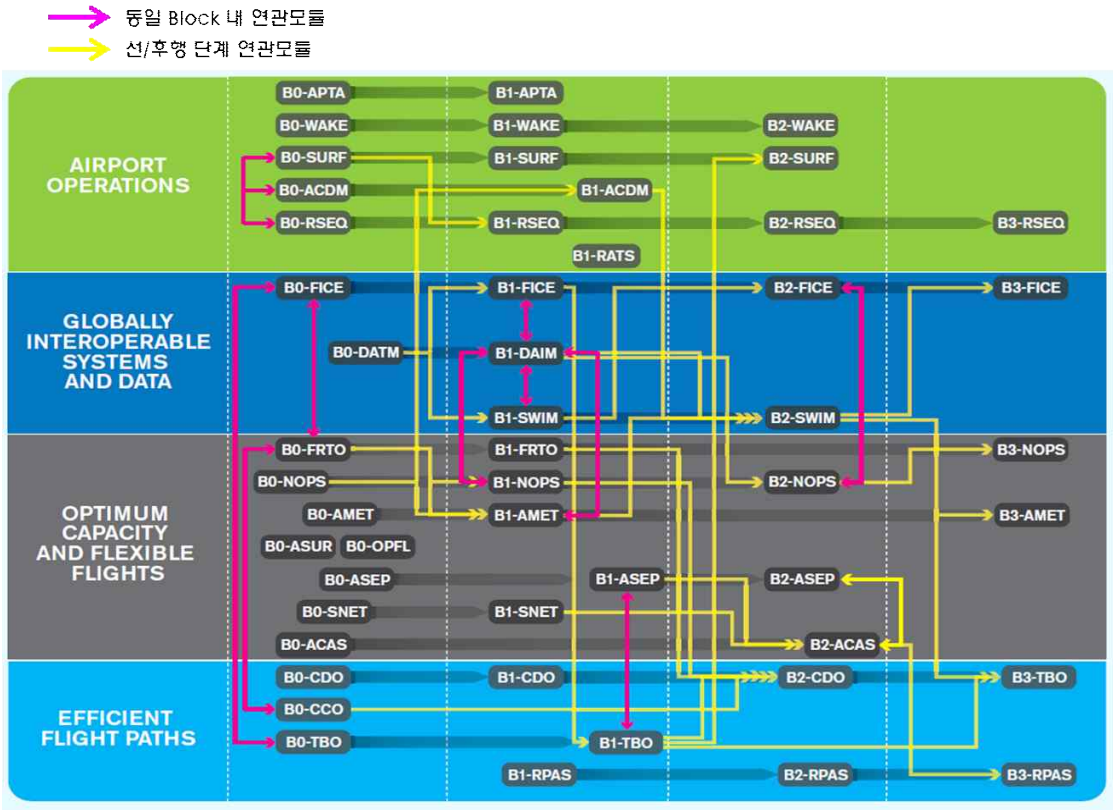
3. 모듈의 구성

○ ASBU 각 모듈은 스레드로 연결이 되어 있으며 이러한 모듈들은 블록 이행 순서를 따라 연결됨. 그러나 모든 모듈이 각 블록마다 존재하는 것은 아니며, ICAO에서 원하는 운영개념을 달성하였을 때 모듈은 종료됨

- 일부 모듈은 B0단계에서 시작하지 않으며, B3단계 이전에 종료될 수 있음

○ 각 모듈은 동일 성능개선영역 안에서 서로 영향을 주고받을 수 있으며 보다 효과적인 운영개념 달성을 위해 동일 성능개선영역을 벗어나 다른 성능개선 영역 안의 모듈과도 영향을 주고받을 수 있음

○ 각 모듈은 스레드를 통해서 선·후행 모듈 간에 블록 이행 상황에 따라 영향을 주고받을 수 있으며, 나아가 스레드, 성능개선영역을 초월하여서도 선·후행 모듈 간에 영향을 주고받음



[그림 2-5] ASBU 모듈간 연간 관계

3절. ICAO 권고 이행 방안 분석

○ ASBU는 디지털 및 위성항법기술 등을 이용한 보다 진보된 CNS 기술을 이용하여 ICAO의 미래 ATM 비전과 전략을 구체화하기 위한 가이드라인 제공

○ 차세대 항공교통시스템 구축을 위해 항공기의 운항 단계를 크게 4가지로 나누어 성능개선영역을 설정함

1) 공항운영개선(Airport Operations),
2) 글로벌 정보관리 체계(Globally Interoperable System and Data)
3) 공역 수용량 및 효율성 증대(Optimum Capacity Flexible Flights)
4) 비행경로 효율화(Efficient Flight Path)

○ ASBU는 기초부터 향상된 기술까지의 일관된 개량을 위해 블록(Block)이라 불리는 이행단계를 5개년 단위로 구분하여 4단계로 구분함

- 블록 0: 2013년 이후부터 블록 1 단계 전까지
- 블록 1: 2018년 이후부터 블록 2 단계 전까지
- 블록 2: 2023년 이후부터 블록 3 단계 전까지
- 블록 3: 2028년 이후

- 블록0의 이행과제는 현재의 기술수준으로도 실현이 가능한 과제이며, 이후 이행과제는 관련 규정 및 추가 기술 개발 필요

○ 4개의 성능개선영역 아래 스레드(Thread)라 불리는 21개의 세부개선영역을 구성하여 공항접근성향상, 출·도착관리, 통합정보처리시스템, 궤적기반운항, 연속상승/강하 등과 같은 과제 이행을 제시함

○ 스레드는 다시 모듈(Module)이라 불리는 총 51개의 중점추진과제로 분류되며, 미래 항공운항환경의 통합된 발전을 위해 각 모듈을 해당 블록에 따라 이행하는 것이 필요함

PIA	THREAD	Module No.
Airport Operations	Airport Accessibility (APTA)	B0-APTA: Optimization of Approach Procedures including vertical guidance
		B1-APTA: Optimized Airport Accessibility
	Wake Turbulence Separation (WAKE)	B0-WAKE: Increased Runway Throughput through Optimized Wake Turbulence Separation
		B1-WAKE: Increased Runway Throughput through Dynamic Wake Turbulence Separation
		B2-WAKE: Advanced Wake Turbulence Separation (Time-based)
	Runway Sequencing (RSEQ)	B0-RSEQ: Improve Traffic flow through Runway Sequencing (AMAN/DMAN)
		B1-RSEQ: Improved Airport operations through Departure, Surface and Arrival Management
		B2-RSEQ: Linked AMAN/DMAN
		B3-RSEQ: Integration AMAN/DMAN/SMAN
	Surface Operations (SURF)	B0-SURF: Safety and Efficiency of Surface Operations (A-SMGCS Level 1-2)
		B1-SURF: Enhanced Safety and Efficiency of Surface Operations – SURF, SURF-IA and Enhanced Vision Systems (EVS)
		B2-SURF: Optimized Surface Routing and Safety Benefits (A-SMGCS Level 3-4 and SVS)

	Airport Collaborative Decision Making (ACDM)	B0-ACDM: Improved Airport Operations through Airport-CDM
		B1-ACDM Optimized Airport Operations through A-CDM Total Airport Management
	Remote Air Traffic services (RATS)	B1-RATS: Remotely Operated Aerodrome Control
Globally Interopera-ble systems and Data	FF/ICE (FICE)	B0-FICE: Increased Interoperability, Efficiency and Capacity through Ground-Ground Integration
		B1-FICE: Increased Interoperability, Efficiency and Capacity though FF-ICE, STEP 1 application before Departure
		B2-FICE: Improved Coordination through multi-centre Ground-Ground Integration: (FF-ICE, Step 1 and Flight Object, SWIM)
		B3-FICE: Improved Operational Performance through the introduction of Full FF-ICE
	Digital Air Traffic Management (DATM)	B0-DATM: Service Improvement through Digital Aeronautical Information Management
		B1-DATM: Service Improvement through Integration of all Digital ATM Information
	System Wide Information Management (SWIM)	B1-SWIM: Performance Improvement through the application of System-Wide Information Management (SWIM)
		B2-SWIM: Enabling Airborne Participation in collaborative ATM through SWIM

	Advanced Meteorological Information (AMET)	B0-AMET: Meteorological information supporting enhanced operational efficiency and safety
		B1-AMET: Enhanced Operational Decisions through Integrated Meteorological Information (Planning and Near-term Service)
		B3-AMET: Enhanced Operational Decisions through Integrated Meteorological Information (Nearterm and Immediate Service)
Optimum Capacity and Flexible Flights	Free-Route Operations (FRTO)	B0-FRTO: Improved Operations through Enhanced En-Route Trajectories
		B1-FRTO: Improved Operations through Optimized ATS Routing
		B3-FRTO: Traffic Complexity Management
	Network Operations (NOPS)	B0-NOPS: Improved Flow Performance through Planning based on a Network-Wide view
		B1-NOPS: Enhanced Flow Performance through Network Operational Planning
		B2-NOPS: Increased user involvement in the dynamic utilization of the network
	Alternative Surveillance (ASUR)	B0-ASUR: Initial capability for ground surveillance
	Airborne Separation (ASEP)	B0-ASEP: Air Traffic Situational Awareness (ATSA)
		B1-ASEP: Increased Capacity and Efficiency through Interval Management
		B2-ASEP: Airborne Separation (ASEP)

	Optimum Flight Levels (OPFL)	B0-OPFL: Improved Access to Optimum Flight Levels through Climb/Descent Procedures using ADS-B
	Airborne Collision Avoidance Systems (ACAS)	B0-ACAS: ACAS Improvements
		B2-ACAS: New Collision Avoidance System
	Safety Nets (SNET)	B0-SNET: Increased Effectiveness of Ground-Based Safety Nets
		B1-SNET: Ground-based Safety Nets on Approach
Efficient Flight Path	Continuous Descent Operations (CDO)	B0-CDO: Improved Flexibility and Efficiency in Descent Profiles (CDO)
		B1-CDO: Improved Flexibility and Efficiency in Descent Profiles (CDOs) using VNAV
		B2-CDO: Improved Flexibility and Efficiency in Descent Profiles (CDOs) using VNAV, required speed and time at arrival
	Trajectory Based Operations (TBO)	B0-TBO: Improved Safety and Efficiency through the initial application of Data Link En-Route
		B1-TBO: Improved Traffic synchronization and Initial Trajectory-Based Operation
		B3-TBO: Full 4D Trajectory-based Operations
	Continuous Climb Operations (CCO)	B0-CCO: Improved Flexibility and Efficiency Departure Profiles - Continuous Climb Operations (CCO)

	Remotely Piloted Aircraft Systems (RPAS)	B1-RPAS: Initial Integration of Remotely Piloted Aircraft (RPA) into Non-Segregated Airspace
		B2-RPAS: Remotely Piloted Aircraft (RPA) Integration in Traffic
		B3-RPAS: Remotely Piloted Aircraft (RPA) Transparent Management

[표 2-1] ASBU 전체 이행 과제 목록

1. 공항 운영 개선 영역(Airport Operations)

가. 공항 접근성 증대 : Airport Accessibility (APTA)

○ 계기비행 접근절차를 현행 ILS, VOR 등 지상항행시설 기반에서 위성항법시설(GNSS) 기반으로 하는 PBN 절차 및 GLS절차로 전환하여 공항의 접근성 및 수용력 향상을 목표로 함

○ B0 단계에서는 Baro-VNAV, SBAS(위성기반보정시스템), GLS(지상기반보정시스템을 이용한 착륙시설)을 통해 CAT-Ⅰ수준의 착륙 성능을 달성하는 것을 목표로 함

○ 본 모듈은 정밀 활주로 및 제한적 비계기 활주로 등과 같이 모든 계기비행 활주로에 적용이 가능함

○ B1 단계에서는 위성항법시설(GNSS)을 기반으로 하는 PBN 접근절차의 이행을 확대하고, GLS CAT-Ⅱ/Ⅲ 수준의 정밀도를 갖는 접근절차로 개량하고, PBN 도착절차(STARs)와 수직정보를 제공하는 접근절차(APV)를 연결하는 것을 목표로 함

○ B1 단계 이후에는 착륙 기상 최저치가 더 낮아져 활주로 접근성이 향상되며 이에 따른 운영상 이점으로 보다 많은 항공기가 GLS 절차를 수행할 수 있는 장비를 장착할 것으로 기대됨

○ PBN 접근절차는 재래식 비행절차에 비행 장애물 및 지형에 의한 제한을

받지 않으므로 이러한 탄력성·유연성을 이용하여 재래식 접근절차의 수립이 곤란한 공항에서의 착륙 기상 최저치 개선을 통한 수용력 향상을 기대할 수 있음

○ 또한 활주로 접근에 대한 신뢰도 및 예측성이 향상됨에 따라 안전성, 접근성 및 효율성의 지속적인 증가가 예상됨

나. 후류요란 분리 기준 축소 : Wake Turbulence Separation (WAKE)

○ 기존의 3단계 항공기 후류요란 분리 기준은 90년대에 매우 보수적인 값으로 설정된 것으로 이후 항공기 기술과 관련 예측 기술의 발달로 인해 후류에 대한 예측이 어느 정도 가능해 졌음

○ 따라서 본 모듈에서는 항공기 후류요란 분리 기준 개선을 통해 활주로의 이착륙 항공기 처리량을 증대시키는 것을 목표로 함

○ B0 단계에서는 1) 현행 3단계(Heavy/Medium/Light)로 구분되어 있는 후류 분리 절차 기준 6단계로 개정 하고, 2) 활주로 중심선이 760m 미만으로 떨어진 평행활주로를 이용하는 도착항공기에 대한 후류 분리 절차 기준 축소, 3) 활주로 중심선이 760m 미만으로 떨어진 평행활주로를 이용하는 출발항공기에 대한 후류 분리 절차 기준을 축소하는 것을 목표로 함

- 현재 ICAO에서는 기존의 3단계 후류분리 기준을 6단계 개선하는 기준 마련 작업을 수행 중에 있음
- 개정된 항공기 후류 등급은 절차상에 적용하며, 자동시스템은 변경하지 않음

○ B1 단계에서는 1) 6단계로 개정된 절차를 더욱 세분화 하여 선-후행 항공기간 항공기 기종 조합에 따라 분리기준을 적용하도록 후류분리 기준을 개선하고, 2) 760m 미만으로 떨어진 평행활주로에서 측풍을 예측하여 도착항공기간의 후류분리 기준 축소를 적용하고, 이를 적용하는 공항을 확장하며 3) 760m 미만으로 떨어진 평행활주로에서도 측풍 예측을 통해 출발항공기 간의 후류분리 기준을 축소 적용하고 이용 공항을 확장하는 것을 목표로 함

○ B2 단계에서는 B1 단계에서 이행된 거리 기반의 분리 기준을 시간 기반의

후류분리 기준으로 개선하여 운영하는 것을 목표로 함

○ 후류분리 기준 축소는 추가적인 활주로 건설 없이도 활주로 수용력을 향상시킬 수 있으며 항공기 운항의 유연성을 증대할 수 있어 수용량 향상에 효과적일 것으로 기대할 수 있음

○ 특히 항공기 후류 분리 기준 축소 절차 적용을 위해서는 관제사의 판단을 도와줄 자동화된 의사결정 지원 도구(Decision Support Tool)가 필요하며, 출·도착항공기의 후류분리 기준 축소를 위해서는 측풍의 강도 및 방향을 예측하고 해당 정보를 관제사에게 전시(Display)해 줄 수 있는 자동화 장비가 필요함

- 측풍의 강도 및 방향을 예측하기 위해서는 X-band 레이더와 Lidar 스캐너 기술을 조합하여 이용이 가능하며, 이것으로부터 얻어진 항공기 후류에 대한 정보는 SWIM을 통해 이용 및 전달 될 수 있음

다. 항공기 출발/도착 관리 : Runway Sequencing (RSEQ)

○ 복수의 활주로를 가진 공항 또는 공항 위치가 근접하여 활주로 운영이 서로 영향을 받는 지역에서 활주로 수용량을 향상시키기 위해 출발-출발/도착-도착/출발-도착 항공기 간의 출·도착 순서를 최적화하여 활주로 처리량을 증가시키고 터미널 주변 공역의 교통 흐름을 원활하게 하며, 더 나아가서는 터미널 공역 도착 이전 단계 또는 그 이전 단계까지 확장하여 전체 비행흐름의 효율을 달성하는 것을 목표로 함

○ 기존의 항공기 출발-도착 순서화 작업은 관제사의 기량에 따라 수동적 개념에서 이루어졌으나, 이를 자동화한 의사결정지원시스템 지원을 통해 보다 효율적인 항공교통량 관리를 목표함

○ B0 단계에서는 복수의 활주로를 가진 공항 또는 공항 위치가 근접하여 활주로 운영이 서로 영향을 받는 지역에서 1) 도착관리, 2) 출발관리, 3) 포인트 머지 절차를 사용하여 항공기 출·도착 순서화 및 대기열을 관리하는 것을 운영 개념으로 함

- 항공기 도착관리는 도착공역 내 미터링(Metering) 지점에 동시간대에 진입하는 항공기를 미리 예측하여, 진입 이전에 속도 및 고도조정 등을 통

해 진입시간 및 미터링 지점에서의 항공기 투입률을 관리하는 것을 의미함

- 항공기 출발 관리는 공역상황, 항공기 성능 등을 종합적으로 고려하여 지상에서 출발하는 항공기에게 정확한 푸시백(push-back) 시간을 제공하여 항공기가 유도로(Taxi way)에서 체류하는 시간 및 출발 항공기의 대기열을 감소시켜 지상지연을 최소화 하는 것을 목표로 함

- 출발관리는 en-route 교통상황과 미터링 지점에 항공기 도착예정시간을 고려하면서, 자동화 시스템을 통한 도착슬롯과 조정을 수행

- 또한 교통량이 많은 주요 허브공항과 대도시 지역의 공항의 터미널 지역에 연속강하운항을 이용한 포인트 머지 절차를 구축하여 교통 혼잡 및 관제사의 업무량을 감소시키고 항공기 운항 효율성을 향상시킬 수 있도록 함

○ B1 단계에서는 B0의 독립적인 도착관리/출발관리 시스템의 자동화를 기반으로, 지상관리(SMAN) 시스템의 자동화와 출발관리 시스템을 통합 운영하고, 인접 관제구역과의 협조운영을 통해 시간기반-미터링의 도착관리 시스템을 확장해서 운영하도록 함

- 이러한 시간기반-미터링의 도착관리 시스템은 RNAV/RNP 항공로의 효과적 이용을 통해 CTA(Controlled Time of Arrival) 준수를 극대화 할 수 있음

○ B2 단계에서는 유동적인 교통 패턴에 대응할 수 있도록 도착관리/출발관리 시스템을 연동하도록 하며 정보흐름도 함께 연동해 모든 이해관계자들이 적시에 공통된 정보를 취급하여 상황인식 수준을 향상시킬 수 있도록 함

○ B3 단계에서는 4D 운영과 더불어, 전 비행단계의 교통량 정보를 공유하고 교통흐름을 동기화 하여 정보를 공유하도록 함

○ 이러한 절차의 개발 및 도입은 제한된 공역자원을 효율적으로 활용하여 터미널 공역 및 활주로 수용량을 증가시키며, 유입 교통량의 불확실성 감소를 통한 공항 및 터미널 수요의 예측성 향상, 동적 스케쥴링을 이용한 유연성 향상을 기대함

○ 출·도착 순서의 최적화는 기존의 수동적 관리개념에서 이를 자동화한 의사결정지원시스템의 적용 필수적이므로, 자동지원을 위한 툴이 필요하며,

동시에 모든 이해관계자들이 공통된 정보를 취급할 수 있는 정보망이 필요함

라. 공항 지상 운영 관리 : Surface Operations (SURF)

○ A-SMGCCS (Advanced Surface Movement Guidance and Control Systems)는 기존의 SMGCS 체계에 ATC 상황감시를 위해 공항 이동지역 내 항공기 위치정보 및 이동차량 위치를 공항관제사에게 현시하고, 활주로 침범경보를 제공 (이를 위한 설비 및 운용절차 수립 필요)하는 것임

○ A-SMGCS는 특히 저시정 상황 혹은 동일한 항공사의 동일기종 항공기가 다수 지상에 존재할 때 매우 제한되었던 육안식별/감시기능을 개선할 수 있음

○ B0 단계에서는 A-SMGCS Level 1,2 단계를 이행함. A-SMGCS와 ADS-B[7]를 이용하여 공항 내에서의 항공기와 차량의 움직임을 감시하고, 관제사에게 현시/경보 기능을 제공해 활주로와 공항의 안전도를 향상하고 효율적인 지상 관리를 목표로 함

1) 감시(Surveillance)

- A-SMGCS는 레이더를 이용한 지상감시에 최소 하나의 협동적 지상감시시스템(다변측정시스템, Mode S SSR, ADS-B)을 더하여 운영함
- ADS-B는 활주로 침범감지 지원을 통해 공항 표면을 이동하는 물체들의 충돌감소에 목적을 둔다. 단, ADS-B APT는 경보 기능을 가지고 있지 않음

2) 경보 기능(Alerting Systems)

- A-SMGCS는 경보 기능을 통하여 ATC에 더욱 효과적으로 활주로 침범경보 제공함

○ 특히 B0 단계에 필요한 설비와 절차는 B1/B2단계에도 지속적으로 지원해야 하므로, B0단계의 이행은 공항 지상 운영 관리의 중요한 기반이 됨

7) ADS-B는 동시에 두 개 이상의 활주로(폭이 최소 45m이상)를 이용하는 중등급 이상의 교통 혼잡도를 나타내는 공항에서 A-SMGCS의 구성 요소로 사용

○ B1 단계에서는 기존의 B0 단계에 Cockpit Moving Map 기능을 추가 함

- ADS-B, TIS-B를 통한 SURF[8]전시 및 SURF에 활주로 충돌 경보 기능을 추가한 SURF-IA[9] 사용하며, 지상 활주 시 적외선 카메라, 밀리미터파 레이더와 같은 전자기 센서를 이용한 EVS[10] 사용함

○ B2 단계는 A-SMGCS Level 3-4 수준 이행을 목표로 함

- Level 3은 항공사 및 공항운영자의 데이터 공유를 통한 기본적 Taxi 스케쥴 생성과 출발대기열 관리가 가능하며 데이터통신을 이용 조종석에서 Taxi 허가 수신 가능.

- Level 4는 더 정확한 Taxi 스케쥴을 생성하며 이에 따라 Taxi 궤적 (시간에 따른 통과지점)정보를 제공하며, AMAN/DMAN과도 연동되어 전체 ATFM 기능 향상

○ 감시(Surveillance)를 위해 A-SMGCS는 레이더를 이용한 지상감시에 최소 하나의 협력 지상감시시스템(다변측정시스템, Mode S SSR, ADS-B)을 더하여 운영하므로 관련 장비를 위한 항공기 및 지상 장비의 트랜스폰더 시스템과 감시 및 경보 기능을 전시 할 수 있는 시스템이 필요함

○ A-SMGCS는 지상 이동 항공기에 대한 감시 및 경보 능력 향상으로 공항 내의 항공기 및 지상 장비의 운영 효율성 개선 기대

○ 기존의 ATC 인력으로 이루어지던 감시 기능을 레이더를 이용해 강화함에 따라 ATC 업무량을 감소시키며 동시에 안전성을 향상함

마. 협력적 의사결정 : Airport Collaborative Decision Making (ACDM)

○ 보다 효율적인 항공기 운항을 위해서는 항공사, 공항운영자, 지상조업, 관제기관 등 여러 이해관계자의 정보 공유와 협력이 매우 필요함

○ B0 단계에서는 공항 내 협력적 운영환경을 위한 여러 이해관계자 간 지상운영 데이터 공유를 통하여 이동지역 지연감소, 안전성/효율성/상황인식 기능 증대하는 것을 목표로 함

8) Basic surface situation awareness
9) Enhanced traffic situational awareness on the surface of airport with indications and alert
10) Enhanced vision systems for taxi operations

○ B1 단계에서는 협력적 의사결정의 범위를 확장하여 공항 내 뿐만 아니라 주변 공역의 체공 항공기 및 지상 지연 항공기의 정보의 실시간 공유를 통해 완전하고 통합적인 공항 운영을 이행하는 것을 목표로 함

○ A-CDM은 다양한 이해관계자의 정보시스템 연계를 통한 개선된 프로세스를 제공하는 것으로, 상대적으로 적은 비용의 투자를 통하여 달성이 가능함

○ 실시간 감시 능력과 의사결정 수행 및 지속적인 최신 항공정보 공유로 완전한 통합적 공항운영을 이행할 수 있으며, 협력적 의사결정을 통한 시설의 효율적 운영 및 공항과 공역의 처리량을 증가시킬 수 있음

○ 또한 지상 활주 및 체공 시간 감소에 따른 연료 소모 및 배출 가스 감소로 경제성, 친환경적이 효과를 기대할 수 있음

바. 원격 공항 관제 : Remote Air Traffic services (RATS)

○ 원격 관제탑은 해당 공항만을 위해서 ATS 서비스를 제공하기가 어렵거나 비용 대비 효과가 떨어지는 공항을 대상으로 안전하고 효율적인 ATS 서비스를 제공하기 위함이며 B1단계에서부터 시작됨

○ 기존에 관제사가 직접 창밖을 보는 관찰시점(Out The Window, OTW)에서 이루어지던 관제 운영을 카메라를 통한 시각 재현, 감시정보를 이용한 가상재현, 합성 모델 등의 정보소스로 대체하여 운영하는 것으로 공항의 관제서비스(비상상황 포함)를 해당공항이 아닌 원거리에 위치한 공항 또는 관제센터에서 제공함

○ 원격 관제서비스는 통상적인 관제서비스 수준을 유지하면서 향상된 감시기술을 통하여 서비스 제공 방법만 변화시키는 것으로, 특히 공항운영의 사회적·정책적 타당성은 존재하나 경제적 이익실현이 어려운 지역중소공항이 대상이 되며 원격공항관제를 우선적으로 적용함으로서 관제서비스의 효율성을 높임

○ 관제탑 원격운영의 대상은 사업 수익 부족으로 운영상의 어려움을 겪고 있는 작은 지방공항으로, 원격운영을 통해 ATC와 공항 모두에게 이익을 기대할 수 있음

2. 글로벌 정보관리 체계(Globally Interoperable systems and Data)

가. 교통흐름정보 공유 : FF/ICE (FICE)

○ 기존의 항공교통관제기관 간 비행관련 정보 전달 및 관제권 이양시 주변 항공교통기관과 전화를 이용하여 정보를 주고받던 것을 자료 전송을 이용한 전달 시스템으로 전환하고, 나아가서는 전 비행단계에 걸쳐 항공기 흐름과 관련된 정보를 모든 이해관계자가 공유하여 운항 안전성과 비행 효율성을 향상시키는 것을 목표로 함

○ B0 단계에서는 인접 항공교통관제기관과 비행 데이터 교환 시 AIDC(ATS inter-facility data communication)를 이용해 관제사의 업무량을 줄이고, 항공흐름을 개선하는 것을 목적으로 함

- 이를 통해 보다 정확한 궤적정보가 가능하게 될 것이며 감시정보를 포함하는 메시지 교환은 진입 공역 관제사의 관제업무량을 줄이며 더 나아가 분리기준의 축소 적용이 가능할 것으로 기대됨

- B0단계는 향후 지대지, 공대지의 정밀한 4D 궤적 데이터 교환을 위한 첫 단계 역할을 할 것임

○ B1 단계는 항공편 출발 이전의 FF-ICE[11] Step 1 이행을 목표로 비행계획과 관련된 정보 교환 시 호환 데이터 형식(FIXM, XML, GML)을 이용하도록 하며, 글로벌 항공편 식별자(GUFI)를 사용하여 비행계획의 제출/수정/고시에 효율적 이용이 가능함. 동시에 비행정보 공유와 관계기관의 역할, 규정, 절차 등을 정의하여 운영 개념을 확립함

○ B2 단계는 FF-ICE Step 1을 확장한 단계로, 항공편 출발 이후를 포함한 모든 비행 단계의 비행정보 및 흐름을 모든 지상시스템(항공사, AOC, 관제기관)간 공유하는 것을 목표로 함. 이와 동시에 B1, B2 단계의 SWIM 이행은 운항정보 공유를 더욱 용이하게 할 수 있음

○ B3 단계는 SWIM을 통해 항공기 운항과 관련된 모든 정보 및 궤적을 공유하여 비행중인 항공기에 대해서도 FF-ICE가 이행 가능하도록 함

11) FF-ICE : Flight and flow information for the collaborative environment

○ 본 모듈들을 통해 항공기 흐름에 대한 정보 공유를 통해 항공기 분리 기준 축소 적용이 가능함에 따라 공역 이용량을 증가시킬 수 있으며, 운영 효율성 및 안전성 개선을 기대할 수 있음. 또한 전 세계가 표준화된 인터페이스를 사용함으로서 상호 운용성 확보가 가능해짐

○ 현재 AIDC는 이미 많은 국가 및 지역에서 이용 중이며 유럽의 경우 항공관제기관 간 데이터교환은 의무사항으로 정해져 있음

나. 디지털 항공 교통 관리 : Digital Air Traffic Management (DATM)

○ 종이/수동으로 운영되었던 기존의 항공정보서비스에서 디지털/네트워크 기반의 항공정보서비스 제공으로 전환 이행을 목표로 하며 표준정보기술(UML, XML/GML)의 활용을 통하여 제품기반에서 서비스기반의 정보교환으로 전환하는 것을 목표로 함

○ 디지털 항공 교통 관리는 B1 단계에서 시작하는 SWIM 이행을 위한 초기 단계로 필수적으로 이행해야하는 모듈임

○ B0 단계에서는 항공정보교환모델(AIXM[12])을 이용하여 전자항공정보간행물(eAIP)을 통한 전자 항공정보관리체계(eAIM)를 구축, 이행하는 것을 목표로 함

○ B1 단계에서는 2단계 디지털 정보교환 모델인 항공기상교환모델(WXXM: Weather Exchange Model)과 항공정보교환모델(FIXM: Flight Information Exchange Model) 이행 및 인터넷으로 접근 가능한 ATM 정보 참조 모델(AIRM: Air traffic management Information Reference Model)을 이행하는 것을 목표로 함

○ 항공정보의 배포 체계 변화에 따라 동일한 정보를 신속하게 배포하는 것이 가능하며, 정보의 불일치에서 오는 위험 감소로 안전성 향상을 기대할 수 있음. 또한 종이에서 디지털 기반으로 전환됨에 따라 비용 절감의 경제적 효과도 기대할 수 있음

12) 통합적 전자항공정보관리체계에 이용되는 표준 정보교환모델

다. 통합 항공 정보 관리 : System Wide Information Management (SWIM)

○ 통합항공정보관리(SWIM: System Wide Information Management)는 정보의 상호 운용성을 극대화 하기위해 인터넷 프로토콜 기반으로 표준화된 정보를 공유할 수 있는 항공 인트라넷 시스템을 구축하는 것임

○ 기존의 종이기반 항공정보 체계에서 디지털 항공 교통 관리 체계(DATM)로 전환하면서 작성된 통일화된 항공정보 포맷을 이용하여 모든 이해관계자와 항공기에까지 올바른 정보를 적시적소에 전달하여 항공기 운항 계획단계부터 비행, 종료단계까지 협력적 의사결정을 지원함

○ SWIM을 통해 공유되는 정보는 항공기 운항과 관련된 모든 정보로 감시 정보, 항행 정보, 기상정보, 궤적정보 등이 있음

○ B1단계의 목표는 지상의 모든 이해관계자의 정보체계 통합운영 및 정보를 공유하는 것으로 공유대상 정보는 운항궤적정보, 감시데이터, 모든 형태의 항공전자정보, 항공기상 정보 등을 포함하며 이를 통하여 협력적 운영환경에서 ATM 계획의 정확도를 높이고 의사결정 효율화를 달성하고자 함

○ B2 단계에서는 지상시설 간 구축되어 있는 SWIM을 항공기와 연동하여 항공기에서도 동일한 정보를 주고받을 수 있으며 모든 이해관계자의 협력적 의사결정 지원

○ SWIM 이행은 이해관계자들이 신속하고 동일한 정보를 가지고 효율적인 의사결정을 내릴 수 있도록 도와주며, 특히 항공기를 협력적 의사결정의 참여자로 편입 시킬 수 있는데 큰 의미가 있음

라. 기상 정보 관리 개선 : Advanced Meteorological Information (AMET)

○ 기상 정보 관리 및 적시 제공을 통해 항공기 운항 효율성을 높이고 안전성 확보를 목표로 함

○ B0 단계에서는 아래의 기상 정보를 이용하여 공역사용, 의사결정 및 항공로 계획에 이용

- 세계지역 예보시스템(World Area Forecast System, WAFS)

- 국제항공로화산감시(International airways volcano Watch, IAVW)
- 열대성 저기압 감시(Tropical Cyclone Watch, TCAC)
- 공항경보(Aerodrome Warnings)
- 윈드시어 경보 (Wind Shear Warnings and Alerts)
- SIGMET과 기타기상정보 (METAR, TAF, SPECI 등)

○ 위의 정보는 항공기 탑재장비 수준에 관계없이 전 비행단계, 모든 공역에서 항공기의 교통흐름 계획 및 모든 항공기 운항에 적용됨

○ B1 단계에서는 항공기 운영계획단계 부터 운영시점 20분 이전까지(단기 서비스 단계) ATM 의사결정에 기상정보를 활용(ATM-Meteorology)하여 기상의 영향을 최소화하는 계획을 설정하고 운영하는 것을 목표로 함

○ B3 단계에서는 단기 서비스 단계 및 운영시점 20분 전 이내(즉시 서비스 단계)에 ATM 의사결정에 기상정보를 활용(ATM-Meteorology)하여 기상 영향을 최소화하는 계획을 설정하고 운영하는 것을 목표로 하며, 항공기 간 기상정보 교환을 위한 관련 탑재장비(예, ADS-B IN)를 활용함

○ 보다 정확한 기상정보를 적시에 제공함으로써 공역 이용 탄력성 및 공역 이용률을 향상시켜 효율적 운항이 가능하며, 이에 따른 경제성 및 친환경 효과 기대

○ 더불어 표준화된 정보를 통합적으로 관리하고 각 이해관계자의 참여를 유도하여 상호 운영성 안전성을 향상시키고, 항공기 스케쥴의 예측성이 높아질 것으로 기대

3. 공역 수용량 및 비행효율성 증대 (Optimum Capacity and Flexible Flights)

가. 공역 수용량 및 비행 효율성 증대 : Free-Route Operations (FRTO)

○ 항공기의 항행능력과 발전된 CNS 기술은 보다 효율적이고 유연한 항로운영(예, daily flexible routings)을 가능하게 하며, 점진적이고 효율적인 픽스 간 운항이 달성될 수 있음

○ B0 단계에서는 공역 수용량 및 비행 효율성 증대를 위해 다음 요소를 이행함

1) **공역계획 (Airspace Planning)**

- 계획단계에서 공역사용자의 선호 및 요구 항로를 이해하고, 현재 운용 제약사항을 고려하여 협력적 공역운영계획

2) **FUA (Flexible Use of Airspace)**

- 독점사용공역의 예약 및 한시적 사용을 가능하게 함

3) **효율적 경로 설정(Flexible Routing)**

- 교통 상황 및 기상상황에 따라 탄력적으로 항로 설계

○ B1 단계에서는 PBN을 활용하여 항공로 제약을 지속적으로 줄이고 유연성을 높이며, 비행계획(항로 및 고도) 수립에 있어 전체적 교통 흐름과 운용상의 제약조건 내에서 사용자의 요구조건을 최대한 수용함으로서 사용자를 위한 자유항로 개념 운용 극대화

- 자유항로 운용: 비행계획에서 제시된 항로 중 많은 부분을 고시항로에 정의되어 있지 않은 항공로를 선택하여 운항하는 것으로서, 이는 공역 또는 항공로 상황, 기타 교통흐름 및 관제업무량 증가 등에 영향을 받을 수 있으나, 이러한 제약 내에서 최대한 사용자로 하여금 항로선택에 재량권을 주는 개념

- 항로간 거리 단축 : 지상 장애물을 회피할 수 있는 곡선접근 등

- 기본적인 동적 섹터링 개념 활용

○ B3 단계에서는 교통복잡성관리(TCM: Traffic Complexity Management) 개념을 사용하고, 궤적기반운영(TBO), SWIM과 함께 각 항공편 궤적을 최적화

○ 공역사용의 신축성 증가로 공역 이용률 및 효율성을 향상시키며, 경로 단축을 통해 항공기 연료 소모량 및 배출가스 감소기대. 특히 이행 공역이 클수록 이러한 혜택이 증가함

나. 교통흐름 네트워크 : Network Operations (NOPS)

○ 항공교통흐름관리(ATFM)는 공역내의 수요-공급의 균형을 조절하여 항공기 흐름을 원활하게 하는 것으로 출발슬롯 통제, 공역 진입 픽스의 유입률 관

리, 웨이포인트 도착시각 관리, 혼잡공역 회피를 위한 트래픽 관리 및 위기 상황 시 대응을 위한 흐름관리 등의 기능을 수행할 수 있음

○ ATFM 활동은 다음과 같이 3단계로 나누어 볼 수 있음

1) 전략적(Strategic) ATFM활동

- 전략적 ATFM 활동은 비행 몇 달 전부터 비행 며칠 전 까지의 활동을 의미함
- 각 ATC 기관에 필요한 수용량을 설정하기 위해 예측되는 항공교통 수요와 ATC 수용량을 비교
- 항공기 운영자가 계획한 항공편의 숫자와 항공로가 균형있는 항공교통 흐름을 유지할 수 있도록 평가

2) 선 전술적(Pre-tactical) ATFM 활동

- 선 전술적 ATFM 활동은 비행 며칠 전부터 비행 당일까지의 활동을 의미함
- 교통예보, 관련 ATC 센터 정보, 과거 통계 및 기록을 이용하여 다음날의 ATFM 정보 메시지(Notification message)를 작성, 관련 ATC 기관 및 항공기 운영자에게 전파

3) 전술적(Tactical) ATFM 활동

- 전술적 ATFM 활동은 운영당일 활동을 의미함
- 항공기는 개별 항공기 출발시간 할당, 병목현상 회피를 위한 대안 항로 설정, 효율 극대화를 위한 대체 프로파일 형성과 같은 ATFM을 통한 효용 획득

○ B0 단계에서는 항공기 흐름 관리를 위해 아래와 같은 방법을 사용

- 특정 구역 내 과도한 교통흐름을 예방하기 위한 출발슬롯 통제
- 진입픽스의 항공기 유입률 통제
- way-point 또는 FIR/섹터 도착 요구시간 설정
- miles-in-trail (항공기 간 간격관리-운항속도관리)를 통한 특정 픽스에서 흐름 관리

- 혼잡영역의 회피를 위한 운항항로 재설정

- 지상의 항공기 출발시각 및 간격관리(지상지연)

○ 효율적인 ATFM 수행을 위해서는 더 많은 이해관계자들의 참여와 협력적인 의사결정이 필요하며, 계획의 정확도가 개선됨에 따라 공역 이용 예측 가능성 향상함. 이에 따라 공역 접근성, 이용량, 이용 효율성 증가 기대

○ B1 단계의 활동은 다음과 같음

- ATFM-AOM(공역관리) 통합적 운영을 통한 흐름관리 기능 극대화

- 교통 흐름 동기화: 단일 흐름을 제어하는 것을 확장하여 여러 흐름을 동시에 관리함으로써 트래픽 통합지점에서 교통 흐름 동기화

- 사용자우선순위(UDPP) 고려: 교통흐름 제어를 위한 의사결정단계에서 항공사 등을 참여시킴으로써 사용자 요구조건을 의사결정단계에 적극적으로 반영

- FUA와 복잡성관리(Complexity management) 개념과의 연계

○ B2 단계의 활동은 다음과 같음

- 보다 고도화된 CDM 개념 적용

- 수용량 포화로 더 이상의 수용량 확장이 어려울 때, 항공사 간 경쟁, 협조 및 협상을 통해 주어진 ATM 수용량의 효율적 이용 도모

- SWIM 개념 적용

다. 지상감시 능력 향상 : Alternative Surveillance (ASUR)

○ 새롭게 등장한 기술인 ADS-B OUT과 다변측정시스템(MLAT) 등을 이용하여 기존의 감시 서비스 지원이 어려웠던 지역에 대한 감시 지원 목적

○ ADS-B는 GPS 기반의 종속적 감시시스템으로 전통적 감시레이더보다 정확도가 높고 초당 최소 1회의 전파수신능력을 갖춤

○ 다변측정시스템(MLAT: Multilateration)은 독립적/협력적 감시시스템으로 설치가 용이하고, Mode S 장비를 갖춘 항공기의 송신신호를 다른 지역에

설치된 수신기가 신호를 수신하여 수신시간 연산을 통해 항공기 위치정보를 파악

- MLAT는 ADS-B보다 많은 지상스테이션을 요구하고 필요한 지형요건도 필요하지만, 현재 항공기 탑재장비를 이용할 수 있어 더욱 빠른 이행이 가능

○ 새로운 기술을 통한 감시기능 개선은 기존의 감시가 어려웠던 곳 까지 감시를 확장하여 공역 이용률 및 운항 안전성 향상 기대

라. 공중 자가 분리 : Airborne Separation (ASEP)

○ 조종석에 ADS-B를 통해 얻은 정보를 전시하여 조종사에게 교통상황정보를 제공하여 조종사가 자가 분리를 가능하게 함

○ 이것은 반복적으로 수신해야 하는 관제정보와 조언의 필요성을 줄일 수 있음

1) ATSA-AIRB (Basic Airborne Situational Awareness during Flight Operations)

- 전 비행 단계에 적용되며, 조종사는 현재 수행중인 운항업무의 보다 효율적인 수행이 가능하고 이는 조종사의 업무량을 줄이는 효과가 있음

2) ATSA-VSA (Visual Separation on Approach)

- 접근 단계에서 적용되며, 조종사가 선행항공기(ADS-B OUT)의 식별을 용이하게 하여 이를 통하여 조종사에 의한 분리 수행이 가능

○ 본 모듈은 조종석에 적용하는 것으로 지상 시설의 지원을 필요로 하지 않으며 적합한 장비를 갖춘 모든 항공기가 사용 가능

○ 다만 주변 항공기가 ADS-B OUT 기능을 장착하는 경우로 종속됨

○ 자가 분리 확대는 항공기 분리의 효율성 및 안전성 향상을 기대할 수 있음

○ B1 단계에서는 간격관리(Interval Management) 개념 적용으로 확대함

- 간격관리 적용을 위해 새로운 기능을 갖는 탑재장비 필요. ADS-B IN, FIM[13] 또는 기타 간격관리 장비. 참조항공기는 ADS-B OUT 필요

○ B2 단계는 새로운 분리 업무를 정의하고 이행하는 것으로 관제사의 분리권한을 한시적으로 해당 장비를 갖춘 항공기에 부여함으로써 항공기가 자가분리업무를 수행하게 하며 이를 위해 새로운 공중분리 최소치의 정의가 필요함.

- 자가분리 허가를 부여받지 않는 항공기의 분리는 관제사가 계속 수행
- ITP와 같이 대양공역에서의 분리절차개선(새로운 공중분리 최소치) 필요

마. 최적고도비행 : Optimum Flight Levels (OPFL)

○ ADS-B를 이용하는 ITP (In-Trail Procedure)

- 대양지역 공역과 같이 레이더 감시가 불가능한 지역에서 항공기가 다른 항공기의 고도를 지나 상승 또는 하강할 수 있도록 ADS-B를 기반으로 하는 최저 분리치로 설계하여 최적고도 진입을 가능하게 함

○ 항공기가 최적 비행 고도로 운항할 수 있으므로 연료 및 배출가스 감소에 효과적이며, 항공기 분리치 감소로 인해 항공로 이용 효율성 향상

바. 공중 충돌 경고 장치 : Airborne Collision Avoidance Systems (ACAS)

○ 항공기에 탑재된 ACAS(Airborne Collision Avoidance System) 성능 개선을 통해 항공기 운항 안전성 향상 목표

○ ICAO는 2014.1.1부터 새로운 버전의 ACAS Ⅱ (TCAS version 7.1) 장착을 의무화하기로 하였으며, 늦어도 2017.1.1까지 ACAS Ⅱ (TCAS version 7.1) 장착완료

○ TCAS 7.1의 개선사항

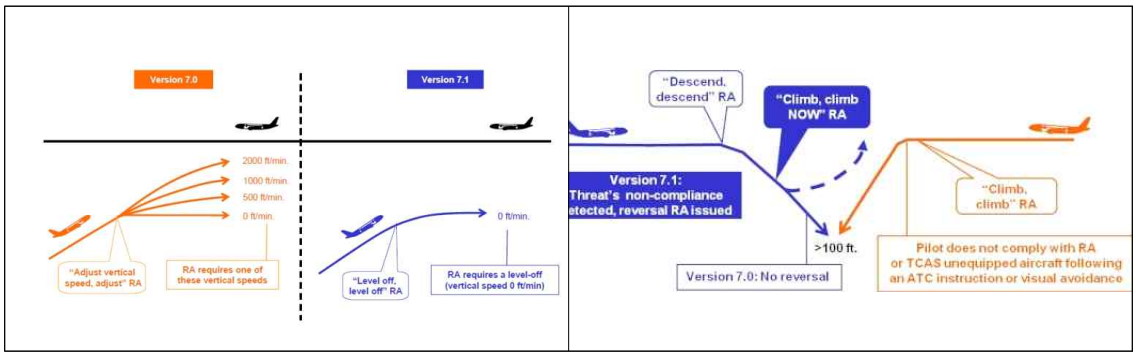
- 두 항공기 모두 ACAS Ⅱ를 탑재한 경우 두 항공기중 한 항공기가 RA(회피경고)에 바르게 대응하지 않음이 검출되면 RA에 순응하는 항공기는 RA반전기동 지시

13) Flight Deck Interval Management

- 한 항공기만 ACAS Ⅱ를 탑재한 경우 미 탑재 항공기가 ACAS Ⅱ 탑재 항공기와 동일한 수직방향으로 기동하면 RA 반전기동을 하도록 지시

- 버전 7.0의 “Adjust Vertical Speed, Adjust” 라는 RA(회피경고)에 대해 조종사가 바르게 회피기동하지 않는 것을 방지하게 위해 새로운 회피경고 "Level off, Level off"(항공기의 수직속도를 0 ft/min로 감소시킴)로 대체

○ 향후 B2 단계에서는 새로운 ACAS 시스템을 도입하여 과도 경보를 최소화하고, 축소된 분리 최저치에 적합한 경보 기능 추가하며, 새로운 형태의 항공기(예, 무인항공기) 출현에 따른 수정된 분리기준 및 절차에 부합하도록 개선할 것을 목표



[그림 2-6] TCAS 7.1의 개선사항

사. 항공안전망 : Safety Nets (SNET)

○ 항공기 안전 운항을 위해 지상에서 항공기 운항 환경을 모니터하기 위한 안전 경보 기능 구축하고 운영하는 것을 목표

○ B0 단계에서는 아래 세 가지 기능 구축 이행

1) STCA (Short-term Conflict Alert)

- 항공기가 최소분리간격을 위반하거나 위반우려가 있을 시 적시에 경보

2) APW (Area Proximity Warning)

- 비행금지구역 등 허가되지 않은 영공의 침범 또는 침범이 예측되는 상황에 대해 관제사에게 경고

3) **MSAW (Minimum Safe Altitude Warning)**

- 관제 중인 항공기가 장애물 또는 지형에 근접하여 충돌 위험이 있는 경우 관제사에게 경고

○ B1 단계에서는 B0 단계의 항공 안전망에 APM (Approach Path Monitoring)을 추가하여 접근단계에서 안전 수준 확보

○ 이러한 안전시설은 교통 밀집도가 높고 혼잡한 지역에서 항공기 운항 안전성을 높이며 효용이 증가함

4. 효율적인 비행경로 구축 (Efficient Flight Path)

가. 궤적 기반 운영 : Trajectory Based Operations (TBO)

○ 궤적기반운영의 기본 목표는 항공기의 4D 궤적(위도, 경도, 고도, 시간)을 이용하여 항공기의 미래 위치에 대한 불확실성을 감소시키는 데에 있음

○ B0 단계에서는 대양 또는 원격지와 같이 레이더 시스템이 적용되지 않는 En-route 비행 단계에서 ADS-C와 CPDLC를 이용, 데이터링크를 통한 ATC 통신 및 감시로 궤적기반 운항의 초기 단계를 이행함

○ B1 단계에서는 추가적인 공대지 데이터 통신을 이용해 항공기 궤적 정보를 다운로드하고 FMS를 이용한 RTA 기능을 이용하여 교통량이 통합되는 지점에서 도착 순서를 최적화 함. 또한 기존의 지대지 운영 협력 기능을 개선

○ B3 단계에서는 정확한 궤적모델을 수립하여 4D 궤적기반 운영(4DT)을 달성하고 이를 통해 운항정보의 예측성, 문제해결 기능, 관제 자동화 및 의사결정의 정확성을 향상시켜 글로벌 ATM 의사결정을 지원함

나. 연속 강하 운영 : Continuous Descent Operations (CDO)

○ B0 단계에서는 RNAV, RNP 항법을 이용하여 수평비행단계(Level off segment)를 최소화 하는 연속강하운항(CDOs)을 이행.

○ B1 단계에서는 VNAV을 이용하여 항공기가 수직유도 지상 장비에 의존하지 않고 수직강하 프로파일을 따라 연속강하를 이행하는 것을 목표로 함

○ B2 단계에서는 항공기가 최적화된 도착절차를 정확하게 이행할 수 있는 성능 향상에 힘입어 혼잡공역에서도 이행이 가능한 최적화된 경제적인 도착절차를 이행하는 것을 목표로 함

○ 연속 강하 운영은 소음 및 배출가스 감소를 통해 항공기 운항 효율성을 향상시킬 수 있음

다. 연속상승운영 : Continuous Climb Operations (CCO)

○ 본 모듈은 성능기반항행인 RNAV, RNP 를 이용하여 연속상승운항(CCO)을 이행

○ 연속 상승 운영은 항공기 운항 효율성을 향상 시키며, 소음 및 배출가스 감소 기대, 일관성 있는 비행경로 형성을 통한 운한 안전성 확보를 기대할 수 있음

라. 원격 조종 항공기 운영 : Remotely Piloted Aircraft Systems (RPAS)

○ B1 단계에서는 비-분리 공역에서 충돌 감지 및 회피 기능을 포함하여 원격조종 항공기를 운영하기 위한 기본적인 절차를 이행함

○ B2 단계에서는 비-분리 공역으로 원격조종 항공기를 포함하기 위해 접근성을 지속적으로 향상시키며, 다음과 같은 활동의 이행이 요구됨

- 원격조종 항공 시스템 승인/인증 프로세스 지속적 향상
- 원격조종 항공 시스템 운영절차의 지속적 정의 및 보완
- 통신 성능 요건의 지속적 정의
- 명령 및 통제(C2) 링크 장애 절차의 표준화하여 C2 링크 장애에 대한 특정한 squawk code에 일치시킴
- ADS-B와 원격조종 항공기를 공역에 통합시키기 위한 알고리즘 개발을 포함하여, 충돌 감지 및 회피 기능에 대한 기술 연구

○ B3 단계에서는 전 공역에서 원격조종 항공기를 운영할 수 있도록 인증 프로세스를 지속적으로 향상시키는 활동이 요구됨

- 신뢰할 수 있는 C2 링크개발
- 충돌방지를 위한 ABDAA(airborne detect and avoid)알고리즘 개발 및 인증
- 공항 절차에 원격 조종 항공기 통합

3장. 해외 ATM 현대화 추진 동향

○ 과거 단순한 비행 기술개발과 항공 인프라구축에 집중했던 항공 산업은 보다 안전하고, 효율적이며, 국제적 공조를 도모할 수 있는 통합적이고 합리적인 항공 시스템을 구축하고자 하는 시대적 흐름을 맞이하고 있음

○ 이러한 새로운 체제를 구체화하기 위하여 미국과 유럽은 2000년대 초반부터 항공안전과 교통량 대응, 환경(소음/배기가스 등)등을 고려한 중장기 종합계획으로 NextGen과 SESAR라는 미래 항공교통관리 계획을 수립하고 시행 중임

○ 미국과 유럽에 이어 일본, 호주, 싱가폴 등 에서도 항공교통량 수요의 증가에 대비하고 항공교통시스템 운영 효율성 개선을 위해 각각 계획을 수립하고 이행을 위해 노력하고 있음

1절. 미국 NextGen

1. NextGen 수립 배경 및 목표

○ 20세기 후반부터 꾸준히 증가되어 온 여객 및 물류 수요가 점차 수용능력을 넘어서, 미국의 항공교통시스템은 20세기 후반부터 빈번한 운항 지연, 취소 등 많은 문제점을 경험해 왔음

○ 이를 해결하기 위해 수년간 계속 되어 온 논의는 21세기 초반에 들어 각종 항공 관련 기술개발에 힘입어 Next Generation Air Transportation System (NextGen) 이라는 차세대 항공 교통 시스템 구축이라는 해결책을 제시하기에 이르렀음

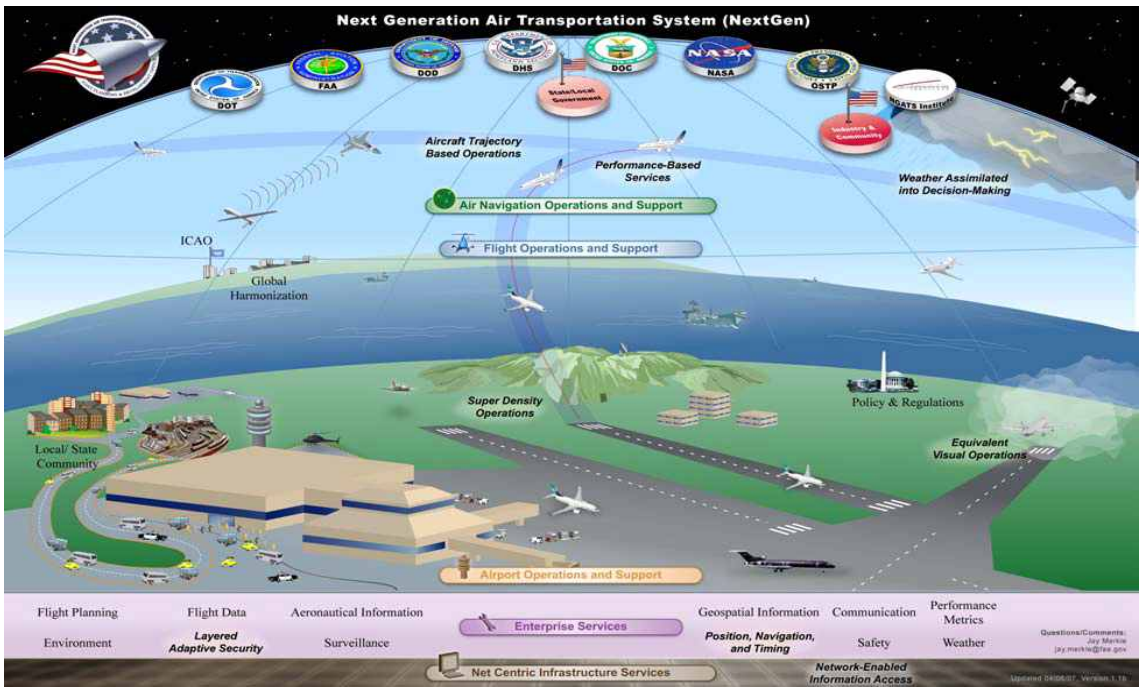
○ NextGen의 주목적은 낙후된 항공교통시스템의 기술적, 정책적 현대화로 항행업무제공자 및 사용자 모두에게 합리적이고 안전한 항공 환경을 제공하는 것을 목적으로 하며, 이러한 목적을 달성하기 위해서는 위치정보나 통신 등 항공관련 기술의 개발 및 성숙도가 필수요건임

○ 미국의 경우 다양한 연구인력 및 기술 인프라를 바탕으로 항공기술 분야의

선두주자로서의 자리를 굳건히 해온지 오래이나 과거 실패로 끝난 몇몇 기술선진화 노력의 경험을 통해 미국 정부는 기술력 이상으로 중요한 것은 기술의 적용범위와 운영방안에 대한 유연하면서도 통합적인 접근이라는 결론에 이르게 되었음

○ NextGen은 DOT[14], FAA, NASA 등 미국의 항공 시스템과 관련이 있는 부처 및 기관들의 통합적이고 체계적인 계획과 관리를 통해 운영되고 있으며, 아래 그림에서 보듯이 궤적기반 운영, 성능기반항법, 날씨를 고려한 의사결정 등의 주요 운영 개념 등을 포함하고 있음

○ 또한 이러한 계획은 국가적 정책과 법규를 통해 실행의 근거와 당위성을 부여 받고 있음



[그림 3-1] NextGen 개념도

2. NextGen 수립 과정

○ 미국은 항공교통의 혁신을 위해 민관기술 역량을 결집, 2025년을 목표로 차세대 항공교통시스템 프로그램을 추진하기로 결정하였음

14) 미국 교통부(Department of Transportation),

○ 이러한 배경에서 2003년 부시 대통령은 NextGen 계획을 “Vision -100”을 통해 법제화하여 공표하였음

○ 또한 이법에 따라 NextGen 계획을 실행하기 위한 범부처 연합조직인 JPDO(Joint Planning and Development Office)가 설립되었음

- JPDO는 차세대 항공교통시스템 구축을 목표로 미국 교통부(Department of Transportation), 국방부(Department of Defense), 상무부(Department of Commerce), 국토안보부(Department of Homeland Security), 미국항공우주국(National Aeronautics and Space Administration), 백악관 과학기술 정책실(White House Office of Science and Technology Policy) 등으로 구성된 연합 조직으로 정부와 민간 기업 간의 의견을 조율하고 차세대 항공교통시스템 구축에 필요한 다양한 기술과 지식을 관리·제공하는 역할을 수행함

○ 미국은 2004년 NextGen 통합 계획을 발표하였으며 이 계획에는 NextGen을 통해 이루고자 하는 국가적 목표 및 목적을 명시함

○ NextGen 통합 계획에서는 글로벌 항공 리더 유지, 용량 증대, 안전 보장, 환경 보호, 국가 안보 보장, 국가 안전 보호라는 6대 목표를 설정하고 이를 위한 접근 방법 및 전략 등을 제시하고 있음

○ 이후 JPDO는 2006년 운영개념(Concept of Operations)을 담고 있는 ConOps를 발간하였고, 이를 바탕으로 2007년 NextGen의 전반적인 변환을 이행하기 위해 2007년 통합업무계획(Integrated Work Plan)을 발표하였음

○ 이후 미국 연방항공청(FAA)에서는 2008년 실질적이고 구체적인 NextGen 이행 계획을 담고 있는 NextGen 이행 계획(Implementation Plan)을 발표하였으며, 뒤이어 2009년 2월 약 300명의 항공 종사자가 함께 모여 NextGen 이행을 위한 컨소시엄을 구성하였음

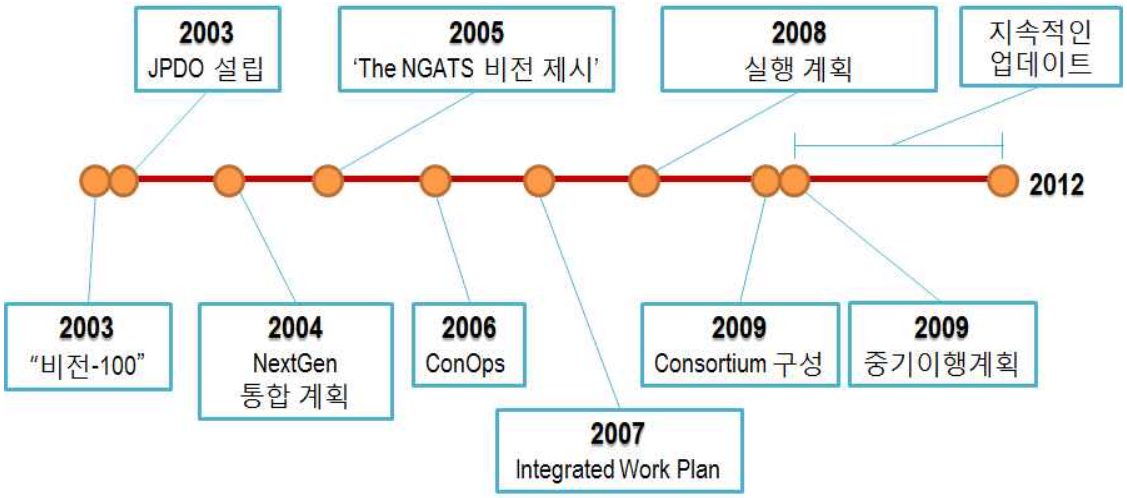
- 이 컨소시엄은 민간 항공사, 일반 항공, 군, 항공기제작사, 공항을 각각 대표하는 대표자로 구성됨

○ 2009년 7월에는 RTCA[15]에서 NextGen 중기 이행 계획 최종 보고서를 발간

15) RTCA(Radio Technical Commission for Aeronautics)는 통신·항행·감시/항공교통관리(CNS/ATM) 관련 문제에 대하여 만장일치방식의 권고사항을 마련하는 비영리 사기업이다. RTCA사는 연방 자문위원회의 역할을 수행하며, 미국과 세계 전

하였음

- 이 보고서에는 중기 계획에 필요한 기술을 개발하기 위한 기반을 다지면서, 기존 장비와 기능을 이용하여 NextGen의 단기혜택을 누리기 위한 권고 사항이 수록되었음



[그림 3-2] NextGen 발전 과정

○ 이후 현재까지 FAA와 JPDO를 중심으로 매년 실행 계획을 업데이트 하고 있으며, 주기적으로 ConOps 및 통합업무계획을 업데이트 하면서 지속적으로 계획을 보완 수정해나가고 있음

○ 이러한 민·관·군의 유기적이고 조직적인 협력으로 현재 미국은 차세대 항공 시스템의 선두주자로 그 입지를 확고히 하고 있으며 향후 계속적인 투자와 시스템 개발을 통해 성공적인 미래 항공교통시스템을 구축할 것으로 예상됨

3. NextGen의 비전 및 목표

○ 미국은 2004년 발표한 통합계획을(NGATS Integrated Plan) 통해 2025년을 목표로 하는 최초의 NextGen 비전과 목표들에 대해서 제시하였음

○ 미국은 NextGen을 통해 항공 교통 시스템을 이용하는 모든 이용자들의 요구에 맞는 서비스를 제공함으로써 항공 교통 시스템내의 모든 관련 종사자

역의 약 400개의 정부, 기업 및 학계를 포함한다.

들이 세계 경제에 참여할 수 있는 여건을 조성하고, 민·군 간의 원활한 항공 시스템 운영을 도모하고자 함

○ 이러한 비전을 실행시키기 위해 NextGen에서는 6가지의 주요 목표를 수립하였고, 각 목표별로 보다 구체적인 목표들을 제시하고 있음

GOALS	OBJECTIVES
국제 항공교통 분야 리더십 유지	• 국제 항공분야의 선두자리 유지 • 항공관련 분야의 비용 감축 • 고객 만족 서비스 추구 • 생산 및 서비스를 위한 성과 독려
수용 증대	• 향후 증가하는 수요를 충족 • 환승 시간을 줄이고 예측성 증대 • 기후 및 다른 방해요소의 영향을 최소화시킴
안전 보장	• 가장 안전한 교통수단인 항공교통의 기록을 유지 • 항공교통시스템의 안전 수준 향상 • 전 세계적 항공교통의 안전 수준을 증진
환경 보호	• 연료 소비와 오염물 배출 및 소음을 줄임 • 항공의 환경적 요소와 다른 사회적 영향의 균형을 맞춤
국방력 보장	• 민간 항공의 영향 최소화를 통한 국방력 보장 • 위험 조치 강화 • 민간공역의 접근 보장
국가 보안	• 신·구 위협의 경감 • 보안 강화 • 개인 정보 문제와 비용의 균형을 유지 • 시스템 보안에 대한 승객의 신뢰성 보장

[표 3-1] NextGen의 6가지 목표

○ 위 NextGen의 목표 중 국방력 보장, 국가 보안에 해당하는 사항들은 ICAO 문건들에서 언급되지 않는 부분들인데 미국 자국의 국가적 특성과 여건에 맞게 자체적으로 수립한 목표로 볼 수 있음

○ 미국은 국제적인 항공 산업의 규모가 지속적으로 증가할 것임을 예측하고, 이러한 맥락에서 항공 산업의 리더로서 국제적 표준을 구축하고 항공 산업을 선도하는 것은 막대한 경제적 효과와 가치를 가질 것으로 기대,

NextGen의 성공적인 실행을 통해 국제 항공교통 분야의 리더를 유지하고자 하고 있음

○ 같은 맥락에서 항공 교통 수요는 지속적으로 증가할 것이고, 현재의 공역 상황과 항공 시스템은 이러한 증가하는 수요를 수용할 수 없는 상황을 맞이하게 될 것임. 따라서 NextGen에서는 기술적 개발을 토대로 항공기의 정시성 확보 및 날씨와 같은 외부 요인으로 인한 지체 감소를 통해 이러한 수요, 공급의 균형을 유지하고 미래 항공 산업을 대비하고자 함

○ 항공 산업에서 안전성의 보장 및 향상은 항상 중요한 이슈임. 미래 항공 수요는 더욱 증가할 것이고, 무인 항공기 등 개인 비행체의 공역 이용으로 인해 안전에 대한 중요성은 더욱 심각해질 것임. 이러한 상황에서 미국은 통합적인 안전 관리를 통해 항공 교통 시스템의 전체적인 안전 수준을 향상하고 더불어 전 세계적 항공 교통의 안전 수준 향상을 도모하고자 함

○ 항공 교통량이 늘어남에 따라 연료 소비, 오염물 배출 및 소음이 증가할 것이므로, 항공기 성능의 향상, 공역 및 항공 운영의 효율화, 정책적 제도 마련을 통하여 항공 산업이 환경적 측면에 미치는 부정적 영향을 최소화하고자 함

○ 미국은 자국의 국방력 보장도 NextGen의 주요 Goal로 설정을 하고 있음. 미래 항공 교통 시스템은 미국 영토에 발생할 수 있는 위협에 즉각적으로 대응할 수 있는 국방력의 유지를 가능하게 해야 할 것이며, 이를 위해 민간 항공기의 군공역에 대한 간섭을 최소화 하고, 민·군간 통합적이고 유기적인 정보 체계 구축을 통해 군사적 비상 상황을 항시 대비하고 준비할 수 있는 미래 항공 시스템을 구축하고자 함

○ 또한, NextGen에서는 국가 보안에 관해서도 그 목표를 명시하여 지속적으로 증가하는 각종 테러의 위협을 최소화하고 항공 교통 산업에서 국가적 보안 시스템을 구축하고자 함. 이를 위해 여객 및 화물에 대한 보안 검사 체계의 효율성 향상과 더불어 잠재적 위협에 대응하기 위해 통합적이고 체계적인 보안 시스템을 구축하고자 함

4. NextGen의 중요성

○ NextGen의 핵심 요구사항은 항행기술 및 항공교통관리의 통합적이고 유연한 현대화에 있으며, 이러한 요구사항을 실현함으로써 항공교통시스템 전반에 걸쳐 나타나고 있는 다양한 문제점을 해결할 것이라는 점에서 그 중요성이 있음

○ 이러한 차세대 시스템의 실현을 위해서는 많은 유무형의 자원이 필요하며, 이것은 정부의 확고한 의지와 전폭적인 지원이 없으면 실현이 불가능함

○ 미국의 경우 항공 현대화에 대한 논의와 의지는 수년간 진행·발전해 왔으며, 그 배경에는 비행지연 및 운항취소, 수용능력제한으로 인한 항공수요제약 등 항공교통시스템 전반에 걸친 문제점들이 초래하는 막대한 사회적·경제적 손실에 대한 명확한 인식이 있었음

○ 또한 9.11 사태를 통해 항공시스템 운영능력부족이 국가 안보에 미치는 위험성을 뼈저리게 깨닫게 된 것도 NextGen의 당위성 및 중요성에 큰 요소가 되었음

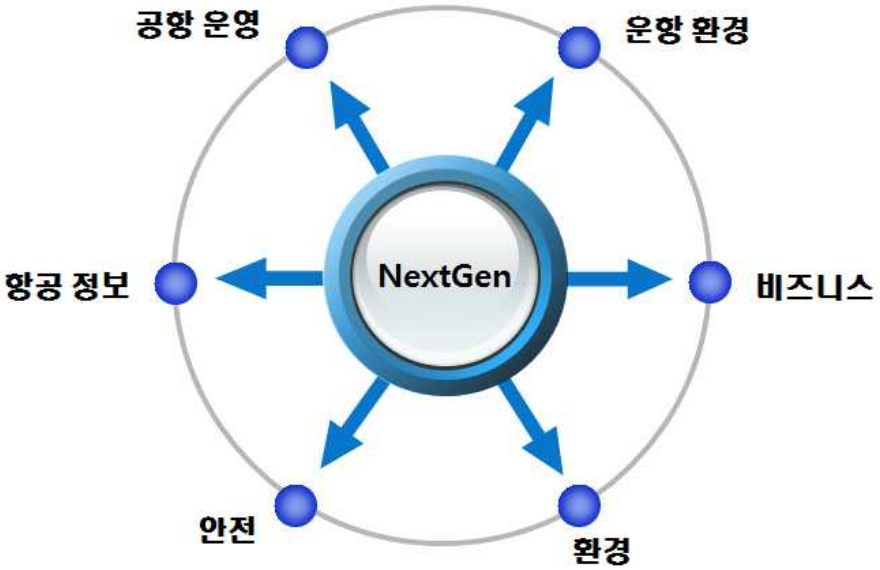
○ 미국은 NextGen을 통해 대용량·고효율 항공교통시스템을 제공하며, 이를 통해 편리하고 안전한 항공운영을 실현하고자 함. 이러한 노력에는 세계 항공 패권국으로서의 미국의 입지를 더욱 굳건히 하는 의미도 내재되어 있음. 실제로, 미국의 행보는 세계 각국의 항공선진화에 표본이 되고 있으며, 미국은 이를 통해 기술 및 운영지식 수출 등의 부가적인 효과도 누리고 있음

○ 이렇듯 NextGen의 중요성은 단지 항공교통시스템의 기술적·운영적 현대화에 있는 것이 아니라, 이를 통한 국가 전반의 이익을 실현하는데 있음

5. NextGen의 기대효과

○ NextGen 계획의 실행은 미국 항공 산업에 많은 변화들을 가지고 올 것으로 예상되며, 산업, 경제, 환경 등 광범위한 범위에서 다양한 효과를 가질 것으로 예상됨

○ 미국이 NextGen을 통해 이루고자 하는 효과는 다음과 같이 정리 될 수 있음



[그림 3-3] NextGen의 기대효과

가. 운항 환경적 측면

○ 미국의 NextGen은 항공교통을 보다 편리하고 효율적으로 운영하기 위해서, 국가 공역 시스템을 종합적으로 진단하여 항공기 운항을 안전하고 어려움이 없도록 하는 것에 목적이 있음

○ 지속적인 시스템개발을 통하여 미국 연방항공청(FAA)은 항공 교통을 보다 정확하고 효과적으로 감시하게 될 수 있으며, 이는 공역의 효율적 이용과 운영을 가능케 하고 운항 환경을 향상 시킬 수 있을 것임

나. 비즈니스 측면

○ NextGen은 비즈니스 분야에 많은 이점을 가져올 것으로 예상되고 있음. NextGen을 통해 항공기 여행이 보다 예측 가능해지면서 지연이 감소하고, 다양한 기상 상황에 보다 효과적으로 대응 할 수 있게 되면, 이는 곳 항공의 정시성을 높여 항공사뿐 아니라 여객 및 물류 분야에 불필요한 비용 절감의 효과를 가져 올 것임. 이러한 효과는 전체 시스템에서 막대한 경제적 이익을 취하게 될 것임

다. 환경적 측면

○ NextGen은 항공 교통이 환경에 미치는 영향력을 줄이게 될 것임. GPS에 기반 하여 정확도 높은 항행장비 및 운영절차의 적용을 통해 항공기 소음 및 오염 물질 배출량을 감소시킬 것이며 이를 통해 환경에 미치는 영향을 감소시킬 것으로 기대됨

○ FAA에 따르면 NextGen은 2018년까지 14억 갤런 이상의 연료를 절약할 것으로 내다보고 있으며 이는 탄소 배출을 거의 1400만 톤까지 감소시킬 것이라고 함

라. 안전성 측면

○ NextGen에서는 안전 관리 시스템 프로세스를 통해 새로운 시스템 및 절차를 심사하게 될 것임

○ 현재 사용하고 있는 FAA의 항공 안전정보 분석 및 공유 프로그램(Aviation Safety and Information Analysis and Sharing Program)을 통해 NextGen 운영 성능을 관찰하고 위험요소를 사전에 파악하게 될 것이고, 이는 곧 잠재되어 있는 사고 위해 요인들을 제거함으로써 보다 안전한 항공 환경을 구축 하게 될 것임

마. 항공 정보 측면

○ NextGen을 통해 가장 큰 변화를 기대할 수 있는 분야는 항공정보 분야일 것임

○ 그동안 국지적, 단기간으로 제공·공유되던 항공정보들이 디지털 환경을 통해 통합적으로 공유됨으로서, 지상 및 공중에서 업무를 담당하는 인력의 상황 인지력이 급격하게 향상될 것으로 예상되고 있음

○ 이는 효율적인 의사결정 및 상황 대처 능력을 유도할 것이고, 이러한 항공정보의 보다 효율적인 접근과 이용은 NextGen의 기대효과를 더욱 배가 시킬 것임

바. 공항 운영 측면

○ 공항 역시 NextGen을 통해 효율성 및 편의성의 극대화를 이룰 것으로 기대됨

○ NextGen 전반에 있어 공항의 역할은 크다고 할 수 없지만, 여객 및 물류의 출입이 일어나는 거점으로서 NextGen의 효과를 일반대중 및 비즈니스 커뮤니티가 실감할 수 있는데 중요성이 있다고 할 수 있음.

○ FAA에 따르면 NextGen은 2018년까지 총 비행 지연을 약 21%까지 감소시켜 공역의 효율성뿐만 아니라 공항 운영의 효율성 또한 높일 수 있을 것으로 기대하고 있음

6. NextGen의 발전 방향

○ NextGen은 한 번에 바로 구현되는 단일 시스템 또는 프로그램이 아니며, 기존 국가공역시스템(NAS)의 수용량 및 환경성과를 개선시키면서 보다 안전하고 효율적인 NAS로 발전시키는 것은 매우 복합적인 일임

○ NextGen를 통해 이미 개발된 기술과 개발 중에 있는 기술을 포함한 많은 시스템들은 서로 밀접한 관련이 있으며, 각각 다른 시기에 항공교통시스템에 통합될 것임

○ 이를 위해서는 기능 및 기반 시설을 개발하고, NextGen의 구현을 위한 FAA 정책 및 기준, 운영 방침을 정할 때 신중하게 접근해야 함. 따라서 FAA는 새로운 기능을 적용시키기 전에, 다음과 같은 수많은 사항을 고려해야 함

- 안전 관리 시스템 및 리스크 평가
- 환경 관리 시스템 및 환경 영향 평가
- 기능 발전이 주는 이점을 실제로 보여주는 시연
- 기능 발전이 항공교통관제사 업무량에 미치는 영향 테스트
- 관제사 및 공항운영자가 기능을 활용하기 위한 교육훈련 제공
- 필요한 기반 시설 및 소프트웨어 파악, 개발 및 설치
- 새로운 항공기 장비의 개발 및 설치
- 연방 표준 및 국제 규격에 맞도록 규정 및 정책 변경

○ NextGen 시스템의 발전은 한 분야에서만 이루어지는 것이 아니고 전 과정에 걸쳐 FAA, 공항운영자, 장비 제조업자, 학계, 다른 연방 기구 등 항공 관련 종사자와의 협력이 필요하며 국제 항행서비스제공자와 협력하여, 전 세계적으로 NextGen 시스템을 이행할 수 있는 항공기가 지역에 상관없이 동일한 수행 능력을 가질 수 있도록 보장해야 할 것임

○ 또한 새로운 기술을 차세대 항공 시스템에 24시간 활용하도록 하기 위한 통합 방식을 계획해야 할 것임. 성공적인 NextGen 구현을 위해서는 계획을 성공적으로 수립해야 하며, 프로젝트가 상호 관련이 있음에도 불구하고 그 개발과 도입 시기가 각각 다양하기 때문에, 계획을 수립할 때 불확실성이 높아질 수 있음

○ 이러한 복합성과 불확실성 때문에 오는 의견일치의 어려움을 해결하기 위해 FAA는 NextGen의 구현과 동시에 모든 항공 종사자에게 지속적으로 본래의 목적, 의무 사항, 이행시기 등을 분명히 알려야 함. 이러한 불확실성이 정확하게 인식 및 관리되지 않을 경우 위험요소가 증가하여 NextGen의 전체적인 기능, 이점, 비용 등 모든 면에서 부정적인 결과를 가져올 수 있음

○ 항공교통관제측면에서 다양한 시스템을 적용한 항공기를 관제하는 것은 쉽지 않은 일이며, 이는 기존의 항공기와는 달리 매우 다른 기술과 장비, 시스템이 적용되었기 때문임. 국제적으로 통용될 수 있는 항공기 장비를 개발하는 것 또한 NextGen에서 풀어야 할 문제일 것임

○ 파트너십은 NextGen을 구현하는 데 있어 필수적이며, 항공 종사자의 참여를 통해 무엇을 이행하고, 언제, 어디서, 어떤 식으로 이점을 가져올 것인지에 관해 공통적으로 파악할 수 있고, 그에 따라 우선 사항 및 위험 요소를 협력적으로 관리할 수 있음. 파트너와 함께 시연 및 다른 주요 업무를 공동으로 수행함으로서 NextGen의 이점을 공유하고 불확실성을 감소시킬 수 있음

○ 이점은 실제 운영 환경에서 정확하게 파악될 수 있을 것이며, 이를 통해 통합적인 관점에서 문제를 해결하여, 특정 프로그램의 필수 요건과 운영기준 및 인증조건을 정해야 할 것임. 미래의 투자자들은 이러한 규격을 바탕으로 투자 결정을 내릴 수 있게 될 것임.

○ 또한 성공적으로 NextGen을 구현하기 위해서는 운영상의 변화가 뒷받침되어야 함. NextGen은 새로운 개념과 시스템을 통해 필요하고 또 가능해진 광범위한 공역 및 절차를 개선시키고 있음. 안전을 위해서는 세밀하게 검토하고 분석하는 것이 필요하며 FAA는 NextGen 이점을 활용하기 위해서 관제사 및 조종사가 새로운 운영 방식에 적응하고 활용 하도록 힘써야 할 것임

○ NextGen을 차세대 항공교통시스템으로 정착시키고 목표로 하는 것을 달성하기 위해서는 민·군·관이 함께 협력하며 유기적으로 문제를 해결하려는 노력이 수반되어야 할 것임. 또한 기존의 시스템, 시설, 인력을 최대한 활용하며 새로운 시스템들과 조화를 이룰 수 있도록 계획을 체계적이고 명확하게 수립해야 할 것임. 이러한 복잡하고 다양한 문제들을 해결해 나감으로써 NextGen은 새로운 미래 항공 시스템으로 거듭날 수 있을 것임

2절. 유럽 SESAR

1. SESAR의 배경 및 개념

○ 유럽의 영공은 하루에 약 33,000 회의 비행편 수와 이에 따른 공항의 높은 교통 밀도를 유지하고 있으며, 이러한 상황은 유럽 영공내의 항공교통관리를 더욱 복잡하고 어렵게 하였음

○ 이러한 상황에 맞추어서 유럽연합(European Union)은 유럽 공동체 위원회(European Commission)를 통하여 2004년 유럽의 항공교통관리 구조를 개혁하기 위해서 단일 유럽 영공을 뜻하는 Single European Sky (SES) 계획을 추진하게 됨

○ Single European Sky는 전체 유럽 영공에 균등하면서도 높은 수준의 안전성과 효율성을 제공하기 위해 고안됨

○ SES의 핵심 목표는 1) 항공교통흐름의 기능적 측면에서 유럽의 공역 시스템을 재구성 하는 것, 2) 추가적인 용량을 확보하는 것, 3) 항공교통관리 시스템의 전체 효율성을 증가시키는 것 임

○ 이러한 목표를 충족시키기 위해, EC는 다음과 같이 2020년을 목표로 하는 SES 최상위 목표를 설정하였음

- 수용량 3배 증대
- 안전도 10배 향상
- 항공기 배출가스 10% 감축
- 항공교통서비스 제공 비용 50% 감축

○ SEAR는 SES의 기술적 측면이며, 최신 기술과 혁신을 통해 SES 최상위 목표에 도달하기 위한 패러다임의 전환을 목표로 함

2. SESAR의 목표

○ SESAR는 ATM 시스템의 성능을 향상시킬 수 있는 새로운 세대의 기술과 절차를 개발하여 SES 계획이 적시에 이행될 수 있도록 하기 위해서 유럽 각지에서 약 3000명의 전문가들을 모집함

○ Single European Sky(SES) 계획의 일환으로 SESAR(Single European Sky ATM Research) 프로그램은 2003년 제2935차 유럽연합의 교통, 통신 및 에너지 이사회에서 논의되기 시작하여 2006년에 유럽연합 이사회 성명서로 수립되었음

○ SESAR 프로그램은 SES의 기술적인 측면의 발전을 목표로 하는 연구 프로그램이며, 향후 30년 동안 전 유럽 항공교통의 안전과 유동성을 확보하기 위한 차세대 항공교통관리 시스템을 개발하기 위한 프로그램임

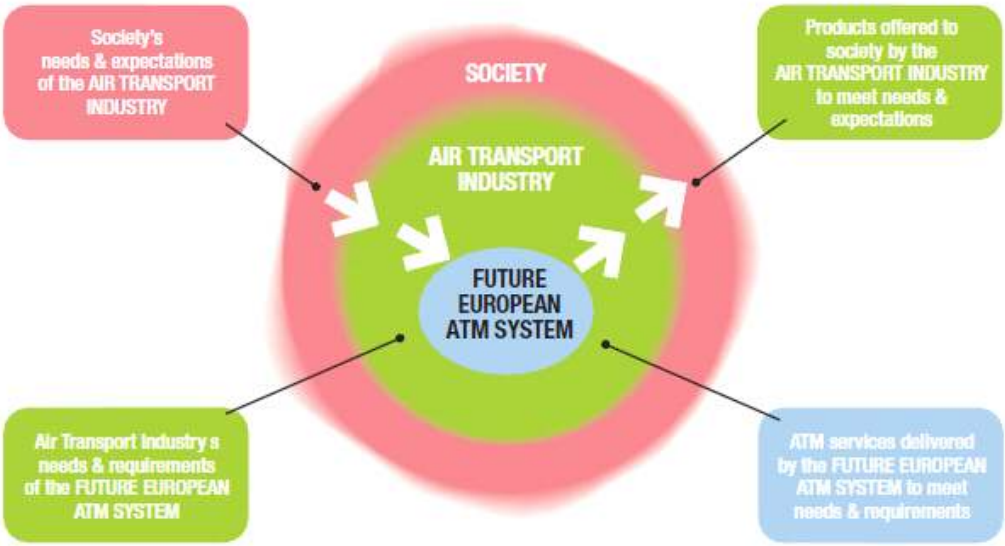
○ 2007년에는 SESAR에 필요한 전문기술자 및 재정자원의 관리와 미래 ATM 시스템으로의 원활한 전환을 위하여 European Commission, Eurocontrol, 항공 산업계 등으로 구성된 공동 추진위원회인 SESAR Joint Undertaking (이하 SJU)가 발족되었음

○ 2008년에는 SESAR 프로그램 개발에 착수하여 같은 해 11월 SESAR ATM Master Plan이 채택되었고, 2010년에는 추가적인 Master Plan을 수립하였으며, 2012년 Master Plan 제 2판을 발행하였고, 현재에는 본격적인 개발단계 진행 중

3. SESAR의 비전 및 추진전략

가. 비전

○ SESAR는 안전, 보안, 비용 효율적, 친환경적 측면을 최대한 고려하는 미래 유럽의 항공시스템에 대한 시민들의 기대를 지원하고 만족시키기 위한 성능기반의 항공교통관리 시스템의 구축과, 이에 대한 사회 및 국가 간의 협력 체계를 구성하는 것에 그 비전을 두고 있음



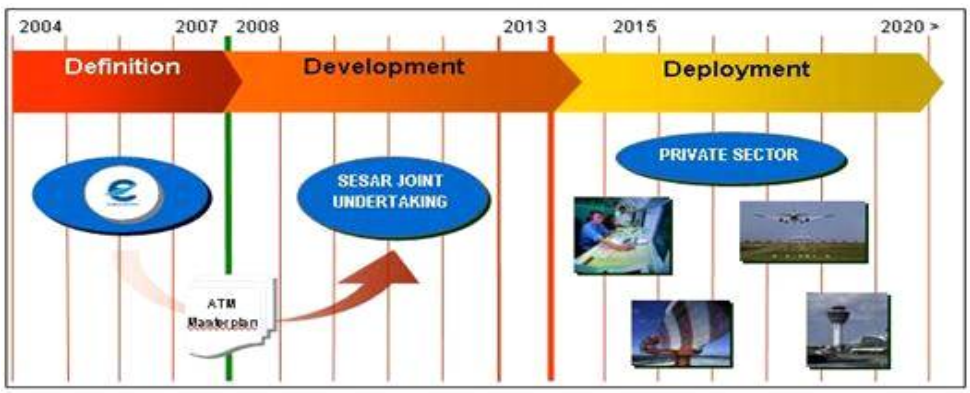
[그림 3-4] 유럽 ATM 시스템의 비전

나. 추진전략

○ SESAR 프로그램은 SES의 기술적인 측면의 발전을 목표로 하는 연구 프로그램으로 향후 30년 동안 전 유럽 항공교통의 안전과 유동성을 확보하기 위한 차세대 항공교통관리 시스템을 개발하기 위한 프로그램임

○ SESAR는 유럽의 항공교통의 안전하고 환경 친화적인 개발을 가능케 하는 항공교통관제의 인프라를 제공함

○ SESAR의 발전 과정은 아래그림과 같이 정의단계(Definition Phase), 개발단계(Development Phase), 적용단계(Deployment Phase)로 구성되어있음



[그림 3-5] SESAR 발전 단계

다. 정의단계 (2005-2008년)

○ 정의단계는 유럽의 ATM을 대표하는 그룹들의 전문지식을 바탕으로 SESAR ATM 주요 계획(이하 Master Plan)을 수립하는 단계를 의미함

○ Master Plan은 SESAR 프로그램을 통해 제시된 목표를 달성할 수 있고, 각 이해관계자들의 요구가 적절히 반영될 수 있도록 수립되며, SESAR 프로그램이 보다 효율적, 통합적 및 비용 효과적으로 진행되도록 하는 계획임

○ Master Plan은 2009년 3월에 SJU에 의하여 공표되었으며, 성능기반접근, ATM 목표개념 이행계획, 통합정보관리 (SWIM: System Wide Information Management) 체계로의 발전, 이해당사자 로드맵, 수익 및 재무, 리스크 관리 등의 내용을 담고 있음

○ Master Plan은 EUROCONTROL에 의해 지속적으로 보완이 되며, 유럽 전역에 대한 단일 공역 구현을 목표를 하고 있음

라. 개발단계 (2008-2013년)

○ 현재는 마스터플랜 수립 이후 개발단계에 있으며, SESAR ATM 마스터플랜에 의해 정의된 차세대 기술 시스템개발이 진행되고 있는 시기임

○ 유럽연합은 차세대 기술의 원활한 개발 및 적용을 위해 SESAR 공동추진위원회인 SJU (European Commission, Eurocontrol, 항공 산업계 등으로 구성)를 발족시키고, 프로그램에 필요한 자금의 확보, 필요한 R&D 기술의 집중, SESAR 작업 프로그램 정의 및 업데이트, 개발 결과 보고 및 결과의 구현에 대한 관련 업무를 담당하고 있음

○ SJU는 비행절차에 따라 필요한 사항을 패키지로 묶어서 개발 및 구현을 진행

마. 적용단계 (2014-2020년)

○ 개발된 SESAR 프로그램 관련 시스템 및 전략을 직접 적용하는 단계로 유럽 및 관련 국가들이 광범위하게 새로운 인프라를 구축하여야 하며 각 기관별로 적용을 실시하는 단계임. 유럽의 고성능 항공교통활동을 지원하는 일관되고 상호운영적인 요소들로 구성된 새로운 항공교통관리 인프라의 대

규모 생산 및 구현이 이루어지는 단계

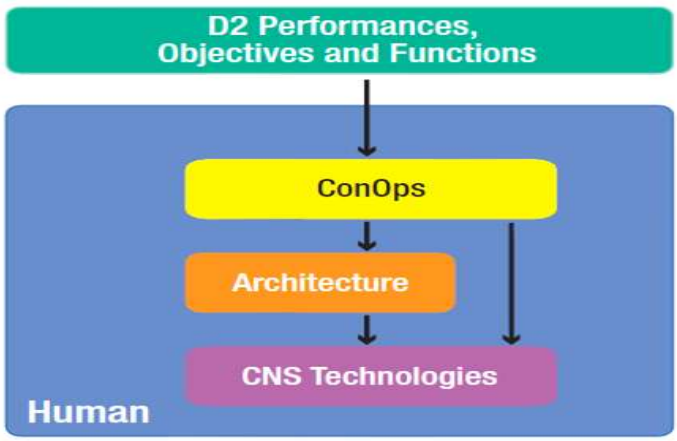
4. SESAR Performance Target

○ SESAR 프로그램은 ICAO Doc 9883에서 제시하는 성능기반전환 접근법(Performance-based Transition Approach)을 적용하여 11개의 KPA(Key Performance Area)에 대한 측정 및 검토를 하는 Performance Framework를 통하여 각 KPA의 성숙도 개선을 위한 Performance Target을 설정하였음

○ 프로그램의 적용단계의 마무리 기간인 2020년도에 대하여 SESAR가 설정한 각 KPA에 대한 Performance Target은 아래 표와 같음

5. SESAR 운영개념 (Concept of Operations)

○ 운영개념 (Concept of Operations, ConOps)은 제안된 시스템의 특성을 시스템 사용자의 관점에서 설명하고 있으며, ConOps는 일반적으로 최종 목표의 상태로 달성할 수 있는 가능성들에 대하여 설명함



[그림 3-6] ATM 목표 개념의 Top-Down 디자인

KPA	Key Performance Indicator (KPI)	Baseline		2020 Target	
		Year	Value	Absolute	Relative
Capacity	Annual IFR flights in Europe	2005	9.2 M	16 M	+ 73%
	Daily IFR flights in Europe	2005	29,000	50,000	+ 73%
	Best In Class (BIC) declared airport capacity in VMC (1 RWY), mov/hr	2008	50	60	+20%
	BIC declared airport capacity in VMC (2 parallel dependent RWYs), mov/hr	2008	90	90	+0%
	BIC declared airport capacity in VMC (2 parallel independent RWYs), mov/hr	2008	90	120	+25%
	BIC declared airport capacity in IMC (1 RWY), mov/hr	2008	25	48	+90%
	BIC declared airport capacity in IMC (2 parallel dependent RWYs), mov/hr	2008	45	72	+60%
	BIC declared airport capacity in IMC (2 parallel independent RWYs), mov/hr	2008	45	96	+110%
Cost Effectiveness	Total annual en-route and terminal ANS cost in Europe, €/flight	2004	800	400	-50%
Efficiency	Scheduled flights departing on time (as planned)			>98%	
	Avg delay of the remaining scheduled flights			<10 min	
	Flights with block-to-block time as planned			>95%	
	Avg. block-to-block time extension of the remaining flights			<10 min	
	Flights with fuel consumption as planned			>95%	
	Avg. additional fuel consumption of the remaining flights			<5%	
Flexibility	Accommodation of VFR-IFR change requests			>98%	
	Unscheduled flights departing on time (as requested)			>98%	
	Avg delay of the remaining unscheduled flights			<5 min	
	Scheduled flights with departure time as requested (after change request)			>98%	
	Avg delay of the remaining scheduled flights			<5 min	
Predictability	Coefficient of variation for actual block-to-block times: for repeatedly flown routes			<1.5%	
	Flights arriving on time (as planned)			>95%	
	Avg arrival delay of the remaining flights			<10 min	
	Total reactionary delay	2010			-50%
	Reactionary flight cancellation rate	2010			-50%
	Total service disruption delay	2010			-50%
	Percentage of diversions caused by service disruption	2010			-50%
Safety	Annual European-wide absolute number of ATM induced accidents and serious or risk bearing incidents	2005		No increase	
	Safety level (per flight)	2005			x 3
Environmental Sustainability	Avg. fuel savings per flight as a result of ATM improvements	2005			10%
	Avg. CO_2 emission per flight as a result of ATM improvements	2005			-10%
	Compliance with local environmental rules			100%	
	Number of proposed environmentally related ATM constraints subjected to a transparent assessment with an environment and socio-economic scope			100%	

[표 3-2] Performance Target

○ SESAR의 운영개념은 ICAO에서 제시하는 각 KPA(Key Performance Area)의 성능목표(Performance Objectives and Target)와 일관되도록 구성되었고, 이는 ATM 시스템의 구조(Architecture)와 CNS(Communication, Navigation, Surveillance) 기술에도 적용이 되며, SESAR 운영 개념의 주요 구성요소는 아래와 같음

- 모든 파트너들의 동일한 Trajectory 및 ATM 정보 공유
- 시스템 와이드 정보관리(SWIM)
- 공동의사 결정: CDM(Collaborative Decision Making)
- 네트워크 관리
- 통합 파트너로서의 공항
- 공역 수용력

3절. 기타 주요국

1. 일본

○ 일본은 항공 수요가 운용 제약이 많은 수도권에 집중해 있으며, 아시아-북미 간을 비행하는 영공 통과 항공기가 많고, 넓은 해상공역, 많은 낙도, 산악지역으로 인해 지상에 위치한 통신, 항법, 감시시설의 전파 전달에 한계가 있음

○ 이러한 문제점을 해결하고, ICAO 글로벌 ATM 운영개념에 입각하여 NextGen, SESAR 계획과 조화를 이루는 자국의 미래 항행 시스템 구축을 위한 프로젝트인 CARATS(Collaborative Actions for Renovation of Air Traffic Systems)을 발표함

○ CARATS은 2025년까지를 목표로 미래 항공교통 시스템 전환을 통해 기존의 “공역 기반 ATM 운용”에서 “궤적 기반 ATM”으로 이행하는 것을 목표로 함

○ 일본은 미래항공교통시스템의 장기비전 수립 및 추진을 위해 일본 국토교통성의 항공국 주관으로 미래항공교통시스템 연구회 및 미래항공교통시스템 추진협의회를 발족하였으며, 이 두 회의 구성원은 일본 국토교통성 항공국을 비롯하여, 학계, 운항자, 연구기관, 항공관련제조자, 관계정부기관의 관계자들로 이루어져 있음

○ CARATS의 목표 항목은 총 7개로, 미래 항공교통시스템의 지향 목표 및 달성 정도를 확인하면서 효과적으로 시책을 추진해 나가기 위해 일본 국내 항공교통의 특징, 사회 정세 등을 감안하여 구체적인 수치목표를 설정하였음

항목	수치 목표
안전성의 향상	안전성 5배 향상
항공교통량증가에의 대응	혼잡공역에 관한 관제처리능력을 2배로 향상
이용 편리성 향상	이용 편리성(정시성, 취항률, 속달성) 10% 향상
운항의 효율성 향상	항공기 1편 당 연료소비량 10% 감소
항공보안업무의 효율성 향상	항공보안업무의 효율성을 50% 이상 향상
환경보전	항공기 1편 당 CO2 배출량 10% 감소
항공교통분야에 관한 일본의 국제적 지위 향상	국제회의 개최, 국제협력의 안건 등으로 평가

[표 3-3] CARATS 목표 및 구체적 목표수치

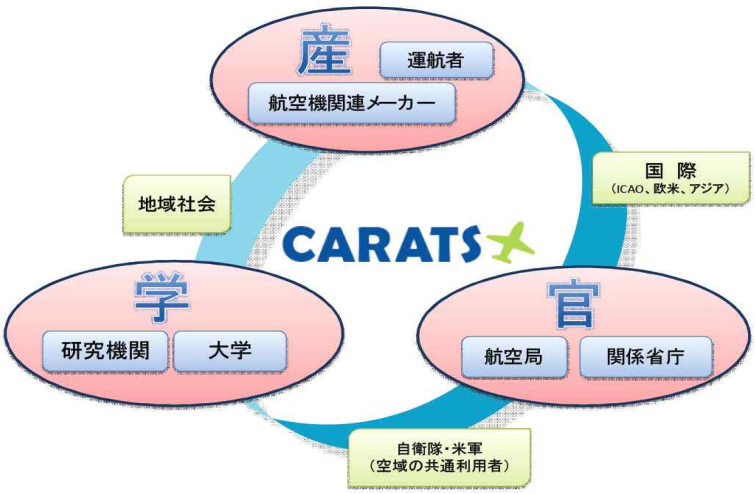
○ 일본의 현재 항공 교통 시스템이 가진 문제점을 해결 하고 위에 제시된 목표를 달성하기 위해서는 지금까지의 ATM 운용개념 및 CNS 기반기술의 변혁이 필요함

○ 이를 위해 CARATS에서는 아래와 같은 기술 변혁 방향을 제시 하고 있음

내 용
궤도기반운용(TBO: Trajectory Based Operation)의 실현
예측능력의 향상
성능기반운용(PBO: Performance Based Operation)의 추진
전 비행단계에의 위성항법 실현
지상·기상에서의 상태인식능력 향상
사람과 기계 능력의 최대 활용
정보공유 및 협조적 의사결정 철저
사람과 기계 능력의 최대 활용

[표 3-4] CARATS 변혁의 방향

○ 또한 일본의 <미래 항공교통시스템에 관한 장기비전> 문건에서는 항공 시스템에 관한 여러 이해당사자간 협력이 필수적이라고 설명하고 있으며, 항공국 및 관계 지자체는 장기 비전을 현실화하기 위해 선도적인 역할을 해야 하며, 연구개발의 추진을 위해 보유 데이터 제공의 역할이 있음을 언급하고 있음



[그림 3-7] CARATS 관련 기관의 관계

○ 또한, 연구기관 및 대학은 항공국과 함께 신기술에 대해 분석 및 평가하고, 기초지식의 연구 및 폭넓은 교류를 제시하고 있음

○ 항공기 운항자 및 항공관련 제작자에게는 시설의 정비 및 검사, 새로운 후보기술 및 실용기술의 개발·실용화 역할을 기대하고 있음

○ 2011년 3월, 일본 국토교통성 항공국은 <제 1회 미래 항공교통시스템에 관한 추진위원회>를 통해 CARATS의 로드맵 검토 결과를 발표하였으며, 궤도기반운용을 목적으로 16개의 EN(Enabler)와 39개의 OI(Operational Improvement)를 발표하였음

		Category	Number of measurements	2015	2020	2025
OI	Airspace organization	Flexible use of airspace	8	Variable sector boundaries Flex use of mil airspace	Dynamic variable use of terminal airspace Free routing for high altitude airspace	Dynamic variable airspace organization Flow corridor
		Performance based operations	4	RNP AR app and dept	RNP operations with high accuracy including the "time" element	
	Pre-Flight	Collaborative trajectory generations	5	CDO and CCO	Collaborative coordination of trajectories prior to the flight operations	Conflict-free trajectories from gate to gate
	In-Flight	Trajectory-Based Operation	5	Initial CFDT (single point)	CFDT (multiple points)	TBO
		High density operations	14	Optimize off-block time	Air-to-Air surveillance (ASAS) Improved capacity of ATC using datalink for routine communications	
		Improved information services	2		Enhanced information in the cockpit	
	Post-Flight	Sharing and utilizing safety related information	1	Sharing and utilizing safety related information		Real time risk management
EN		Information management	3	FODB		FF-ICE
		Weather information	3	Improved weather capabilities		
		Navigation	2	Facilitation of SBAS & GBAS to be reviewed		
		Surveillance	8	WAM (gnd) & ADS-B (UAT)	WAM (enroute/airport)	ADS-B

[그림 3-8] 39 OI and 16 Enablers(EN) to implement CARATS

○ 일본은 최근 하네다공항(Haneda Airport)에서 CARATS를 활용한 “4D 궤적 접근법(4-D trajectory approach)” 테스트를 완료하였음

2. 인도

○ 인도의 항행선진화계획은 국제사회에서의 상호운용성과 조화를 목표로 GANP를 바탕으로 계획되었으며, ASBU 블록 0 모듈을 포함하고 있음

○ 인도는 항행 선진화 계획에 4가지 목표를 설정하였으며, 1) 항공 교통 혼잡도 감소, 2) 분리기준 축소, 3) 비용편익 극대화, 4) 안전성 향상 및 환경적 이점 극대화

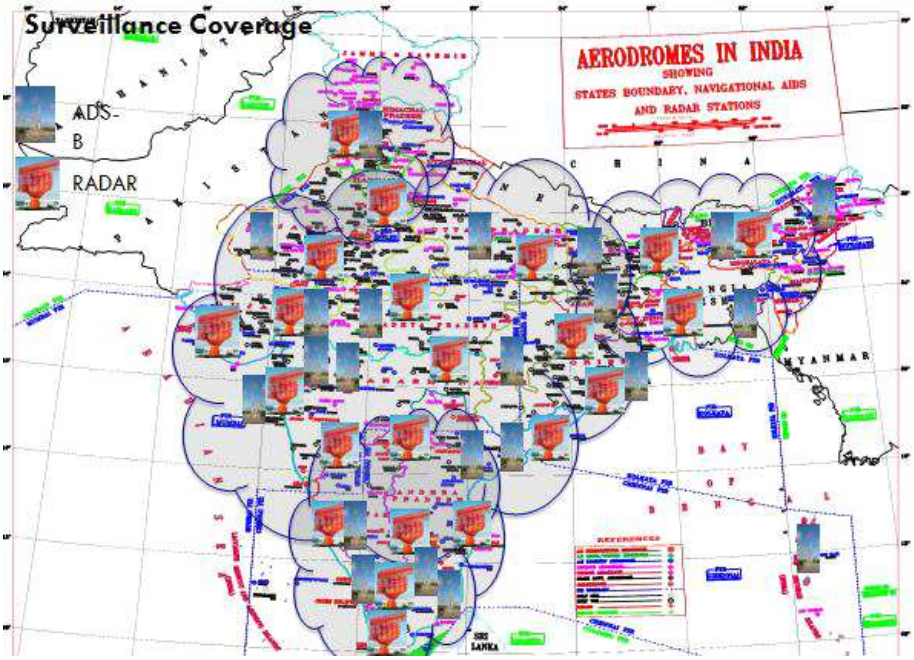
○ 현재의 항공기 탑재 상황 및 항공 환경은 ATM 운영의 복잡성을 증가시키고 있으며, 때문에 인도의 목표는 지역적 협력을 통해 글로벌한 조화를 이루는 것에 중점을 두고 있음

○ 인도의 항행 선진화 계획에서 중점적으로 추진하고 있는 계획들은 다음과 같음

- 항공로 최적화
- ADS-B/RADARs
- CDO
- Upper Airspace Harmonization
- ATM 자동화
- FUA
- ATFM
- GAGAN(SBAS), GBAS

○ 인도는 11차 항행선진화 5개년 계획에 미화 160 백만 달러를, 12차 계획에서는 760 백만 달러를 투자하였으며, GAGAN 사업에 대해서는 별도로 정부지원이 있음

○ 항행안전시설 인프라에 대한 투자 평가는 하이데라바드 중앙 기술 센터에서 담당하고 있음



[그림 3-9] 인도의 ADS-B 감시 지역

3. 중국

○ 중국은 지난 10년간 연간 15%의 항공교통량증가를 유지해 왔으며 2030년에는 승객수가 10억에 달할 것으로 예측하고 있음

○ 중국 정부는 늘어나는 항공 이용자를 감당하기 위해 2016년까지 공항을 230개까지 늘릴 예정이며, 중국의 항로 및 접근 관제구역(area and approach control sector)은 2015년까지 380개소로 증가할 전망

○ 2010년 중국 민용항공국(Civil Aviation Administration of China, CAAC)은 항공 산업의 성장을 위한 2030년까지의 장기 전략을 마련하였음

○ 차세대 ATM의 장기 목표는 사고율을 100만 비행시간당 0.1건 수준으로 낮추는 것, 현재 항공수요의 4배를 수용하고 정시성을 85%까지 향상시키는 것, 항로 비선형계수를 1.05까지 낮춰 효율성을 높이는 것, 서비스 향상을 통해 항공이용자의 만족도를 높이는 것임

○ 중국의 차세대 ATM 시스템은 유연한 공역의 조직 및 운영, 성능기반 운영, 협력적 운영, 수요 용량의 균형, 궤적기반 운영 (TBO)을 구성 요소로 삼고

있음

○ 현재 중국은 장기비전을 실현하기위해 이행계획을 수립중이며 성능기반항행(PBN) 및ADS-B 이행과 같은 일부 CNS/ATM 기술의 계획 및 배치작업은 이미 시행중에 있음

○ 또한, 성능기반항행(PBN) 및 협력적 운영의 실행, 공역 용량 평가 시설의 설립, 공역 구조 최적화, 관제구축소, 혼잡 공역 민군협력 운용 등의 이행을 추진할 계획

○ CNS 기반시설의 갱신, SWIM, 지상기반지역보강시스템(GBAS) 등의 연구개발도 계획하고 있음

4. 싱가폴

○ 싱가폴의 공역은 아·태지역에서 가장 복잡한 공역 중 하나이며, 이 때문에 싱가포르 민간항공청(Civil Aviation Authority of Singapore, CAAS)은 ATM 개선에 많은 관심을 기울이고 있음

○ CAAS는 교통량 예측의 어려움 공역혼잡, 항공교통관제의 과부하, 지상시설의 복잡성 등의 문제로 ATM 시스템 운영에 어려움을 느끼게 되자 민간항공청은 적절한 ATM 용량 및 방안을 마련하고자 마스터플랜을 계획하게 되었음

○ CAAS의 목표는 연구소, 학술기관, 산업계, 해외 · 국제 ATM 기관들이 모두 함께 싱가폴과 아·태지역 특유의 요건에 부합하는 ATM 개념과 기술, 해결방안을 위해 노력하는 지속가능한 에코시스템임

○ 단기계획은 미래 ATM 시스템의 필요조건을 설정, 완성단계의 신기술 도입 등을 포함하고 있으며 2015년까지 진행될 예정임. 세부내용으로는 ADS-B, VHMS-III, AIM 시스템 등을 포함하고 있음

○ 이어 2024년 2까지 이어질 중기 계획은 새로운 솔루션 개발 및 새로운 시스템Customizing을 다루고 있음. 그 예로서 GBAS 착륙시스템, RNP-GLS 페어링의 향상, 지상 기반 지역 보강시스템 구현 등의 계획이 있음

○ 이후 2025년 2부터는 개발 프로젝트 성과 도출을 포함한 장기 ATM 목표달성을 위한 장기계획으로 이어짐

5. 호주

○ 호주는 미국의 NextGen, 유럽의 단일유럽영공(Single European Sky)과 유사한 새로운 ATM 프로젝트를 계획 중임

○ OneSky라 불리는 이 시스템은 기존 시스템을 대체할 뿐 아니라 산업계의 비즈니스 방식을 변화시킬 혁신적인 프로젝트로서 호주뿐만 아니라 글로벌 ATM 발전 프로그램으로서 기대되고 있음

○ 국영 항행서비스기관인 에어서비스 오스트레일리아(Air Services Australia)가 실행을 담당하고 있으며 국방부와 함께 ATM 통합 및 관련 기관의 의견차를 극복하기 위한 논의를 진행 중에 있음

4장. 국내 ATM 기술 수준 및 격차 분석

1절. 국내 ATM 정책 및 기술개발 동향

1. 국내 주요 ATM 정책

○ 우리나라는 보다 안전하고 효율적인 항공시스템의 성공적인 운영을 위하여 항공정책에 대한 많은 노력을 기울이고 있으며, 지속적으로 발전하고 있는 기술 및 운영 기법을 반영한 CNS/ATM 이행 및 구축 계획에 따라 항행시설을 확충하고, 위성/IT 기술 등을 활용한 ATM 신 운영기법들도 도입하여 운영 중에 있음

가. 항공 선진화 사업

○ 우리나라는 항공운송사업으로 세계에서 강국으로 국가경제에 기여하고 위상을 떨치고 있음에도 불구하고 항공부문 R&D 투자는 건설, 철도부문에 비해 상당히 미약한 실정으로, '15년 항공기술분야의 세계 10위권을 목표로 항공기술개발 및 안전한 항공교통서비스를 실현하기 위하여 항공선진화사업을 진행

○ 사업목표는 단계적 항공기 개발을 통한 항공산업 선진화 및 수출기반 확대 조성, 첨단 IT 기술을 적용한 차세대 공항운영기술개발, 위성을 이용한 차세대 항공기 위성항행시스템 개발 등

○ 항공선진화 사업 중 차세대 항행시스템 분야에 해당하는 주요 사업 내용은 아래 [표 4-1]과 같음

나. 차세대 항행안전시설 구축 기본계획

○ 한정된 공역자원과 급속히 증가하고 있는 항공물류로 인하여 항공교통 혼잡도는 기존 ATM 시스템의 개선과 지난 40년 동안 산업계에서 활용해온 기존기술로부터의 탈피를 요구

○ ICAO 10차 항행회의(ANC)에서 이러한 21세기 항공교통 수요에 대비하여

위성을 기반으로 하는 신개념의 CNS/ATM을 미래항행시스템으로 채택하기로 결의하였으며, CNS/ATM의 구축으로 항공 정보의 실시간 제공, 정밀한 비행상황 감시, 정확한 항공운항절차 수립, 효율적 항공교통관리 등이 가능해져서 항공운항의 안전성과 경제성이 제고될 것으로 평가

○ 국내에서도 '05.12. 차세대 항행안전시설 종합발전계획과 국가 위성항법시스템 기본발전계획을 각각 수립하여 시행하고 있으나, 국내외적으로 New CNS/ATM에 대한 기술개발 환경이 변화하고 기존의 2010년을 목표로 추진하던 Global Air Navigation의 시스템 구축 일정이 현재 시점에서 약 5년 정도 지연되어 2007년도에 새롭게 구축계획(Global Air Navigation Plan 3rd edition)을 수립함에 따라 국내에서도 종합발전계획을 수정·보완하여 차세대 「항행안전시설 구축 기본계획」을 수립

○ 차세대 항행안전시설 구축 기본계획의 비전은 '항공교통의 안전 및 경제성 강화를 통한 동북아 항공 허브로의 도약'이며, 이에 따른 목표는 "공역 및 공항 운영의 효율화 및 안전성 확보"

전략프로젝트	1단계 (2008~2009)	2단계 (2013~)
첨단항공통신 시스템 기술개발	○ 차세대 항공데이터 통신시스템 개발	○ 항공용 데이터 통신링크를 이용한 감시·운용 시스템 개발 ○ 차세대 항공 데이터링크 기반기술 연구 ○ 차세대 항공통신 전파분석시스템 개발
인공위성 기반 항행시스템 기술개발	○ 전공역 위성항법보강시스템 기술개발	○ 지역위성항법보강시스템 기술개발 ○ 복합항법위성항법지역보강시스템 기술 개발 ○ 위성항법 전파방해 분석 시스템 개발 ○ 위성항법 운영지원 시스템 개발
첨단항공감시 시스템 및 항공교통관리 기술개발	○ 항공관제시스템 개발 ○ 항공교통흐름관리(ATFM) 시스템 개발	○ 미래형 항공관제 핵심기술 개발 ○ 미래형 항공교통관제 시스템 개발

[표 4-1] 항공선진화 사업 중 차세대 항해시스템 분야의 주요 사업

○ 차세대 항행안전시설 구축 기본계획의 단계별 구축전략은 다음과 같음

1) 단기(2011~2015)

- 국내 R&D 사업과 연계하여 국내 적용을 위한 표준기술 및 검증방안을 정립하고 시범공항 구축, 검증, 기술평가 및 운용절차 수립과 항공사 등 관련기관 적극 참여 유도

2) 중기(2016~2020)

- 국내 15개 공항에 차세대 항행안전시설 구축을 확대하고 본격 운영 대비 공역 구조 개선 및 비행절차 개발하고, 항공기 탑재 차세대 전자장비 장착·이용에 관한 관련법령 정비 및 필요시 인접국가와 기술협력 및 공동운용 평가

3) 장기(2021~2015)

- 차세대 항행안전시설 전면 전환에 필요한 완벽한 시스템 구축 및 항공기 탑재 차세대 전자장비 이용 정착화 시키고 차세대 시스템 운영

현행 시스템	차세대 시스템		구축 시기
	전환시스템	이용목적	
AFTN	항공종합통신망 (ATN/AMHS)	각 국의 관제기관, 항공사 및 항공기 간 통합 정보통신망	단기 및 중기
관제직통전화 (음성)	관제기관간 데이터통신망 (AIDC)	인접 항공관제소 간 관제정보를 데이터로 교환	단기 및 중기
무선통신전화 (음성)	사전출발허가장치 (D-PDC), 공항정보방송장치(D-ATIS), 모드 S 통신장치	현 음성통신 방식을 데이터링크 통신방식으로 업그레이드 *모드 1급 → 모드 2급(개선)	단기 및 중기
VHF Radio (음성)	항공이동 데이터통신시설 (VDL)	관제사/조종사 간 항공기 관제정보를 데이터로 교환	중기 및 중장기
HF Radio (음성)	항공이동 위성통신시설 (AMS(R)S), HFDL 등	원거리 또는 대양지역과 항공정보를 데이터로 교환	보류

[표 4-2] 차세대 항공통신시설 구축 시기

현행 시스템	차세대 시스템		구축 시기
	전환시스템	이용목적	
VOR, DME	위성항법시스템 모니터링 유지관리 (GNSS Monitoring)	GPS, GLONAS, GALILEO 또는 광역보강시스템신호를 모니터하여 이들이 정상 운용상태를 기본적으로 확인	단기
ILS, VOR, DME	위성항법 지역보강시스템 (GBAS)	GBAS CAT-Ⅰ 시범공항 운영 및 확대	단·중기
		항공기가 CAT-Ⅱ/Ⅲ급 GBAS를 이용해 활주로에 다중경로로 정밀접근 및 이착륙	중·장기
VOR, DME	위성항법 광역보강시스템 (SBAS)	항공기가 SBAS의 위성항법을 이용해 항공로 및 공항 상공에서 정밀 비행	중기 및 장기 (기준국 우선설치)

[표 4-3] 차세대 항공항법시설 구축 시기

현행 시스템	차세대 시스템		구축 시기
	전환시스템	이용목적	
Radar (PSR, SSR, SMR 또는 ASDE, PAR)	자동종속감시 방송시스템 (ADS-B/TIS-B/FIS-B)	항공기가 데이터링크를 통하여 위치·등록기호·속도·고도 등의 정보를 주변 항공기 또는 관제기관에 알려주고, 관제기관은 받은 정보에 의해 비행안전 관리	단기 및 중기
	Multilateration	항공기가 공항 또는 항로 등에서 비행하는 항공기 감시	단기 및 중기
지상이동안내 시스템 (SMGCS)	차세대 지상이동안내 시스템 (A-SMGCS)	공항의 활주로 점유시간을 최소화하여 항공교통량을 감소시키는 지상이동안내 제공	단기 및 중기
항공 관제시스템 (ATC)	항공교통 흐름관리시스템 (ATFM)	항공교통 밀도가 높은 지역의 섹터별 교통밀도 조절	단기 및 중기
	항공교통 관리시스템 (ATMS)	전자항공정보관리시스템 (e-AIM)과 연동하여 현재의 항공기 관제(통제)를 항공기 관리체계로 개념 전환	중기 및 장기

[표 4-4] 차세대 항공감시 및 관제시설 구축 시기

다. 전자 항공정보제공체계(e-AIM) 구축

○ ICAO는 '25년 완성을 목표로 추진 중인 「광역 항공교통관리」 체계의 선결 조건으로 디지털 항공정보 제공을 제시하고 있으며, 체약국의 항공정보관리 체계 도입을 지원하고자 로드맵을 발간하고, '16년까지 전자 D/B기반 가이드라인을 제시할 계획

- 전자 DB기반의 6개 분야 항공정보: 항공정보간행물(AIP), 항공고시보(NOTAM), 비행 전정보게시(PIB), 장애물/지형데이터(TOD), 공항지도(AMD/B), 항공기상 임

○ 이에 따라 대한민국 정부는 ICAO 부속서 4권 및 15권 개정완료 후 '16년까지 전자항공정보 제공에 필요한 항공정보관리체계(AIM) 도입을 목표로 하고 있음

○ 우리나라 AIS-AIM 전환로드맵은 전체 비행단계(예: 비행준비, 이륙, 순항, 착륙에서 게이트 도착까지)에 대하여 시스템기반의 항공정보를 제공한다는 목표 하에, 기반구축, DB구축, 시스템 구축이라는 과제를 선정하고, 각 과제 이행을 위한 실행방안을 제시하고 있음

○ 주요내용

- 관련 국내·외 기준 검토
- 선진국의 AIM 연구 및 국내도입 최적안 제시
- 해외 항공정보조직 및 인력운영
- AIM 구축 로드맵 수립 등

2010	2011	2012	2013	2014
전자항공정보 간행물(e-AIP)	전자항공고시보 (x-NOTAM)	비행전정보게시 (PIB)	공항지도 (AMDB)	시스템 통합

[표 4-5] 전자항공정보관리체계 구축 계획

라. 성능기반항행(PBN) 전환사업

○ 국제민간항공기구(ICAO)는 2007년 9월에 개최된 제36차 정기 총회에서 성능기반항행(PBN)을 적용한 항공로 및 비행절차 도입을 모든 체약국에 촉구하였고, PBN의 이행을 위하여 모든 체약국 및 지역 이행그룹은 2009년까지 PBN 이행계획 수립을 권고

○ 우리나라도 ICAO의 결의안에 따라 PBN에 관련된 정책을 마련하여 2009년에 성능기반항행 로드맵을 수립하였음. 2010년도부터 우리나라 모든 항공로와 출발·도착 비행로 및 계기접근절차를 PBN 비행로 및 절차로 전환하고 있는 중이며, 2016년까지 인천 FIR내의 모든 항공로와 공항에 PBN을 도입하여 국제민간항공기구에서 추구하는 항공안전의 증진은 물론 경제적 운항환경을 구축할 예정임

○ 우리나라 PBN 정책 이행계획은 다음과 같음

1) 단기(2010~2012)

- 현 RNAV 항공로는 모두 RNAV 5 항공로로 전환 운영
- 주요 혼잡항공로(B576 등)에 RNAV 2를 적용하여 항로를 복선화('11년까지)
- 터미널 지역현행 RNAV STAR와 SID는 RNAV 1으로 전환 및 RNAV 1 항행요건 적용
- 인천, 제주, 김해국제공항에 연속강하운항(CDO)을 확대
- 국제공항 및 교통량이 많은 일부지방공항(여수, 울산 등)에 APV-Baro 비행로 도입
- 운용상 이점이 있는 공항에 RNP AR 접근절차 도입

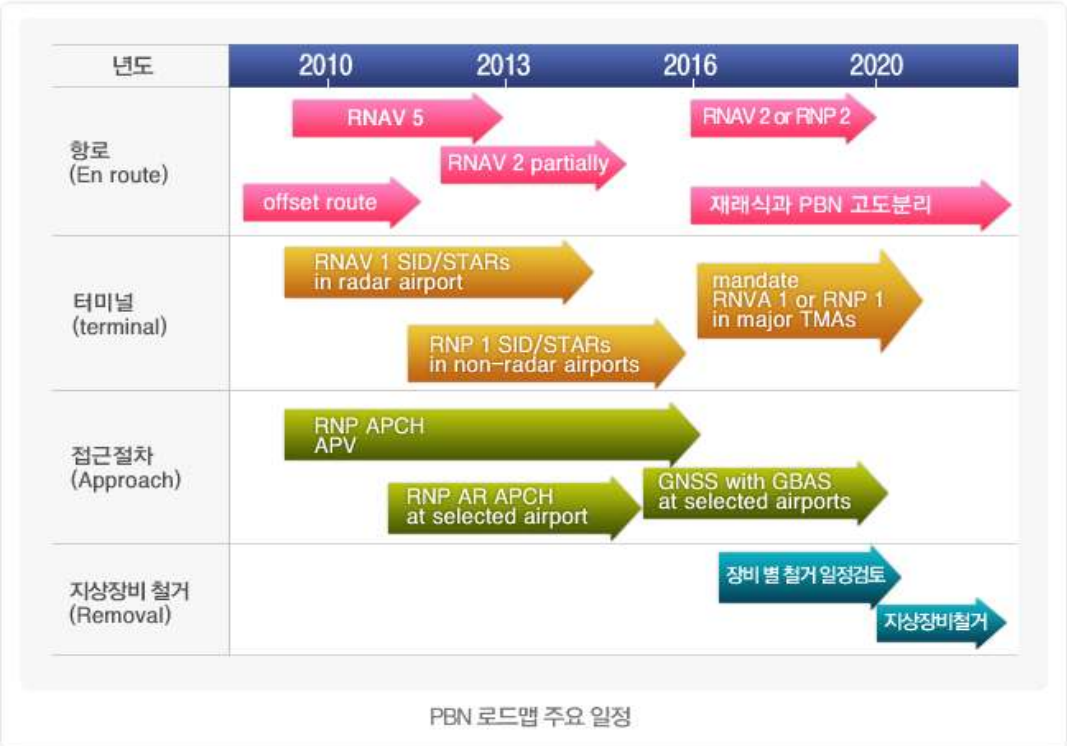
2) 중기(2013~2016)

- 교통량 분산을 위하여 직선항공로(예: 중국방면) 및 영공통과용 항공로를 신설하는 등 RNAV 2(또는 RNP 2)를 확대('16년까지)
- 특정고도(예: FL140)를 기준하여 재래식항공로와 신항법체계(PBN) 전용 비행로를 구분하여 운용('16년부터)

- 터미널 지역 RNAV 1 또는 RNP 1을 적용한 STAR & SID가 모든 공항으로 확대될 것이며, 필요에 따라 일부혼잡 TMA내 RNAV 1 또는 RNP 1 운항을 의무화하는 방안추진
- 연속강하운항(CDO)은 국제공항에 이어 지방공항으로도 확대 적용
- 모든 국제공항에 RNAV 1 또는 RNP 1을 적용한 출발/도착절차 도입
- 위성항행지상보정시스템(GBAS)을 이용한 정밀접근절차를 국제공항을 우선으로 도입
- 지방공항에 강하안내접근절차(APV) 도입

3) 장기(2017~)

- RNAV 5 항공로를 RNAV 2 또는 RNP 2 항공로로 전환
- 일부 혼잡한 접근관제구역내 RNAV 1 또는 RNP 1 의무화 검토 및 적용
- 위성항행지상보정시스템(GBAS)을 이용한 정밀접근절차의 확대



[그림 4-1] 국내 PBN 이행 로드맵

마. 항공교통 종합 흐름관리(ATFM) 시스템 도입

○ 우리나라의 항공교통흐름관리업무(ATFM)[16]는 항공법 시행규칙 제210조의7(항공교통흐름의 관리 등)에 의거 인천 비행정보구역(FIR)내에서 실시되고 있으며, 현재 항공교통센터 내에서 항공교통흐름관리센터(ATFMC)[17]를 조직하고 있음

- 서울/제주접근관제소 및 인천·김포·제주관제탑에 흐름관리석(FMU)[18]을 두어 운영 중

○ 다만, 미래의 항공기 운항 수 급증, 항공기사고, 테러, 공항폐쇄 등 위기상황 발생 시에도 신속하고 안전한 항공기운항 종합통제 및 효율적 항공교통흐름의 수행을 보장하기 위한 ATFM시스템 효율적인 구축 및 운영, 유지관리를 위해 항공교통흐름관리센터 건립 예정

○ 한국형 항공교통흐름관리센터(AFMC-K)은 2016년 발족하여 2019년에 정식 운영 될 예정임

○ 주요내용

- 항공흐름 관련 제반환경 현황 및 변화추세
- 한국적 환경에서의 ATFM시스템 구축 필요성
- ATFM시스템 체계구성 및 구성체계별 수행 업무
- AFMC-K 세부 구축방향
- AFMC-K 최적입지 선정방안 및 소요예산
- AFMC-K 관리 및 유지보수 방향 등

16) Air Traffic Flow Management, 인천비행정보구역(FIR)내의 항공교통량을 효율적으로 통제하고 교통 혼잡을 사전 해소함으로서 항공기의 안전운항과 질서를 보장하기 위한 업무

17) Air Traffic Flow Management Center, 인천 ACC 및 공항을 포함한 각 접근관제소의 항공교통 최대 수용량을 초과하지 않도록 인천FIR내 ATFM 업무를 총괄함.

18) Flow Management Unit, 각 접근관제소 및 관제탑의 관할지역내 항공기에 대한 ATFM 업무를 수행함.



[그림 4-2] AFMC-K 구축 개략 일정

2. 국내 항공기술개발 동향

○ 국내에서는 대부분 해외 장비를 도입하여 구축하고, 그 시스템에 대한 효율적인 운영 및 관리에 역점을 두었으나, 높은 해외 의존도로 인하여 외화 유출과 유지관리의 어려움에 직면하면서 정부와 유관기관을 중심으로 차세대 항행시스템(CNS/ATM)에 관한 기술 개발에 관심이 증대되었음

○ 국내 차세대항행시스템 연구개발의 본격적인 추진은 국토교통부가 항공선진화의 일환으로 연구개발 사업을 착수하면서 시작됨

○ 2008년 체계적인 연구개발의 기반을 마련하기 위하여 차세대 항행안전시스템 연구개발 로드맵을 수립하여 연차적으로 추진 중에 있음

○ 차세대 항행안전기술 연구개발 로드맵의 단기, 중기, 장기적인 구축전략은 다음과 같음

1) 단기(2011~2015)

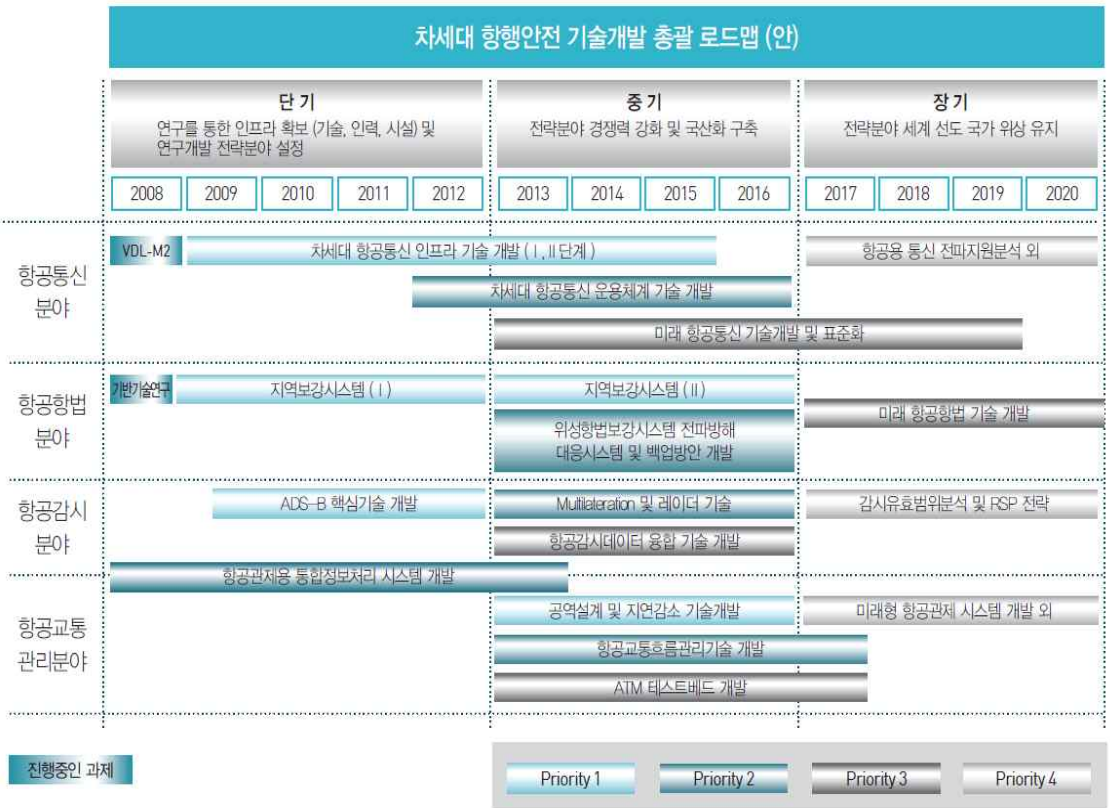
- 국내 R&D 사업과 연계하여 국내 적용을 위한 표준기술 및 검증방안을 정립하고 시범공항 구축, 검증, 기술평가 및 운용절차 수립과 항공사 등 관련기관 적극 참여유도

2) 중기(2016~2020)

- 국내 15개 공항에 차세대 항행안전시설 구축을 확대하고 본격 운영 대비 공역 구조 개선 및 비행절차 개발, 항공기 탑재 차세대 전자장비 장착·이용에 관한 관련 법령 정비 및 필요시 인접국가와 기술협력 및 공동 운용 평가

3) 장기(2021~2025)

- 차세대 항행안전시설 전면 전환에 필요한 완벽한 시스템 구축 및 항공기 탑재 차세대 전자장비 이용을 정착화 시키고 차세대 시스템 운영



[그림 4-3] 차세대 항행안전기술 개발 로드맵

○ 항공선진화 사업 시행 이후 기술실시계약, 기술료 등의 성과는 미미한 반면 특허출원·등록 건수 및 논문게재 건수는 대폭 증가되었음

- 관련 논문 게제는 '07년 5건에서 '12년 14건으로 꾸준히 증가하고 있으며, 특허출원 및 등록 또한 '07년 2건에서 '12년 18건으로 증가하고 있음

- 기술실시계약은 '07년 0건에서 '12년 4건으로 신규 추가되었으며, 기술료 징수 금액 또한 '07년 0원에서 '12년 86.7 백만원으로 신규 추가됨

구분		'07	'08	'09	'10	'11	'12	계
논문게재 (편)	SCI	5	10	14	10	9	14	62
	비SCI	-	2	1	3	1	-	7
	계	5	12	15	13	10	14	69
특허 (건)	출원	1	7	12	12	13	12	57
	등록	1	-	-	-	4	6	11
	계	2	7	12	12	17	18	68
S/W 등록 (건)		4	4	13	19	26	29	95

[표 4-6] 과학기술적 성과

구분	'07	'08	'09	'10	'11	'12	계
계약건수	-	1	1	-	3	4	9
징수금액	-	21	1.6	-	30.2	86.7	139.5

[표 4-7] 기술 실적

2절. 국내 기술 수준 분석

1. 국내 연구개발 인프라 분석

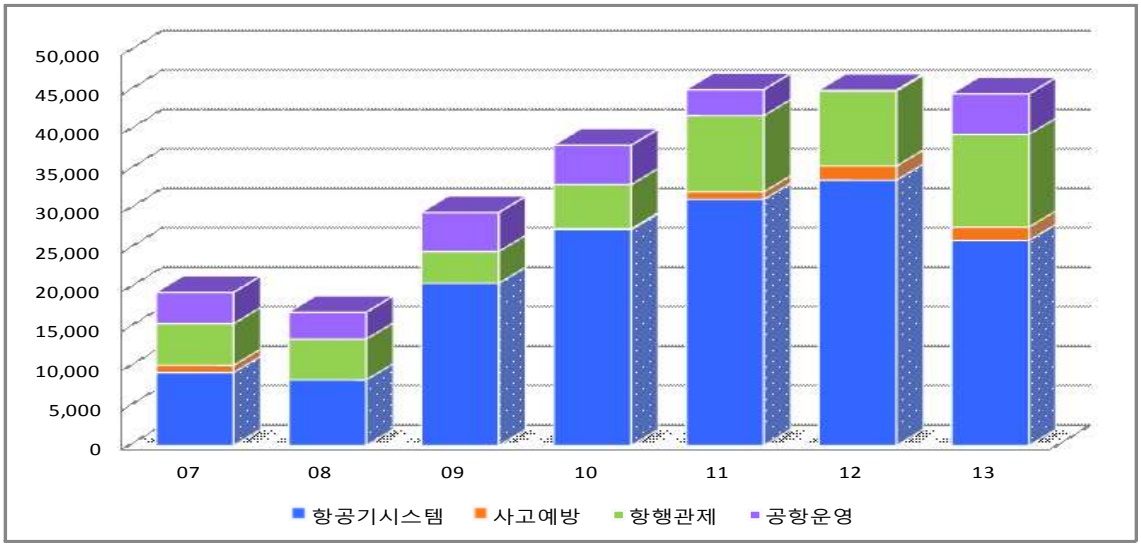
가. 연구개발 투자현황

○ 국내에서는 '07년 항공선진화 사업 시작 이후 지속적으로 항공기술 연구 개발 사업에 투자하고 있으며, 최근 7년간 전체 국가 R&D 예산의 0.25%, 국토교통 R&D 예산의 8.75%를 투자하였음

(단위: 억원, %)

구분		'07	'08	'09	'10	'11	'12	'13	계
국가 R&D	예산	97,629	110,784	123,437	137,014	148,902	160,244	171,471	949,481
	증가율	-	13%	11%	11%	9%	8%	7%	-
국토교통 R&D	예산	3,277	3,459	3,924	4,092	4,310	4,159	4,014	27,235
	증가율	-	2%	13%	4%	5%	△4%	△3%	-
항공안전기술개발	예산	194	168	295	380	450	450	445	2,382
	증가율	-	13.4%	75%	29%	18%	-	△1%	-

[표 4-8] 국가 R&D 예산 투입 현황



[그림 4-4] 항공안전기술개발 사업 투자 현황

○ 향후 안전하고 편리한 항공교통 체계 확립 및 경쟁력 있는 항공 산업 기반 조성을 위해 항공안전, 항행관제 및 공항운영 분야에 대한 투자를 확대할 계획이며 단기적으로는 국내 항공교통 안전수준 향상을 위한 운송용 항공

기 및 헬리콥터 사고예방 분야를 집중지원하고 중장기 적으로는 항공 산업 육성 및 국제기술변화 대응을 위하여 민간 항공기 국산화 보급기반 구축 및 미래 항공교통체계 전환을 위한 투자를 증대할 계획

(단위 : 억원)

구 분	'14	'15	'16	'17	'18	'19	'20~	합계
항공기 시스템	113	145	415	472	646	717	7,755	10,263
사고예방	28	189	230	212	186	120	365	1,330
항행관제	122	335	511	664	604	513	350	3,099
공항운영	107	204	269	307	375	295	320	1,877
합 계	277	684	1,172	1,365	1,454	1,369	8,490	14,692

[표 4-9] 향후 10년간 항공안전 기술개발 사업 투자 계획

나. 연구 역량 분석

○ '12년 기준 항공안전기술개발사업 투자규모는 총 450억원으로, 그 중 기업 투자분이 279억원(62%)으로 가장 많은 투자비중을 차지하였으며 그 다음 정부 출연(118억원), 대학(46억원)으로 나타났음

(단위 : 백만원, %)

구분	대학	정부출연	기업	기타	계
투자 연구비	4,639	11,831	27,940	600	45,010
비율	10	26	62	2	100

[표 4-10] '12년 항공안전기술개발사업 분야별 투자 규모

○ '12년 기준으로 항공기술연구사업 10개 국책과제에 총 724명이 참여하였고, 1인당 국가지원 연구비 규모는 약 62백만원 정도로 계산됨

(단위 : 명, %)

구분	대학	연구소	기업	기타	계
참여인력	233	127	342	22	724
비율	32	18	47	3	100

[표 4-11] '12년 기준으로 항공기술연구사업 참여 인력 현황

○ ’12년 기준 항공안전사업기술개발 사업과 관련한 R&D 수행기관은 총 45개이며, 지역별로는 서울 및 경기도에 가장 많은 기관이 분포하는 것으로 나타남

(단위 : 개)

구분	대학	연구소	기업	기타	계
서울	3	1	13	-	17
부산	-	-	-	-	0
광주	-	-	-	-	0
대구	-	-	-	-	0
대전	1	2	1	-	4
인천	2	-	2	-	4
울산	-	-	-	-	0
경기도	3	1	3	1	8
강원도	-	-	-	-	0
충청도	1	-	-	-	1
전라도	-	-	3	1	4
경상도	1	-	5	-	6
제주도	-	-	1	-	1
계	11	4	27	2	44

[표 4-12] ‘12년 항공안전사업기술개발 사업과 관련한 R&D 수행기관

3절. ASBU 간 격차 분석

○ ASBU 블록 0('13~)단계에서 요구하는 모듈별 이행내용은 현재 상용화 되어 있는 기술로도 이행이 가능한 내용이며, 블록 1 단계의 이행내용은 중·단기 이행과제로서 일부는 현재 기술로도 충분히 이행이 가능함

○ 따라서 우리나라 차세대 항행안전시설 이행 현황을 살펴봄으로서, 우리나라의 ASBU 이행 수준 정도를 검토할 수 있음

1. 항공통신(Communication)

○ 차세대 항공 통신 시스템은 현재의 무선통신장비를 이용한 음성통신 및 아날로그 방식의 전문교환 방식에서 위성 또는 무선데이터링크를 이용한 디지털방식으로 전환을 목표로 함

가. 항공종합통신망 및 ATS 메시지 처리시스템(ATN/AMHS)

○ ICAO 아태지역의 ATN 전환정책(ICAO Doc.9673 ANP/FASID)에 따라 항공사나 공항 관련 기관별로 각각 구축·운영되던 유무선 항공 통신망을 하나로 통합하여 운영하는 종합 통신망을 의미함

○ 지금까지는 비행계획정보를 교환하는 항공고정통신망, 관제용 음성 무선통신망, 관제 데이터 통신망, 항공 정보 데이터 통신망, 항공사 자체 업무 통신망 등 통신 방식이 서로 다른 데다 아날로그 기술에 기반을 둔 음성 통신 방식이 대부분이어서 데이터 및 멀티미디어 송수신에도 어려움이 존재

○ 차세대 항공통신 시스템은 인공위성 등을 이용한 디지털 통신망으로 전 세계의 항공통신망을 하나로 통합하여 음성에서부터 데이터·멀티미디어까지 송수신이 가능

○ 현재 각 국가들은 ICAO 전환정책에 따라 항공종합통신망 구축을 진행하고 있으며 아태지역 대부분의 국가들은 이미 ATN/AMHS를 구축 완료하거나 2013년까지는 완료하는 것으로 계획하였으며, 현재 X.25 기반의 통신망을 IP 기반의 통신망으로 전환을 추진 예정임

○ 우리나라는 2011년 6월부로 중국과 ATN망을 구축하여 항공정보 서비스를 개시하였으며 일본과 항공고정통신망에서 ATN망으로의 전환을 추진하고 있음

구분	ATN 주요 구축 시스템
지대공통신용	ADS(Automatic Dependent Surveillance)
	CPDLC(Controller and Pilot Data Link Communication)
	FIS(Flight Information Service)
	CM(Context Management)
지대지통신용	AMHS(ATS Message Handling System)
	항공관제정보교환망(AIDC)

[표 4-13] ATN 구성을 위한 항공정보 단위별 구축시스템

○ ATN은 항공정보를 처리하기 위해 설치된 각 단위시스템(ES;End System)과 ATN망에 접속하기 위한 통신장치(ATN Router)인 IS(Intermediate System)으로 구성됨

○ 향후, 항공종합통신망의 하부 시스템인 항공전자우편시스템(AMHS)[19], 단파 데이터 링크(HFDL)[20], 항공이동위성서비스(AMSS)[21] 등을 단계적으로 구축하여 이를 통합할 계획

- 항공통신망은 항공이동위성서비스를 비롯한 위성항행시스템의 대부분의 구축이 이루어지는 시점에서 전체적인 통신망이 완성되기 때문에 대단히 방대하고 장기적인 전환노력이 필요할 것으로 예측

- ATN은 위성항행시스템을 구성하는 하드웨어를 통합한 시스템 전체를 묶는 소프트웨어 작업이므로 종단시스템인 항공기 탑재컴퓨터와 지상의 호스트컴퓨터의 구성방향에 따라 그 구성이 크게 달라짐

나. 항공관제정보교환망(AIDC)

○ AIDC는 ATS 시설간에 데이터 통신망을 이용하여 각종 관제정보를 교환하

19) AMHS : Aeronautical Message Handling System
20) HFDL : High Frequency Data Link
21) AMSS : Aeronautical Mobile Satellite Service

는 기능으로, 기존에는 음성통신을 통해 각 관제기관 간 관제정보를 교환하였으나, AIDC를 통해 여러 가지 표준 메시지를 교환함으로써 관제 정보의 신뢰성을 높이고 항공기 운항 안전성 향상

○ 특히, ATN의 Ground-Ground 응용으로 임의의 항공기는 지상의 관제기관과 접속하여 항공운항에 필요한 다양한 정보를 교환할 수 있고 관제기관 및 항공사 간에도 접속 가능하여 항공운항 관련정보 교환이 가능함

○ 아시아 태평양 지역 내의 항공교통관리(ATM)에 사용되는 ATS의 원활한 데이터 교환을 보장하고 성공적 구축을 위해 ASIA/PAC AIDC ICD를 2007년 9월부터 적용하여 이를 아태지역 기준으로 AIDC 연결을 추진 중에 있음

다. 사전출발허가장치(D-PDC) 및 디지털공항정보방송장치(D-ATIS)

○ 항공기출발허가시스템(D-PDC)과 디지털공항정보방송장치(D-ATIS)는 국내기술로 개발되었으며 각각 2006년과 2000년대에 국내산으로 대체하였음

○ D-ATIS는 현재 음성을 통해 방송되는 정보를 조종사의 요청에 의하여 문자데이터(디지털방식)로 항공기에게 전달토록 하며, 항공기에 탑재된 ACARS[22]를 통하여 조종석의 Printer 또는 액정화면으로 ATIS 정보시현이 가능하며 국내에는 7개가 공항에 설치됨

라. Mode-S 데이터통신

○ Mode-S는 2차 감시레이더(SSR)의 감시기능을 향상시켜 데이터 통신 기능을 부가한 시스템으로서 지상 레이더 신호와 항공기 신호간의 교류를 통해 데이터통신을 실현함

○ 관제기관의 레이더 전시기에 항공기의 위치, 고도, 항공기 호출부호, 비행계획서 등 각종 항공정보를 확인할 수 있음

- 2011년 김포 및 김해국제공항 Mode-S 레이더로 교체

22) Aircraft Communications Addressing and Reporting System : 항공기 운항정보 교신시스템

마. 항공이동 데이터통신시설(VDL/CPDLC)

○ VDL은 VHF 대역의 주파수를 이용하여 지상의 사용자와 항공기 간에 음성 또는 데이터에 의한 이동통신을 제공하는 것으로 접속방식에 따라 VDL Mode-2 부터 VDL Mode-4 까지 다양함.

- 한국항공우주연구원에서 2005~2009년까지 항공용 초단파 데이터 통신기술(VDL) 개발을 수행
- 항공관제용 무선 데이터링크(VDL Mode-2급) 핵심기술 개발을 위한 비행시험에서 기준 성능을 만족시켰으나 아직 상용화 되지 않음

○ CPDLC는 항공기와 항공교통관제기관 간의 데이터 교환을 목적으로 주로 사용 중이며 항공기와 항공사 간 메시지를 교환하는 ACARS와 비교할 수 있음

- 주로 비행계획에 대한 허가(Clearance)사항을 메시지로 교환할 수 있으며 혼잡한 음성통신 사용을 자제함으로써 항공교통관제의 효율성을 증가시킴
- 현재 국내에서도 일부 CPDLC 활용이 가능하며, 주로 출발 전의 관제허가와 순항 중에서는 CPDLC를 이용하는 공역이 별도 존재하여 기존 HF를 사용했던 항로상(태평양 상공, 베트남 및 싱가폴 관제권 등)에서 WAYPOINT 지점을 통과 시 기상에 따른 우회나, 고도 상승 및 강하 요청 시에 활용하고 있음

바. 항공이동위성통신시설(AMS(R)S)[23]

○ VHF 통신시스템은 전파의 통달범위가 최대 200NM로 제한되어 있어 대양지역과 원격지 등에서는 이용불가 함에 따라, 장거리용인 HF음성통신 대신에 통신위성을 이용하는 음성/데이터를 제공하는 서비스

- 비행중인 항공기와 지상 사이에서 통신을 제공하는 서비스이며, 중계기를 탑재한 정지궤도(GEO: geostationary orbit) 통신위성과 지상의 기지국을 연결하는 방식으로 전 세계를 연결
- 양방향으로 음성·데이터통신이 가능하며 통신위성은 C·Ku·Ka밴드 주파수

23) AMS(R)S : Aeronautical Mobile Satellite Service

를 사용하는 국제음성통신용 위성과 달리 L밴드 주파수를 사용

- 특히, 서비스 영역 안을 운항하는 모든 고도의 항공기가 이용할 수 있으며, 전자파의 영향을 받지 않아 양질의 통신이 가능

- 다만, 정지궤도위성으로는 극지방에 서비스를 할 수 없어 극지방만을 위한 별도의 통신위성이 필요하며, 복잡하고 값비싼 기지국 장비가 필요하다는 단점이 있음

○ AMS(R)S가 제공하는 서비스형태로는 크게 항공교통서비스(ATS), 항공운항관리(AOC), 항공업무통신 및 항공여객통신으로 크게 네 분류로 세분됨

2. 항공항법(Navigation)

○ 차세대 항공 항법은 현재의 지상기반 항행지원시설의 전파특성으로 인한 정보제공 범위 제한 등을 극복하고 대양 및 대륙지역까지 지원 가능한 위성을 이용한 위성항법시스템으로 전환하는 것을 목표

○ 국제민간항공기구(ICAO)는 2020년경 대폭적인 항공교통량 증가에 대비하고 기존 항법지원시설의 수용능력 한계를 해결하기 위하여 위성항법시스템(GNSS[24])을 이용하기로 결정하였으며, 국제 표준 및 권고(SARPs)를 개정하고, 이를 이행하도록 권고

○ 따라서 항법분야의 차세대 항행안전시설 도입에 따라 유연한 항로구성이 가능하고, 지속적으로 증가하고 있는 항공교통량에 대한 대처와 항공안전성 및 이용자의 경제성 제고 등 여러 관련당사자에게 혜택이 있을 것으로 판단

- 지상항행안전시설에서 벗어난 통신기반의 감시기능 구현으로 북극권과 시베리아와 같은 항행인프라 구축이 용이하지 않은 지역의 항로개척 가능

- 항공교통량의 지속적인 증가에 대비하여 공역과 공항의 수용 능력 증대 가능

- 정밀하고 다양한 접근 경로제공을 통하여, ILS 보다 설치비용이 저렴하면서도 높은 동급의 정밀접근 기능을 제공할 수 있는 효과적인 대체수단이 될 수 있음

24) 위성항법시스템(GNSS)은 GPS, GLONASS 등 항법위성과 이들의 신호를 보정하기 위한 SBAS, GRAS, GBAS 등의 시설을 말함.

현행 시스템	차세대 시스템	
	전환 시스템	이용목적
ILS, VOR DME, NDB 등	위성항법시스템(GNSS) ①위치정보시스템(GPS 등) ②지역보정시스템(GBAS) ③광역보정시스템(SBAS) ④위성항법모니터링시스템 (GNSS Monitoring System)	GPS 등의 위치정보 위성을 이용하여 항공기 위치탐지, 항로비행, 정밀접근, 정밀 이착륙 지원 등을 지원 - 지역/광역/탑재보정장치를 이용, 항공기가 CAT-Ⅰ~Ⅲ급으로 활주로에 다중 경로로 정밀접근 및 이착륙 지원 - GPS 등의 위치정보 위성신호를 모니터하여 정상운영 상태를 감시

[표 4-14] 현행 시스템과 차세대 항공항법 시스템 비교

가. 광역보정시스템(SBAS)

○ 우리나라도 정밀착륙(CAT-Ⅰ, 시정 550m까지)을 목표로 위성항법보정시스템(SBAS) 구축계획을 수립하였으며, 2014년부터 R&D를 추진, 2021년까지 상용화를 목표로 총 3단계 사업으로 나누어 수행할 예정

- 설계 및 성능검증용 Test Bed 개발(1단계) : 2013~2015년
- 정밀접근용(APV급) 운영시스템 개발(2단계) : 2016~2018년
- 정밀착륙용(CAT-Ⅰ급) 운영시스템 개발(3단계) : 2019~2021년

나. 지역보정시스템(GBAS)

○ GBAS의 경우는 미국·프랑스에 이어 우리나라는 2003년 국내개발에 성공하였으며 2007년 인천공항에 국내 공항감시용으로 설치하여 운영

다. 성능기반항행(PBN)

○ 지상항행시설의 성능에 의존하던 기존의 비행방식에서 위성항법 시스템 또는 지상항행시설, 항공기 탑재장비(INS 등)를 이용하여 보다 정밀하고 유연한 항공로를 비행하도록 하는 방식

3. 감시(Surveillance)

○ 차세대 항공 감시시스템은 현재의 지상기반 레이더시설을 이용한 감시와 음성통신을 이용한 비행정보 교환 및 교통관리 방식을 위성기반 자동종속방송 시스템을 이용한 감시와 교통관리에 데이터통신 방식을 도입하는 개념임

현행시스템	차세대 시스템	
	전환시스템	주요기능
레이더 (PSR, SSR, ASDE, PAR 등)	자동종속감시 방송시스템 (ADS-B/TIS-B/FIS-B) 다중감시시스템(MLAT)	항공기가 데이터링크를 통하여 위치/등록기호/속도/고도 등의 정보를 주변 항공기 도는 관제기관에 알려주고, 관제기관 등은 받은 정보에 의해 비행안전 관리

[표 4-15] 현행 감시 시스템과 차세대 항공감시 시스템 비교

가. 자동종속감시 방송시스템(ADS-B)

○ 현 레이더와 HF/VHF 무선통신장치는 무선전파의 특성상 지형지물에 의한 통달거리 한계 등으로 전파불감지대를 발생시켜 정보신뢰성을 저하시킴

○ 이러한 문제점을 극복하기 위해 ICAO에서는 1983년부터 항공기가 자동으로 위치정보 송출이 가능한 ADS시스템을 개발

○ ADS는 항공기의 위치정보 및 식별정보 등의 정보를 조종사의 관여 없이 데이터화하여 항공기로부터 직접 또는 인공위성 데이터링크를 경유하여 지상관제시설로 전달되는 시스템

- 항공기의 위치정보는 관성항법시스템 또는 GPS 등과 같은 위성항법시스템을 이용하는 항법장비에 의해 취득됨

○ 취득된 3차원 위치정보 및 통과시간, 항공기 편명 등의 정보는 인공위성 등을 이용하여 지상의 항공관제시스템으로 전송되고 관제시스템은 관제사가 볼 수 있도록 시각화하여 관제업무 수행을 가능하게 함

○ 현재 ADS는 레이더와 같은 정확하고 효율적인 감시수단이 없는 지역에서 항공교통감시시스템으로 개발 중이며, ADS 정보 이용 시 대양지역이나 레이더감시가 불가능한 곳에서도 신뢰성 있는 관제업무가능

○ ADS-B는 일반적으로 항공기 또는 지상차량에 장착된 GNSS 수신기 및 GPS로부터 얻어진 위치정보 및 기타정보를 데이터 링크를 통해 규정된 시간간격에 따라 지상/공중에 방송

○ 주변의 항공기는 GNSS 수신기로부터 얻은 자신의 위치정보와 ADS-B 방송을 수신하여 처리하면 주위에 있는 모든 항공기 및 기타장비 위치를 알게 되는 새로운 항공감시 개념

○ ADS-B는 1회당 4~10초가 걸리던 기존 레이더 통신에 비해 1회당 0.5로의 전달 속도로 항공기의 감시 정밀도 향상

ADS-B 데이터 통신방식	연구환경
UAT (Universal Access Transceiver)	미국에서 ADS-B 서비스를 제공하기위해 개발 중 다만, 유럽의 동의를 받지 못하고 있음
SSR Mode-S(1090ES)	기존의 SSR 주파수를 사용하여 Mode-S 방식으로 방송 ICAO가 승인하여 현재상용화 중

[표 4-16] ADS-B 데이터 통신방식에 따른 연구환경

○ 2008년 인천국제공항에 지상이동지역 감시용으로 ADS-B를 구축하여 운영중에 있으며, 아태지역 또는 전 세계의 ADS-B 전환운영 추세에 맞도록 지상시설 구축과 함께 국적 항공사들도 ADS-B를 항공기에 탑재하고 있음

○ 우리나라에서는 GBAS 운용기술 개발 및 ADS-B 기술적/경제적 개발 타당성 검토와 연구를 통한 핵심기술 개발 추진을 위해 2014년 8월까지 총 163억원을 투입할 예정

- 아태지역 각국에 등록된 항공기는 ADS-B OUT을 2012까지 장착하도록 권고되어 있으며, ADS-B 데이터링크 1090ES를 기반으로 제주공항과 강원 표지소 등에 시범 구축·운영할 예정

나. MLAT(Multilateration)

○ MLAT는 항공기의 ATC 트랜스폰더로부터 송신되는 신호를 지상에 설치된 3개 이상의 수신장치로 수신하고 그 수신장치 간 수신 시각의 차이를 각 수신장치와 항공기와의 거리 차이로 변환해 항공기의 위치를 산출하는 신개념의 시스템

- 국내에서는 레이더 탐지가 곤란하거나 비행절차가 복잡한 지역은 기존 레이더와 ADS-B 또는 Multilateration을 융합하는 체계로 추진할 계획

○ 인천공항에서 지상감시 기능을 수행하기 위해 SMR과 ADS-B(지상용)를 사용 중이나 항적탐지에 일부 Label Drop현상이 발생하고, 음영구역이 다수 발생하고 있어, 2015년까지 MLAT 도입 예정

다. 항공기 지상이동 관제시스템(A-SMGCS)

○ 항공기 지상이동 관제시스템은 공항 내에 설치된 레이더와 등화제어장치를 이용해 활주로와 유도로를 이동하는 항공기와 각종 지원차량을 감지, 유도, 통제하는 지상 종합관제시스템으로서 항공기 안전운항을 지원하는 장비임

- 2단계의 A-SMGCS 인천공항에 설치되어 있으며, 한국공항공사에서 2008년 국산화에 성공하여 현재 제주국제공항에 추가로 구축되었음

○ 지상이동안내 및 관제시스템은 크게 다음의 4가지 기능으로 구성됨

- 감시(Surveillance)
- 통제(Control)
- 경로/계획(Routing/Planning)
- 안내(Guidance)

○ A-SMCGS 이행은 다음 4단계로 구분됨

- A-SMGCS 1단계 : 1단계는 기동지역 내의 지상 이동장비나 항공기 이동지역을 감시하기 위한 향상된 감시 및 절차 사용. 관제사는 SMR 이미지로부터 지상 장비 또는 항공기의 정보 및 위치를 제공받으며, 지시 및 허가를 발행함

- A-SMGCS 2단계 (감시 + 안전망) : 1단계에 활주로와 특정 구역을 보호하기 위한 안전망(Safety Nets)을 추가함. 관제사에게 활주로상의 모

든 이동장비간의 충돌과, 제한 구역을 침범하는 항공기에 대한 경보 제공

- A-SMGCS 3단계 (충돌 탐지) : 관제사에게 이동 경로 계획 및 안내 정보를 제공하며, 이동지역내의 모든 충돌에 대한 탐지 가능

- A-SMGCS 4단계 (충돌 회피, 자동 계획 및 안내) : 조종사와 관제사에게 자동으로 이동 경로 계획 및 경로에 대한 안내를 제공하며, 모든 충돌위험에 대한 해법을 제공함

5장. 국내 ASBU 이행 계획

1절. 비전 및 목표

1. 비전 및 목표 설정

○ 본 보고서에서 제시하는 국내 ASBU 이행 계획은 우리나라의 미래 항공교통시스템 전환을 위해 요구되는 ASBU 이행 모듈을 검토하여 수립되었으며, 2023년을 목표로 발전된 항행기술의 수용과 통합적인 항공교통관리를 통해 더욱 안전하고 경제적인 항공교통체계를 구축하는 것을 목표로 함

○ 따라서 안전하고 경제적인 미래 글로벌 항공교통 체계 구축을 비전으로 하여 하위 5개의 목표와 4 분야의 추진 전략을 수립함

○ 본 계획에서 제시하는 5개의 이행 목표는 다음과 같음

1) 2013년대비 항공사고 20% 감축

- 본 계획과 유사한 유럽 SESAR는 2005년 기준으로 2025년(Step 1 종료시점)까지 항공사고 40% 감소를 목표로 하고 있음 . 따라서 본 계획에서는 2013년 사고발생 건수(백만 출발당) 5.10건을 기준으로 2023년까지 항공사고 20% 감축(2023년 목표 사고 건수 4.08건)을 목표로 함

2) 2013년대비 항공기 지연율 15%, 결항률 6% 감소

- SESAR 목표 설정 근거에 의하면 2005년을 기준으로 2025년(Step 1 종료시점)까지 공역수용량 27% 증가를 목표로 하고 있으며 이는 연간 약 1.4% 증가치로 환산됨. 따라서 본 계획에서는 2013년 지연율(4.38%) 기준으로 연평균 1.5% 감소를 목표로 2023년까지 지연율 15% 감소(2023년 목표 지연율 3.77%)를 목표로 함

- 결항률은 2010년 이후 2013년까지 지속적인 감소추세(연평균 약 0.3% 감소)임을 감안하여 본 계획의 이행을 통하여 2013년 결항률(0.48%) 기준으로 연평균 0.6% 감소를 목표로 2023년까지 결항률 6% 감소(2023년 목표

결항률 0.45%)를 목표로 함

3) 2013년 온실가스 배출량의 예측치 대비 온실가스 배출량 2% 감축

- '03년~'10년간 운항횟수당 온실가스 배출량 분석결과, 연평균 약 5%감소를 보였으며 이를 근거로 2013년에는 운항 횟수당 약 1.91톤으로 예측됨

- SESAR 목표 설정 근거에 의하면 2005년을 기준으로 2025년(Step 1 종료 시점)까지 온실가스 4% 감소를 목표로 하고 있음

- 따라서 본 계획의 이행을 통하여 2013년 온실가스 배출량 예측치(1.91톤) 기준으로 2023년까지 온실가스 배출량 2% 감축(2023년 운항 횟수당 온실가스 배출량 1.87톤)을 목표로 함

- 2023년까지 10년간 예상되는 온실가스 배출 감축량을 연료량으로 환산하여 화폐가치로 환산해 본 결과 2014년 기준 현재 가치로 약 14,000억원[25] 의 연료 절감 편익을 얻을 수 있는 것으로 예측되었음

4) 협업적 의사결정을 통한 ATM 효율성 제고

5) 미래 글로벌 항공교통체계의 성공적 이행

○ 위에서 설명한 5개의 목표를 달성하기 위한 추진전략을 다시 4가지 분야로 구분하였으며 그 내용은 다음과 같음

가) 지상 및 접근 공역 최적 운영

- 최적 운영 위성기반의 항법 서비스 제공은 지상 및 공중에서 운항중인 항공기의 위치 및 운항 상태에 대해 더욱 정확한 감시를 가능하게 할 것이며, 이륙부터 착륙까지의 모든 비행단계에 걸쳐 각 이해 관계자들 간의 협력적인 의사결정 과정을 통해 이해 관계자들의 다양한 요구와 목표를 수용할 수 있을 것임

- 또한 위성 항법은 항공기 이·착륙에 대한 신뢰도 있는 정보를 제공할 것이며, 정밀항법을 통해 항로 설정을 유연하게 하여 효율적인 미래 항공교

25) 항공기운항횟수는 "제 4차 공항개발 중장기계획"의 중성장 성장률을 이용하였음. 1 ton의 Jet Fuel은 3.15 ton의 CO2를 배출한다(SESAR and the Environment, Eurocontrol)는 가정을 사용하였으며, 유가는 톤당 338.1 달러, 환율은 달러당 1,018원(2014.06.17), 연간 사회적 할인율은 5.5%를 적용하였음.

통시스템 운영을 가능하게 할 것임

나) ATM 정보 통합운영

- 디지털 네트워크를 활용한 항공정보 및 기상정보 등 풍부한 데이터 환경과 시기적절한 정보의 흐름은 항공교통시스템의 주요 의사 결정자들에게 보다 정확하고 안전한 의사결정을 가능하게 할 것 이며, 기존 음성 위주의 통신을 활용한 관제에서 디지털 데이터 통신을 활용한 관제로의 전환은 폭넓은 데이터 수집과 정보 공유의 토대가 될 것 임

- 또한 지속적인 CNS/ATM 성과측정 및 평가를 위한 체계를 구축함으로서 미래항공교통시스템 구축을 위한 계획 및 성과를 평가함에 따라 국내 항공교통 시스템의 문제점을 정확히 지적하고 소모적인 투자를 방지할 수 있을 것으로 기대됨

다) 공역 수용력과 수요의 균형화

○ 항공수요와 ATM 수용력간의 불균형을 인식하고, 향상된 정보 전달 네트워크 시스템을 이용하여 향후 추세를 예측하여 더욱 견고한 항공교통관리체계를 구현, 확립 할 것임

○ 지상 및 항공기를 기반으로 하는 향상된 감시 장비 기능을 이용하여 지상 및 공중의 상황인식 능력을 향상시키고 항공기 분리 및 안전 운항에 대한 효율적 운영을 도모함

라) 4D 운항체계 기반 구축

○ 항공기의 궤적을 기반으로 하는 운항체계를 발전을 통해 항공기 운항 효율성을 향상시키며 동시에 배출가스 감소 효과를 기대할 수 있음

○ 본 이행 계획은 ASBU 블록 타임라인에 맞추어 5년 단위로 계획이 수립되어야 하며, 수립 계획의 이행 및 연구·개발 진행에 따라 1년마다 갱신될 필요가 있음


비 전
안전하고 경제적인 미래 글로벌 항공교통 체계 구축
목 표
• (' 13년대비) 항공사고 20% 감축
• (' 13년대비) 항공기 지연율 15%, 결항률 6% 감소
• (' 13년 예측치 대비) 온실가스 배출량 2% 감축
• 협업적 의사결정을 통한 ATM 효율성 제고
• 미래 글로벌 항공교통체계의 성공적 이행
추 진 전 략
지상 및 접근공역 최적운영
ATM 정보 통합 운영
공역 수용력과 수요의 균형화
4D 운항체계 기반 구축

2절. ASBU 국내 추진 체계

1. 추진체계 구성의 필요성

○ 미래 항공교통시스템의 특성과 성공적 목표 달성을 위해 전통적인 국가 주도의 Top-Down(국가가 정하고 시행하는) 방식이 아닌 다수의 이해관계자들이 참여하는 Bottom-Up 방식의 협력적 의사결정 환경을 통한 계획 및 이행체계를 요구함

○ ICAO ASBU의 기초가 되는 미국의 NextGen, 유럽의 SESAR 이행을 위해 각각 JPDO[26], SJU[27]를 통해 마스터플랜 및 이행계획을 연구·수립하였고 이후 10년 이상에 걸쳐 ATM 현대화 연구를 지속적으로 수행 중임

- 협력적 미래 항공교통 환경 구축을 위하여 각 이해관계자들의 활발한 의견 수렴과 협력적·발전적 논의를 통해 구체적인 계획 수립 및 이행방안을 마련하고 지속적으로 이행상황을 점검하는 것이 필요함



[그림 5-1] NextGen JPDO의 구성

○ 현재 우리나라에서도 항행, 공항, 항공안전과 관련하여 중장기 발전계획을 수립하고 이행하고 있으나 날로 증가하는 항공교통량을 수용하고 ICAO의

26) Joint Planning and Development Office
27) SESAR Joint Undertaking

목표인 원활한 글로벌 ATM을 달성하기 위해서는 이 모든 계획을 상위에서 통합하고 조정할 수 있는 국가차원의「미래항공시스템 전환(ASBU) 중장기 추진 계획」이 반드시 필요함

2. 추진 협의체 구성 방안

○ ASBU 국내 이행의 성공적인 추진을 위해서 추진 협의체는 마스터플랜 수립을 비롯하여 이행계획, 기술개발계획, ATM 수요 조사 등 업무의 연속성 및 항상성을 보장하여야 하며, 동시에 기술개발의 필요성 및 예산, 타 과제와의 연계성, 항공시스템 전반에 미치는 영향, 사회 경제적 효과 등에 대한 구체적인 연구 및 계획을 추진해야 함

○ 이러한 활동들은 관련기관(정부 및 공항), 연구기관, 학계, 산업계(항공사, 항공기 제작사 등), 군이 공동으로 참여하는 추진체 설립을 통해 이루어 질 수 있음

○ 정부는 이러한 추진체의 중심에서 각 이해당사자들의 의견을 조정하고, 제도적 법률적 뒷받침을 도모해야 함

3. 추진체계의 역할

○ ASBU 국내 추진을 위한 추진체계는 다음과 같은 역할을 수행해 낼 수 있어야 함

○ ATM 현대화 관련 법·제도 제안 및 추진

- ASBU 이행 및 ATM 현대화 관련 법정계획 수립·제안
- 계획의 성공적 수행을 위한 관련 제도 제언, 규제사항 검토 및 정책대안 제시

○ 이행과제 소요제기

- 이해관계자 간 심도 있는 논의 및 심의를 통해 단·장기 이행과제 이행 제안
- 기존의 정부주도 추진과정이 아닌 모든 이해관계자들의 다양한 소요제기를 통한 Bottom-Up 프로세스가 필요

○ 경제성 및 타당성 분석 연구

- ATM 이행과제의 경제성 및 타당성은 심도 있는 연구·조사가 추진되어야 하며 현재 많은 선진국들 또한 표준화된 연구방법론에 대해 연구개발 중

- 특히, 경제적 타당성이 미약한 과제는 산업계 및 공역이용자들의 참여를 이끌어 내기 어려운 상황임을 감안

○ 이행과제 추진심의

- 이행과제의 경제성 분석 결과와 정책적·기술적 타당성을 종합적으로 평가하여 최종 수행여부를 심의

○ 성공적 이행을 위한 기관별 역할 분담

- 기관의 고유한 업무영역에 맞게 적절한 역할 분담 및 수행을 통한 계획의 성공적 수행

○ 이행상황 점검 및 일정·역할 조정

- 이행상황의 주기적 점검 및 피드백 과정을 통한 일정·역할 조정 과정

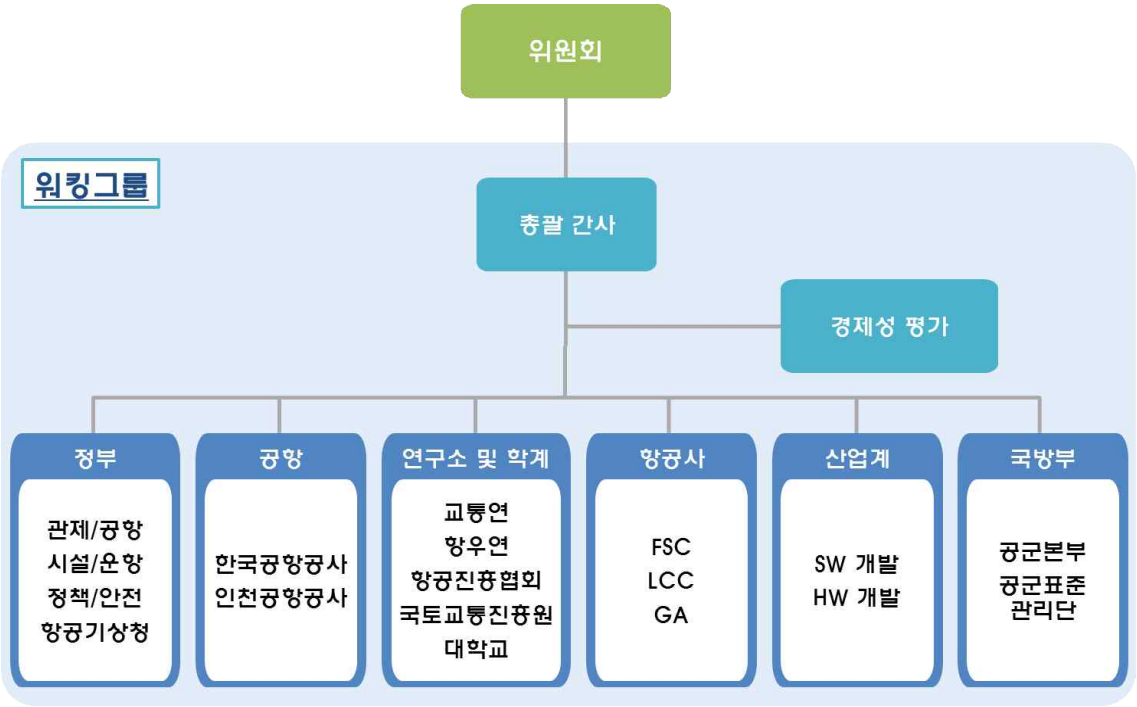
4. 추진체계 구성

○ 추진체계는 마스터플랜 수립을 비롯한 실효성 있는 이행계획, 기술개발계획, 경제성 분석 등 업무의 연속성 및 향상성 보장이 가능한 방향으로 구성

○ 업무의 효율성을 위해 위원회와 워킹그룹의 이원화된 체계로 구성

- 위원회는 실무이행팀의 제안에 대한 최종심의, 경제성 및 타당성 연구 결과 검토, 의견 조율 및 최상위 의사결정 등 수행

- 워킹그룹은 이행과제 소요제기, 기관 간 논의, 이행과제(안)에 대한 경제성 및 타당성 분석, 이행상황 점검 등 각종 실무업무 및 연구·조사 수행



[그림 5-2] 추진체 구성방안

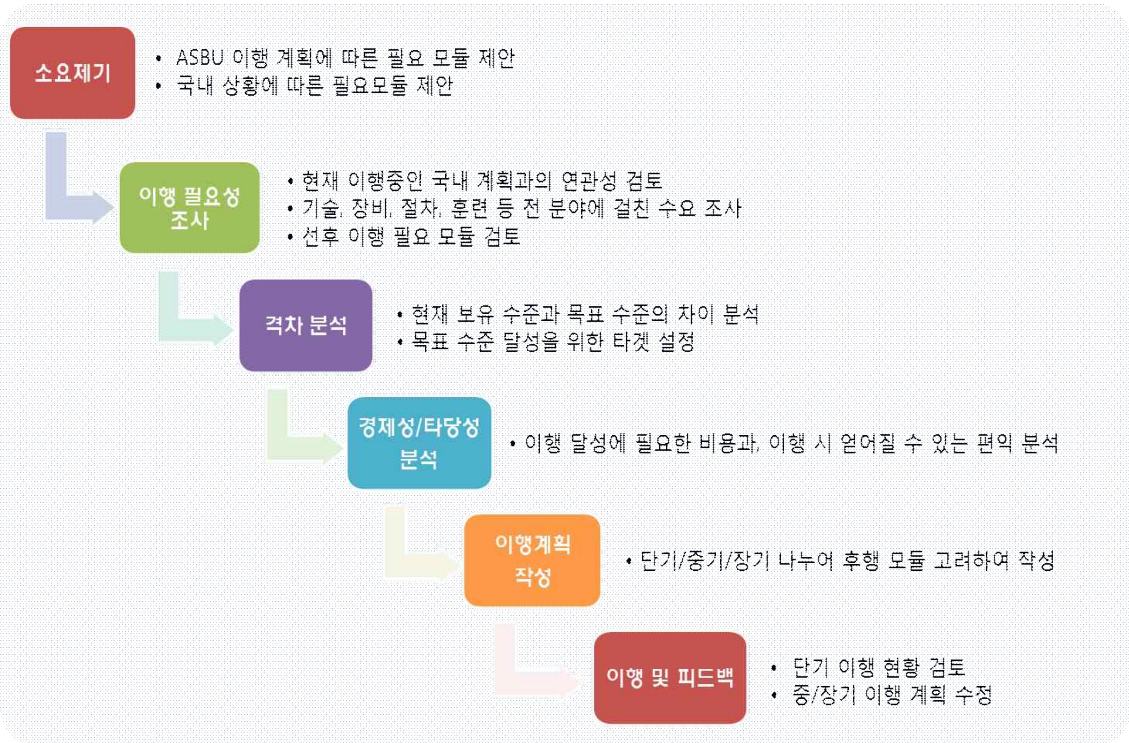
5. 업무 프로세스

○ 위원회 회의는 반기별 1회 개최하여 이행 효율화를 도모하도록 함

- 위원회 구성은 위원장 1인(항공정책실장) 및 국장·과장, 각 기관의 고위급 책임자로 구성된 위원 선임

○ 워킹그룹 회의는 분기별 1회 또는 그 외 필요한 시기마다 개최하여 전략적, 효율적인 계획 및 이행을 할 수 있도록 해야 함

- 각 이해관계자를 대표하는 부문간사와 워킹그룹 총괄간사의 운영으로 업무의 효율화 도모


소요제기
• ASBU 이행 계획에 따른 필요 모듈 제안
• 국내 상황에 따른 필요모듈 제안
이행 필요성 조사
• 현재 이행중인 국내 계획과의 연관성 검토
• 기술, 장비, 절차, 훈련 등 전 분야에 걸친 수요 조사
• 선후 이행 필요 모듈 검토
격차 분석
• 현재 보유 수준과 목표 수준의 차이 분석
• 목표 수준 달성을 위한 타겟 설정
경제성/타당성 분석
• 이행 달성에 필요한 비용과, 이행 시 얻어질 수 있는 편익 분석
이행계획 작성
• 단기/중기/장기 나누어 후행 모듈 고려하여 작성
이행 및 피드백
• 단기 이행 현황 검토
• 중/장기 이행 계획 수정

[그림 5-3] 추진 프로세스

3절. 추진과제 및 이행 로드맵, 기술 로드맵

○ 앞서 제시한 비전과 목표, 4가지 추진전략을 바탕으로 추진전략별 추진과제를 도출하였음

○ 각 추진과제는 ASBU 모듈을 이행하도록 하는 것을 바탕으로 하였으며, 향후 미래 단계의 ASBU 모듈 이행을 위해서 선제적, 필수적으로 이행이 필요한 과제도 포함되어 있음

○ 각 추진전략은 ASBU의 성능개선영역(PIA)을 바탕으로 총 4가지 영역으로 나뉘어 졌으며, 추진 과제들은 ASBU 이행 모듈과 매치 될 수 있도록 도출하였음

○ 이중, 기존에 연구개발이 진행 또는 계획 되어 있는 과제도 모두 포함하였으며, R&D 사업 이외에 국토교통부에서 수행하고 있는 일반 과제로 추진해야할 부분에 대해서도 모두 취합하여 전체 이행계획을 작성 후, 추진이 미진한 부분에 대하여 중점 추진과제를 도출하였음

○ 추진전략 1) 지상 및 접근공역 최적 운영을 위한 추진 과제는 총 6개로, 공항 및 항공기 접근단계에서 보다 효율적인 항공기 운영을 이행할 수 있도록 지원하는 것을 목표로 함

○ 추진전략 2) ATM 정보 통합운영을 위한 추진과제는 총 5개로, 가장 중심이 되는 통합항공정보시스템체계(SWIM) 설계 및 시스템 개발을 중심으로 지대지, 공대지 정보 교환을 위한 시스템 체계를 구축에 필요한 추진 과제들을 포함해 통합항공정보시스템 구현하는 것을 목표로 함. 또한 ASBU 이행 평가를 위해 반드시 필요한 ATM 성능감시 및 투자 평가 체계 구축을 포함하고 있음

○ 추진전략 3) 공역 수용력과 수요의 균형화를 위한 추진과제는 총 6개로, ATFM 운영체계 및 시스템 개발 과제를 포함하여 공역 사용을 개선을 지원하는 과제들로 구성됨

○ 추진전략 4) 4D 운항체계 기반 구축을 위한 추진과제는 총 4개로 향후 궤적기반운항(TBO) 이행을 위해 필수 이행이 요구 되는 과제들로 구성됨

○ 각 추진 전략별 추진 과제 현황은 아래 표와 같음

추진전략	추진과제
1 지상 및 접근공역 최적 운영	1-1. 위성항행시스템 기반의 접근절차 제공 강화
	1-2. 최적 후류분리 운영 시스템 개발 및 적용
	1-3. 지상관리 자동화 시스템 개발 및 적용
	1-4. 도착 및 출발관리 시스템 개발 및 적용
	1-5. A-CDM 체계 개발 및 적용
	1-6. 원격공항관제운영 체계 설계 및 시스템 개발
2 ATM 정보 통합 운영	2-1. AIDC 구축을 통한 협력적 관제운영 체계 강화
	2-2. 디지털 항공정보 체계 구축
	2-3. 통합항공정보(SWIM) 체계 설계 및 시스템 개발
	2-4. 항공기상정보 활용 체계 구축
	2-5. CNS/ATM 성과측정 및 평가체계 구축
3 공역 수용력과 수요의 균형화	3-1. 이용자 선호 비행경로 제공을 위한 기반 구축
	3-2. ATFM 시스템 구축 및 운영
	3-3. 지상기반 항공안전망 적용 확대
	3-4. 항공기 지상감시 능력 강화
	3-5. 조종사 상황인식 능력 강화 및 간격관리 적용 기반 구축
	3-6. 공중충돌경보장치 성능 개선
4 4D 운항체계 기반 구축	4-1. 연속강하 및 상승운영 확대 적용
	4-2. CPDLC 활용을 통한 운항 안전성 제고
	4-3. 4D 운항개념 정립 및 기반 구축
	4-4. 원격조종 항공기 도입 기반 구축

[표 5-1] 추진 전략별 추진과제



[그림 5-4] ASBU 모듈과 추진과제 연계도

1. 지상 및 접근 공역 최적 운영

가. 추진 배경

○ 세계항공교통수요가 증가함에 따라 공역 및 공항 인근의 혼잡한 교통으로 인한 운영측면에서의 비용 손실과 항공 지연 및 환경적 요소에 대한 영향 증가가 초래됨

○ 전체 ATM 수용력 증대를 위한 기존의 활주로 및 공항시설 확충은 많은 자본과 오랜 기간이 소요되며 투자의 불확실성이 존재

○ 전통적인 운영체계에서는 직접적인 시각감시가 미치지 못하는 영역이 존재하기 때문에 운영 측면에서의 효율성이 크게 떨어지고 이에 따른 안전성 확보 및 환경적 영향에 대한 문제점이 야기됨

○ 위성항법을 비롯한 새로운 항행 기술, 통신 기술의 발달은 기존의 공항 시설을 확충하지 않고도 자원을 좀 더 효율적으로 활용하여 수용량을 증대할 수 있는 방법을 제시함

○ 따라서 기존 시설의 수용력 확대 및 효율적 이용을 위해 기존의 수용량 증대를 위한 인프라 확충의 개념에서 가용 자원의 효율적 운영으로의 개념 전환이 필요한 시점임

○ 또한, 운항의 경제성 확보 차원에서 각 이해관계자들의 협력적 의사결정을 통한 적시적인 항공기 이동을 통해 불필요한 지연 및 온실가스 배출량 감소를 이루고 운항의 경제성을 확보할 필요가 있음

나. 전략 목표

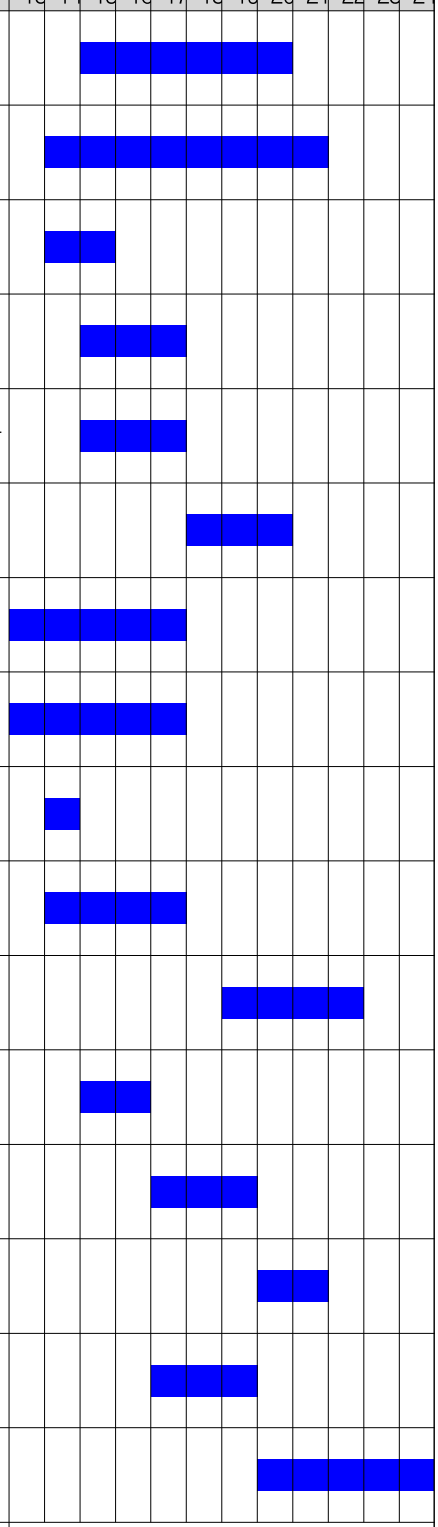
○ 추진전략 1에서 이루고자 하는 전략 목표는 다음과 같음

- 지상 및 접근공역 수용력 증대
- 지연율 감소 및 운항 경제성 증가
- 연료소비량 감소로 인한 온실가스 배출 감소

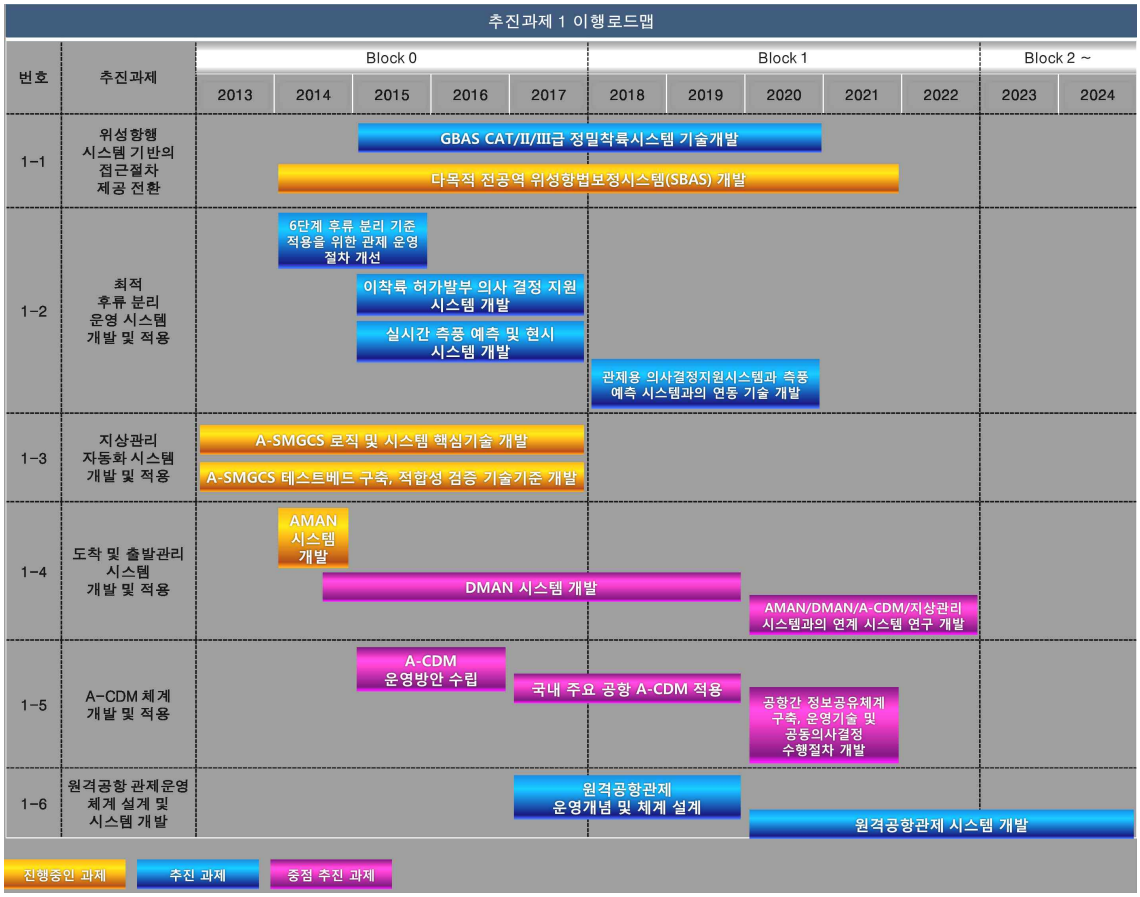
다. 이행 로드맵

○ 추진전략 1에 따른 6개 추진과제에 대한 이행 로드맵은 다음과 같음

번호	추진과제	추진내용	일정
1-1	위성항행시스템 기반의 접근절차 제공 전환	GBAS CAT-II/III급 정밀착륙시스템 기술개발	
		다목적 전공역 위성항법보정시스템(SBAS) 개발	
1-2	최적 후류분리 운영 시스템 개발 및 적용	6단계 후류분리 기준 적용을 위한 관제 운영절차 개선	
		이착륙 허가발부 의사 결정 지원 시스템 개발	
		실시간 측풍예측 및 현시시스템 개발	
		관제용 의사결정지원시스템과 측풍 예측시스템과의 연동 기술 개발	
1-3	지상관리 자동화 시스템 개발 및 적용	A-SMGCS 로직 및 시스템 핵심기술 개발	
		A-SMGCS 테스트베드 구축, 적합성 검증 기술기준 개발	
1-4	도착 및 출발관리 시스템 개발 및 적용	AMAN 시스템 개발	
		DMAN 시스템개발	
		AMAN/DMAN/A-CDM/지상관리 시스템과의 연계 시스템 연구 개발	
1-5	A-CDM 체계 개발 및 적용	A-CDM 운영방안 수립	
		국내 주요 공항 A-CDM 적용	
		공항간 정보공유체계구축, 운영기술 및 공동의사결정 수행절차 개발	
1-6	원격공항관제운영 체계 설계 및 시스템 개발	원격공항관제 운영개념 및 체계 설계	
		원격공항관제 시스템 개발	
총계	6	18	



[표 5-2] 추진과제 1 이행로드맵



[그림 5-5] 추진과제 1 이행로드맵

라. 과제별 상세 내용

1) 위성항행시스템 기반의 접근절차 제공 강화

가) 배경 및 필요성

○ 지상기반의 전통적인 접근유도시설인 계기착륙시설(ILS), 전방향표지시설(VOR), 거리측정시설(DME) 등은 설치 지형에 크게 영향을 받으며, 지형에 따라 경로 설정을 유연하게 할 수 없는 문제점을 가지고 있음

○ 뿐만 아니라 유지 및 보수에 요구되는 비용이 높고, 접근경로 한 방향마다 1기의 시설을 필요로 하여 운영, 관리에 많은 비용을 필요로 함

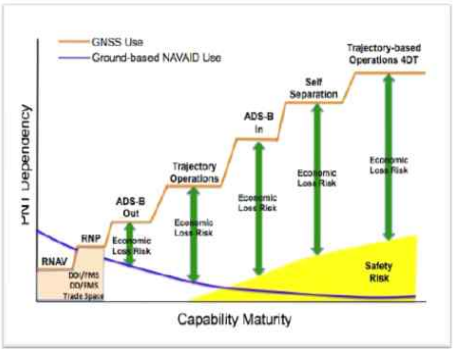
- ILS : 설치 및 유지 비용이 높음, 설치 위치가 지형에 영향을 받음, 한 개의 시설로 다중활주로 유도불가

- VOR, NDB : 수직유도 지원불가, 설치위치에 따라 상대적으로 높은 착륙

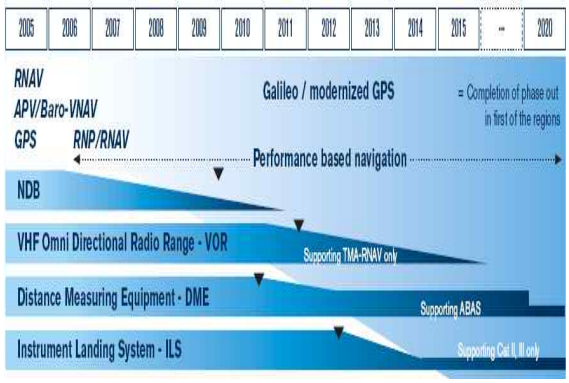
최저치 제공

○ 위성을 기반으로 하는 위성항행체계(GNSS)는 ICAO 글로벌 항행계획(GANP)에서 요구하는 핵심 이행사항으로서 미래 ATM 환경은 기존의 지상항행시설 기반에서 위성항법시설을 기반으로 하는 항행체계로 전환될 예정임

<위성서비스 의존도 >



< 위성기반 항행 변화 (IATA 자료)>



[그림 5-6] 위성항행체계로의 전환

○ 특히 GBAS를 제외한 성능기반항행(PBN)절차는 지상의 항행시설을 필요로 하지 않으며, 수평/수직 접근경로 설계에 있어 많은 유연성을 제공할 수 있음

나) 국내 외 동향

○ 국내에서는 지난 2010년부터 성능기반항행(PBN) 전환 계획을 추진 중이며, 이를 통해 PBN 항공로 설계 및 접근 절차 개선 진행 중임

- 2016년까지 전 공항 Baro-VNAV 절차 도입을 계획 중이며, 2017년까지 GBAS를 이용한 접근 절차 구축 계획

- 현재 국내 일부 공항에 Baro-VNAV 이용한 접근 절차가 설계되어 있으나 아직까지는 ILS의 의존률이 높음

○ GBAS 장비와 관련한 연구 활동으로는 한국항공우주연구원에서 「항공용 위성항행 통신시스템 개발」을 수행중이며, 현재 김포공항에 미국 Honeywell 사의 GBAS 장비를 설치/운용 시험하여 승인기술 및 절차 개발 완료 ('~14)

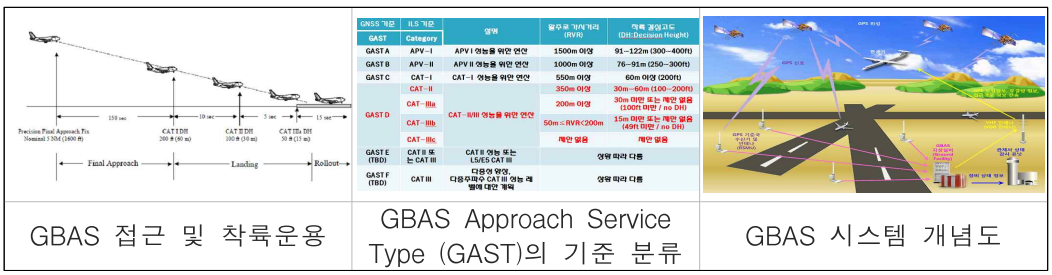
○ 보다 정밀한 성능을 갖는 GBAS 장비 개발을 위한 「GBAS CAT-II/Ⅲ 기술 개발 기본 계획 연구」를 한국항공대학교에서 수행 중 ('13~'14)

○ 현재 미국은 휴스턴, 뉴왁공항에 GLS CAT-I 절차를 시범운영 중이며, GLS CAT Ⅱ/Ⅲ 접근절차에 대해서도 프로토타입을 개발 중('17년 운영 승인 계획)

○ 유럽은 2014년부터 GLS CAT-Ⅱ/Ⅲ 시험 운용 계획

다) 이행 목표

○ 위성을 바탕으로 하는 성능기반항행절차 및 오차보정착륙시스템(GBAS/SBAS)을 이용하여 공항 접근 경로의 설정을 유연하게 하고, 위성항행체계로의 전환을 이행함



[그림 5-7] GBAS 시스템 소개

라) 추진 계획 및 일정

번호	추진과제	추진내용	일정
1-1	위성항행시스템 기반의 접근절차 제공 강화	GBAS CAT-II/III급 정밀착륙시스템 기술개발	'13 '14 '15 '16 '17 '18 '19 '20 '21 '22 '23 '24
		다목적 전공역 위성항법보정시스템(SBAS) 개발	

마) 기대효과

○ 위성항법시설(GNSS)을 기반으로 하는 접근절차는 다양하고 유연한 접근 경로를 통한 수용력 향상, 접근 경로 개선을 통한 접근시간 및 연료 소모량, 배출가스, 소음 감소 효과를 기대할 수 있음

○ 또한 항공기의 접근경로에 대한 예측성을 향상시킬 수 있어 비행 안전성

향상에 기여할 수 있음

○ 항공기 접근을 위한 지상 장비의 설치 및 유지보수에 들어가는 비용을 감소시킬 수 있어 장기적으로 경제적 효과를 가짐

○ 비록 현재의 기술수준(GBAS CAT-Ⅰ)은 기존의 ILS와 비교하여 큰 장점을 갖지 못해 국내 적용을 통한 효과도 상대적으로 적을 것으로 예상되나, GLS CAT-Ⅱ/Ⅲ 수준의 기술이 적용가능하게 되면, 항공기 접근 경로를 유연하게 하고 이에 따라 활주로 접근성이 향상되어 경제적 측면 등의 운영상 이점을 기대할 수 있음

- 이러한 경제적 효과는 더 많은 항공사가 위성항행기반의 접근 절차 이행을 위한 항공기 탑재장비를 탑재할 수 있도록 유도할 수 있음

○ 또한 위성항법기반 체제로의 전환은 미래 글로벌 항공교통시스템에서 이루고자 하는 국제 항공사회의 통합에 기여할 수 있음

2) 최적후류분리 운영 시스템 개발 및 적용

가) 배경 및 필요성

○ 활주로 및 공역은 한정된 자원의 개념으로 인식되어야 하며 이의 효율적 운영은 공항 수용력 증대를 위해 반드시 필요함

○ 현재 사용되고 있는 후류분리 기준은 1990년대에 개발된 것으로, 최근 발달된 항공기 성능/기종 변화와 실제 후류이동을 고려할 때 과다하게 보수적으로 적용되고 있고, 이는 결국 공항 수용력 감소로 이어지는 결과를 낳음

○ 이에 미국, 유럽과 같은 항공 선진국들은 공항 수용력 증대를 위해 발달된 항공기 성능에 부합하는 축소된 후류 분리 기준을 마련하고 적용하기 위해 준비 단계에 있음

○ 뿐만 아니라 활주로 주변의 측풍을 측정 및 예측하여, 이·착륙 하는 항공기의 경로에 미치는 후류의 영향을 미리 계산하여 분리기준을 동적으로 적용하는 계획을 포함하고 있음

○ 공항 수용력 증대를 위해 항공기 후류영향으로 인한 항공기간 분리기준 축소와 더불어 기상요인에 따른 수용력 저하를 최소화할 필요가 있음

○ ICAO에서는 현행 3단계로 구분되어 있는 단일 활주로 상의 후류분리기준을 향후 6단계로 개정을 계획 중에 있음

- 이러한 후류분리기준 개정을 통한 활주로 수용력 증대는 항공기 탑재장비나 성능요건에 어떠한 변화도 주지 않음

- 6단계 분리기준은 향후 B1단계에서는 선-후행 항공기의 기종 간 조합에 따른 분리기준 제공으로 확대할 예정임

○ 따라서 우리나라도 ICAO 기준 개정 시 국내 기준을 개정하고, 확대된 후류분리기준을 보다 효율적으로 이행할 수 있는 의사결정 지원 자동화 시스템에 대한 준비가 필요할 것으로 예상됨

○ 나아가 활주로 주변의 기상에 대한 정확한 관측을 통하여 기상요소와 후류특성을 고려한 탄력적인 분리기준과 관련절차, 시스템, 운영기술을 개발할 필요가 있음

나) 국내 외 동향

○ 국내에서는 현재 ICAO의 3단계 후류분리 기준을 사용하고 있음

○ 미국은 ICAO의 6단계 후류분리기준 개선 승인절차에 맞추어 관련 문서 및 절차를 개발 중이며, 후류분리 기준 이행을 위한 자동화 시스템을 개선중임

- 미국은 2008년 이전 활주로 간 거리 760m 이하 평행활주로의 후류분리는 단일활주로 분리기준을 적용하였으며, HEAVY 항공기를 제외한 다른 항공기들의 후류영향이 예상보다 작다고 판단하여 새로운 분리기준 적용을 위한 연구에 착수

- 이를 통해 종속대각절차를 개발하고 2008년 5개의 공항에 적용하여 평행활주로에서 시간 당 도착횟수 10회 이상 증가 확인

- 760m 이하 평행활주로를 이용하는 도착항공기의 경우 시애틀, 멤피스 공항 등 7개 공항에서 활주로 정비로 인한 폐쇄 시 축소된 분리 기준을 사용할 수 있도록 FAA 절차 사용을 승인함

- 760m 이하 평행활주로를 이용하는 출발항공기의 경우 후류분리완화(WTMD; Wake turbulence mitigation for departures) 연구를 수행하고,

이를 통해 활주로에 일정한 방향을 갖는 충분한 측풍과 HEAVY 항공기 이륙 후 뒷바람이 존재했을 시, 현행 2~3분 지연의 적용을 완화할 수 있다고 판단

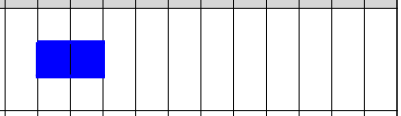
- 휴스턴, 멤피스 공항 등 2개 공항에서 현재 WTMD 절차 시범 운영 중이며 후류분리완화기준을 운영 승인 예정임

다) 이행 목표

○ 단일 활주로 및 평행 활주로에서 적용되고 있는 후류분리 기준을 세분화하여 공항 수용력을 증대하고, 효율성을 향상시킴

○ 관제사의 후류분리 기준 적용을 도와줄 수 있는 의사결정 지원 시스템을 개발하고, 측풍 측정 및 감시 시스템을 개발하여 최적화된 후류 분리 기준 제공

라) 추진 계획 및 일정

번호	관리과제	추진내용	일정
1-2	최적 후류분리 운영 시스템 개발 및 적용	6단계 후류분리 기준 적용을 위한 관제 운영절차 개선	
		이착륙 허가발부 의사 결정 지원 시스템 개발	
		실시간 측풍예측 및 현시시스템 개발	
		관제용 의사결정지원시스템과 측풍 예측시스템과의 연동 기술 개발	

마) 기대효과

○ 항공기 후류 분리 기준 최적화를 통해 대기 항공기의 불필요한 대기시간 줄인 효율적 활주로 이용을 통해 활주로 수용력을 향상시킴

○ 관제사에게 의사결정 지원 시스템 제공 및 항공기 후류 정보를 관제 모니터 상에 전시(Display)하여 안전도를 향상시키고 관제사 업무량 감소

3) 지상관리 자동화 시스템 개발 및 적용

가) 배경 및 필요성

○ 전통적인 항공기 지상 이동 및 안내 통제 시스템(SMGCS: Surface Movement Guidance and Control Systems) 기능은 주로 육안감시, 공항 내 신호체계, 등화, 표식 등을 이용하였음

○ 최근 항공기 탑재장비 및 지상 감시 장비의 발달은 기존의 사람의 육안으로 이루어지던 감시에서 시스템에서 정밀화된 장비를 이용한 감시를 통한 자동화된 지상관리 시스템으로 전환할 수 있게 함

○ 차세대 지상 관리의 개념은 효율적인 지상 이동체 유도 및 통제를 통해 안전성을 확보하고 지상에서 지연감소를 통해 운항의 경제성을 제고하는 것을 목표로 함

○ A-SMGCS(Advanced Surface Movement and Guidance Control System)

개념은 자동화 기술을 통하여 공항 내 항공기, 차량, 기타 지상 이동체의 움직임을 감시하고 관제사에게 감시 및 경보 기능을 제공함으로서 활주로 및 유도로에서 잠재적 충돌가능성을 사전에 차단하며 효율적인 지상교통 흐름을 달성하도록 함

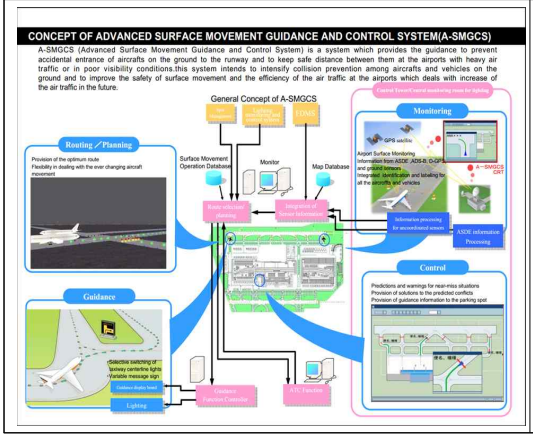
○ A-SMGCS는 레이더를 이용한 지상감시에 최소 하나의 협동 지상감시시스템(다변측정시스템, Mode S 2차 레이더, ADS-B)을 더하여 운영하며, 특히 ADS-B APT는 중간 복잡도를 가진 공항(동시에 2개 이상 사용 활주로 및 활주로 폭이 최소 45m 이상 인 공항)에 적용하도록 설계됨

○ ICAO에서는 이러한 지상 이동 및 안내 통제 시스템의 구현 정도를 4단계로 정의하고 가장 고도화된 Level 4 까지 발전시키도록 ASBU 이행계획에 제안하였으며, B0 단계에서는 Level 1,2 B2 단계에서는 Level 3,4로 확장할 것을 제시

- A-SMGCS 1단계 (감시) : SMR 이미지로부터 지상 장비 또는 항공기의 정보 및 위치를 제공 받음
- A-SMGCS 2단계 (감시 + 안전망) : 1단계에 활주로와 특정 구역을 보호하기 위한 안전망(Safety Nets)을 추가
- A-SMGCS 3단계 (충돌 탐지) : 관제사에게 이동 경로 계획 및 안내 정보를 제공하며, 이동지역내의 모든 충돌에 대한 탐지 가능
- A-SMGCS 4단계 (충돌 회피, 자동 계획 및 안내) : 조종사와 관제사에게 자동으로 이동 경로 계획 및 경로에 대한 안내를 제공하며, 모든 충돌위험에 대한 해법 제공

나) 국내 외 동향

○ 우리나라에서는 효율적인 지상 관리를 위해 '08년부터 인천공항 ASDE에 ADS-B를 설치하여 시범 운용하고 있으나, 항공기에 장착되어 있는 수신기의 오차율 문제로 현재 지상 이동 차량에만 적용하여 운영 중에 있음

A-SMGCS 개념도	공항 감시용 모니터
	

[그림 5-8] A-SMGCS의 개념

○ 우리나라는 국가 연구개발 사업으로 「항공기 지상이동유도 및 통제시스템(A-SMGCS) 개발('13.12~'18.07, 인천국제공항공사)」 사업이 진행 중에 있음

○ Level 1, 2 의 A-SMGCS는 이미 세계 각지의 공항에서 운영 중이며, 이 중 일부는 활주로이탈 경보 기능을 포함

- 각 지역에 따라 기술적 성숙도와 신뢰성은 차이가 있음

○ 미국과 유럽은 SURF 표준 개발을 완료하였으며, 현재 탑재용 SURF-IA 표준을 개발 중임

- 2017년 이후 운용능력이 현실화 될 것으로 예상됨

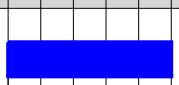
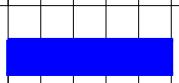
○ Level 3 A-SMGCS는 현재 초기단계의 개발이 완료 되었고, 항행서비스제공자, 공역사용자, 공항운영자 간 지상데이터 교환이 가능함

다) 이행목표

○ 향상된 기술을 이용한 자동화된 지상 이동체 유도 통제 시스템 개발 및 구축을 통해 공항 운영의 안전성을 향상시킴

○ 유도로 및 대기열 관리를 통해 공항 이용의 경제성 및 효율성 향상

라) 추진 계획 및 일정

번호	관리과제	추진내용	일정
			'13 '14 '15 '16 '17 '18 '19 '20 '21 '22 '23 '24
1-3	지상관리 자동화 시스템 개발 및 적용	A-SMGCS 로직 및 시스템 핵심기술 개발	
		A-SMGCS 테스트베드 구축, 적합성 검증 기술기준 개발	

마) 기대효과

○ 저시정 운영 시 지상 이동 항공기에 대한 감시 능력 향상으로 항공기 및 지상장비의 접근성이 증가, 공항 수용량 및 운영 효율성 개선 기대

○ 기존의 ATC 인력으로 이루어지던 감시 기능을 레이더를 이용해 강화함에 따라 ATC 업무량을 감소시키며 동시에 안전성 향상

4) 도착 및 출발관리 시스템 개발 및 적용

가) 배경 및 필요성

○ 터미널 공역은 출·도착 항공기가 동시에 몰려드는 곳으로 항공 교통 수요가 증가함에 따라 공역 및 공항 인근의 혼잡한 교통으로 인한 운영측면에서의 비용손실과 항공기 지연이 발생함

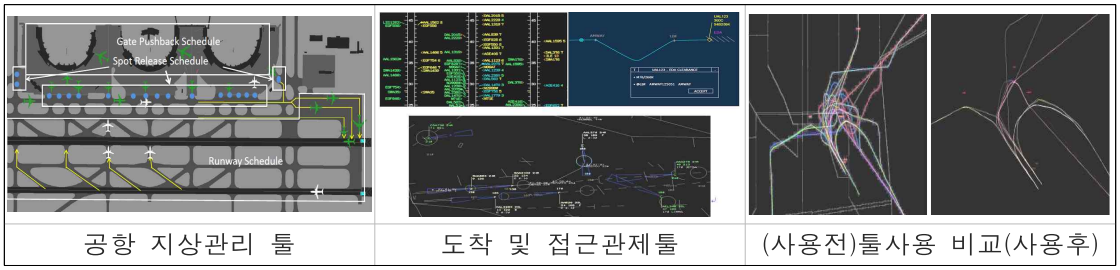
○ 최근 교통량 증가 추세에 따르면 비행의 출발 및 도착 지연이 향후 더욱 심화될 것으로 예상되며 이에 대한 대비책이 필요함

○ 특히 공중에서 지연되는 항공기는 공중에서 체공해야 함에 따라 연료를 지속적으로 소모하며, 활주로 및 유도로에서 대기하는 항공기 역시 엔진을 가동하고 있으므로 인해 경제적으로도 손실 뿐 아니라 배출가스와 같은 2차적인 문제도 초래함

○ 이러한 터미널 주변 공역에서 혼잡을 해소하기 위해 그동안에는 주로 관제사의 기량에 의존하여 출·도착 교통량을 관리하였으나, 이것은 관제사 개인의 능력에 따라 혼잡 처리 정도의 차이가 커 일관성 있는 서비스를 제공하기 어려움

○ 특히 우리나라의 경우 인천공항과 김포공항이 매우 근접해 있어 출·도착

항공편이 집중되는 현상이 나타나므로 출발·도착 관리의 적용이 매우 필요한 실정임



공항 지상관리 툴	도착 및 접근관제툴	(사용전)툴사용 비교(사용후)

[그림 5-9] 출·도착 관리 툴

○ 따라서 공항 주변 혼잡 및 중첩공역에서의 운항 안전성 확보, 지연 최소화, 효율성 증대를 위해 자동화 된 도착 및 출발관리를 위한 의사결정지원 시스템의 적용이 필요함

나) 국내 외 동향

○ 국내에서는 「성능기반항행(PBN) 전환용역」을 통해 인천, 제주공항에 포인트 머지 절차를 설계하였으며, AMAN 프로토 타입을 개발하였음

○ 또한 '14년 부터「도착관리시스템(AMAN)구축용역」을 통해 도착관리 시스템 개발 및 적용 예정

○ 인천공항에서는 국가 연구개발 사업과는 별도로「출·도착 관리 시스템 구축('14~'16)」을 계획하고 있음

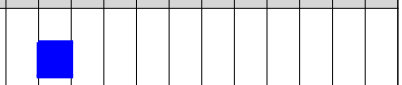
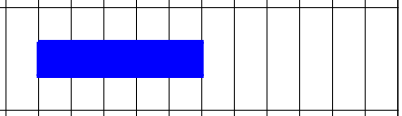
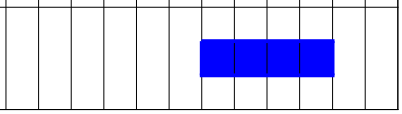
○ 미국은 20개의 항로교통센터(ARTCC)에서 시간기반 자동화 툴로서 TMA(Traffic Management Advisor) 사용 중이며, 현재 RNAV/RNP 절차를 지원하는 터미널 미터링의 시뮬레이션 수행 중으로 이것은 2018년까지 TBFM에 통합될 것으로 예상됨

○ 유럽은 벨기에, 덴마크, 프랑스, 영국 등 일부 국가에서 기본 AMAN을 이행 중이며, DMAN은 드골공항 등 유럽 주요공항에 배치, 운용 중에 있음

다) 이행목표

○ 터미널 공역 내 출발·도착 교통의 유기적, 통합적 관리를 통해 관제사의 의사결정을 지원하고 항공교통 흐름 관리의 효율성을 증대시킴

라) 추진 계획 및 일정

번호	관리과제	추진내용	일정
1-4	도착 및 출발관리 시스템 개발 및 적용	AMAN 시스템 개발	
		DMAN 시스템개발	
		AMAN/DMAN/A-CDM/지상관리 시스템과의 연계 시스템 연구 개발	

마) 기대효과

○ 공역 유입교통량의 불확실성 감소를 통한 공항 및 터미널 수요의 예측성 향상 및 동적 출발·도착 스케쥴링을 이용한 공역 사용 유연성 향상 기대

○ 지상에서의 대기열 최소화 및 공중 지연 최소화를 통해 공항 및 터미널 공역 수용량을 증대하고 효율성 제고함. 이에 따른 항공기 연료소모량 및 배출가스 감소 효과도 가질 수 있음

5) A-CDM 체계 개발 및 적용

가) 배경 및 필요성

○ 공항 내 지상운영과 관련된 정보는 모든 이해관계자가 인식해야 할 정보로서, 이 정보의 공유가 없다면 각 이해관계자의 운영목표 및 성능은 효과적으로 달성되지 못함

○ 공항의 협력적 운영환경은 불필요한 자원의 낭비를 줄이고 효율적 의사결정 환경을 제공하는데 필수 요건임

○ 협력적 운영 체계를 이행하기 위해서는 체계적인 정보공유를 포함한 정보시스템 연계를 통한 효율적인 업무프로세스가 공항의 여러 이해관계자(항공사, 공항운영자, 지상조업 등)들이 다양한 목적을 달성하기 위해 필요

○ 협력적 운영 프로세스를 통해 여러 이해관계자들은 공항 내 지상 운영과 관련된 데이터를 공유하고 이를 통하여 이동지역 지연감소, 안전성, 효율성, 상황인식 기능 등을 증대하고 공항운영의 효율화를 달성할 수 있음

○ A-CDM 체계는 다양한 이해관계자의 정보시스템의 연계를 통한 개선된 프로세스를 제공하는 것으로, 상대적으로 적은 비용의 투자를 통하여 달성될 수 있음

나) 국내 외 동향

○ EUROCONTROL은 이미 A-CDM 개념을 유럽 내 여러 공항에서 이행 중이며, A-CDM을 통한 실시간 데이터 교환을 기반으로 공항 간 ATFCM(Air Traffic Flow and Capacity Management) 네트워크와 CFMU(Central Flow Management Unit)를 통합하여 이행 중

다) 이행목표

○ 공항운영 관련 계획과 관리를 강화하고 협력적 공항 운영계획을 도입함으로써 공항 운영과 항공교통관리와의 연계 도모

라) 추진계획 및 일정

번호	관리과제	추진내용	일정
			'13 '14 '15 '16 '17 '18 '19 '20 '21 '22 '23 '24
1-5	A-CDM 체계 개발 및 적용	A-CDM 운영방안 수립	
		국내 주요 공항 A-CDM 적용	
		공항간 정보공유체계구축, 운영기술 및 공동의사결정 수행절차 개발	

마) 기대효과

○ 공항 내 이해관계자 간 실시간 통신과 조정과정을 통하여 공동 의사결정 수행을 용이하게 함

○ ATM 이해관계자의 효과적 의사결정을 위한 동기화된 관점과 시점 제공하며 이를 통해 ATM 시스템의 수용력, 효율성, 안전성을 향상시킬 수 있음

6) 원격공항관제운영 체계 설계 및 시스템 개발

가) 배경 및 필요성

○ 항공기 운항횟수가 적은 소형공항의 경우 상시적 관제설비나 인력운영으로

인해 관제서비스 대비 과다한 운영비용이 발생함

○ 첨단 기술을 이용하여 항공기 운항횟수가 적은 소형공항이나 인력 운영이 비효율적인 공항을 대상으로 원격공항관제를 적용함으로서 관제운영의 효율성을 제고할 필요가 있음

○ 원격공항관제 체계는 항공기 감시, 공항상황현시 기술 등 첨단기술이 융합된 체계로서 기반기술에 대한 장기적 연구가 필요한 선도 기술에 해당하며, 신기술 개발을 통해 국제 사회에서 선도적 지위를 확보할 수 있음

나) 국내외 동향

○ 유럽에서는 스웨덴이 두 개 공항(Sundsvall, Ornskoldsvik)을 대상으로 2011년 원격관제운영 연구 시작

- 향후 순드발 공항에 위치한 항공교통통제센터에서 두 공항에 대한 관제서비스 예정

다) 이행목표

○ 첨단 기술을 이용한 원격공항관제운영 체계 개발을 통한 항공교통시스템 운영 효율성 제고

라) 추진 계획 및 일정

번호	관리과제	추진내용	일정											
			'13	'14	'15	'16	'17	'18	'19	'20	'21	'22	'23	'24
1-6	원격공항관제운영 체계 설계 및 시스템 개발	원격공항관제 운영개념 및 체계 설계					■	■	■					
		원격공항관제 시스템 개발								■	■	■	■	■

마) 기대효과

○ 원격 공항 관제의 장기적 운영은 설비 및 인력운영 소요비용을 절감하며, 인력 운영을 효율적으로 할 수 있어 전체항공교통시스템의 효율성 향상 효과가 있을 것으로 기대

2. ATM 정보 통합운영

가. 추진 배경

○ 항공 교통량이 증가함에 따라 항공정보 송수신 이용량도 함께 증가하고 있으며, 정보의 종류가 다양해짐에 따라 정보의 사이즈가 점차 커지고 있음

○ 정보통신 기술의 발달은 인터넷 및 위성을 기반으로 정보 통신 및 교환을 가능하게 하였으며, 항공분야에서도 이러한 기술 발전에 맞추어 항공정보교환 및 관리 환경을 개선해 나아갈 필요가 있음

○ 특히 지속적으로 변화하는 항공교통량을 능동적으로 처리하기 위해서는 통합적이고 유기적인 항공정보관리체계가 필요함

○ 따라서 정보의 통합을 통한 전체 정보 공유개념으로 의식전환을 통해 의사결정을 효율화 하고 올바르고 정확한 정보를 적시에 이해관계자에 전달하여 효율성을 증대하는 것이 필요함

○ 이러한 정보공유는 향후 미래 항공환경에서 추구하는 4D 운항 개념뿐만 아니라 출·도착 흐름 최적화, 항공교통 흐름관리, 항공기 자가 분리, 무인항공기 운항 개념을 실현하기 위해 반드시 필요함

나. 전략목표

○ 추진전략 2에서 이루고자 하는 전략 목표는 다음과 같음

- 정보의 통합운영을 통한 협력적 의사결정체계 확립
- ATM 이해관계자의 정보접근성 증대
- ATM 운영비용 절감

다. 이행로드맵

○ 추진전략 2에 따른 5개 추진과제에 대한 이행 로드맵은 다음과 같음

번호	추진과제	추진내용	일정
			'13 '14 '15 '16 '17 '18 '19 '20 '21 '22
2-1	AIDC 구축을 통한 협력적 관제운영 체계 강화	중국과의 AIDC 운영	
		국내 주요공항 AIDC 운영	
		1단계 FF-ICE 도입을 위한 기반 구축	
2-2	디지털 항공정보 체계 구축	ATM 정보참조모델(AIRM) 구축	
2-3	통합항공정보(SWIM) 체계 설계 및 시스템 구축	SWIM 운영방안 수립	
		지상-지상 SWIM 이행	
		공중-지상 SWIM 이행	
2-4	항공기상정보 활용 체계 구축	디지털 기상정보 체계 구축	
		출발·도착관리·ATFM 시스템과의 연계운영	
		SWIM 체계 통합	
2-5	CNS/ATM 성과측정 및 평가체계 구축	CNS/ATM 성과 및 투자평가센터 설치 및 상시적 운영	
총계	5	11	

[표 5-3] 추진과제 2 이행로드맵



[그림 5-10] 추진과제 2 이행로드맵

라. 과제별 상세 내용

1) AIDC 구축을 통한 협력적 관제운영 체계 강화

가) 배경 및 필요성

○ 항공교통량 증가에 따라 항공정보통신량이 현행 항공고정통신망체계를 수용하는데 한계가 있을 것으로 예상됨에 따라 항공교통량 변화와 사용자 의사 등을 능동적으로 반영하기 위한 새로운 비행 정보 처리시스템이 필요함

○ 항공기 관제 효율성 및 안전성 확보를 위해서는 새로운 정보통신 기술을 활용하여 보다 많은 정보를 적시에, 정확하게 교환할 수 있는 체계를 구축할 필요가 있음

○ AIDC는 인접 관제기관 간 운항 항공기 관련 정보 전달 및 관제권 이양 시, 육성 대신 자료전송으로 협의되는 시스템

○ AIDC 구축을 통한 협력적 관제운영 환경 달성은 비행자료를 자동으로 전송하여 교통흐름을 향상시키고, 정보전달의 정확성을 높이는 효과를 기대

○ 보다 정확한 항공기 궤적 및 감시정보를 포함한 메시지 교환은 관제업무량을 줄이며 더 나아가 항공기 분리기준 축소에 적용이 가능함

○ ASBU B1단계에서는 기존의 AIDC 개념을 확장하여 항공편 출발 전 FF-ICE[28] Step 1 이행을 요구하고 있으며 관련 SARPs가 '12~'15년 도출 예정

○ 특히, AIDC의 이행은 미래에 지상-지상 간, 공중-지상 간 정밀한 4D 궤적 데이터 교환을 위한 첫 단계가 될 것임 (Doc 9854: Global Air Traffic Management Operational Concept)

나) 국내 외 동향

○ AIDC는 이미 많은 지역 및 국가에서 이행되고 있으며, 유럽은 항공관제기관간 데이터 교환이 의무사항임

○ 우리나라는 2009년 항공교통센터와 일본 후쿠오카 ATMC 간에 관제기관간 데이터통신망(AIDC)를 구축하였음

○ 중국 청도 ACC와의 연결은 중국과 협력을 통하여 타당성, 실효성 등을 검토한 후 실무협의를 통하여 구축 예정

다) 이행목표

○ 관제기관간 정보교환을 국제 표준에 맞춘 전 세계적 호환이 가능한 메시지 교환 형태의 시스템으로 개선하여 정보의 정보 전달 체계를 개선하고 항공교통 흐름을 원활하게 함

라) 추진계획 및 일정

28) FF-ICE(Flight and Flow Information for the Collaborative Environment): 협력적 운영환경의 항공흐름정보 공유를 통해 비행계획과 관련된 정보교환을 용이하게 하며, 비행계획 제출, 수정, 고시에 더 많은 유연성 확보 목적

번호	관리과제	추진내용	일정									
			'13	'14	'15	'16	'17	'18	'19	'20	'21	'22
2-1	AIDC 구축을 통한 협력적 관제운영 체계 강화	중국과의 AIDC 운영										
		국내 주요공항 AIDC 운영										
		1단계 FF-ICE 도입을 위한 기반 구축										

마) 기대효과

○ 관제기관 간 협업체계 구축을 통해 관제사의 업무량을 감소시키고, 관제 효율화 달성

○ 정확한 비행정보 교환을 통한 항공기 운항 안전성 확보, 정시성 확보 및 관제운영의 예측성 강화

2) 디지털 항공정보 체계 구축

가) 배경 및 필요성

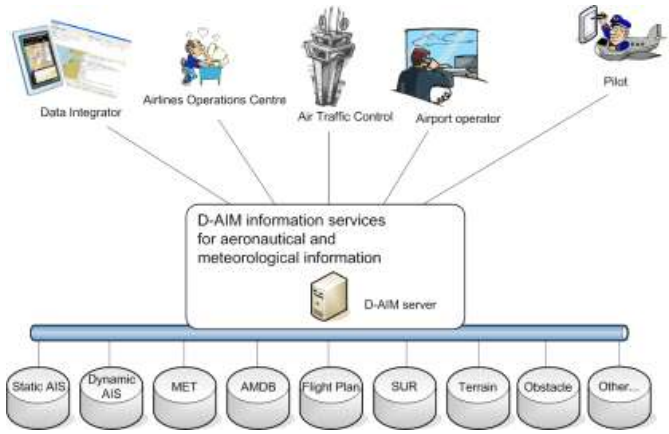
○ 현행 항공통신망 체계는 증가하는 항공교통수요에 비례하여 다량의 정보 전달과 대량 정보 처리에 한계가 있음이 나타남

○ 제 11차 ICAO 항행회의에서는 글로벌 항공정보관리와 데이터 교환모델에 관한 다음의 권고사항이 의결되었음

- ATM 요구사항을 위해 디지털, 실시간 기능을 지원하는 항공정보관리 요구조건 정의
- 상호운용 가능한 항공정보교환모델(AIXM) 채택
- 전자 저장, 온라인 액세스, 항공정보와 차트의 전자매체를 통한 접근 등 부속서 4의 항공차트와 부속서 15의 항공정보서비스의 새로운 사양을 긴급히 개발할 것을 권고

○ 디지털 항공정보 체계 구축의 목적은 중·단기적으로는 종이기반, 수동으로 운용되는 항공정보서비스에서 디지털, 네트워크 기반의 항공정보서비스 제공 체계로 전환하는 것임

○ 디지털 항공 정보 체계는 장기적으로 네트워크 중심의 정보환경인 SWIM을 구축하는데 있음



[그림 5-11] 디지털 항공정보제공체계 개념

○ 따라서 해당 과제는 SWIM 이행을 위해 필수적으로 요구되며, 항공정보서비스의 기능을 표준정보교환형식(UML, XML/GML)의 활용을 통하여 제품기반에서 서비스기반의 정보교환 기능으로의 전환, UML/XML/WXXM/FIXM을 이용한 ATM 정보참조모델(AIRM) 구축이 필요함

나) 국내외 동향

○ 미국, 유럽 등 세계 여러 나라에서 AIXM 기반 시스템을 개발하여 사용 중이며, 국내에서는 「전자항공정보관리체계구축('10~'16)계획」에 따라 단계적으로 사업 진행 중임

다) 이행목표

○ 미래형 국제항공통신망 및 통합정보시스템(SWIM)체계 구축을 위해 디지털 항공정보관리체계를 구축

라) 추진계획 및 일정

번호	관리과제	추진내용	일정									
			'13	'14	'15	'16	'17	'18	'19	'20	'21	'22
2-2	디지털 항공정보체계 구축	ATM 정보참조모델(AIRM) 구축				■	■	■				

마) 기대효과

○ 산업범용정보 기술표준형식(UML/XML/GML)을 기반으로하여 항공정보관리가 용이하고 정보교환의 품질향상 기대

○ 항공정보 배포 체계 변화에 따른 경제성 및 데이터 체크를 통해 정보의 불일치에서 오는 위험 감소로 안전성 향상

○ ATM 이해관계자들의 정보 적시 전파 및 신뢰성 높은 정보 제공 가능

3) 통합항공정보(SWIM) 체계 설계 및 시스템 구축

가) 배경 및 필요성

○ 현재의 ATM 정보 시스템은 독립적인 구축 및 운영으로 인해 시설간의 연계성이 부족한 단점을 가지고 있음

○ 미래 ATM 시스템 운영의 핵심 요소 중 하나는 네트워크 기반 운영체계로서 모든 이해관계자와 항공기는 ATM 네트워크를 구성하는 마디로 인식됨

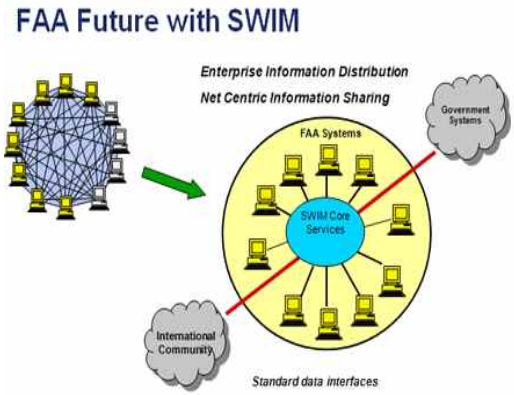
○ SWIM은 ATM 네트워크의 정보흐름 및 공유방식의 새로운 패러다임으로서 지상의 모든 이해관계자의 정보체계를 통합운영하고 정보를 공유하는 것을 목표로 함

○ 공유대상 정보는 운항궤적정보, 감시데이터, 모든 형태의 항공전자정보, 항공기상정보등을 포함하며 이를 통하여 협력적 운영환경에서 ATM 계획의 정확도를 높이고 의사결정 효율성을 제고함

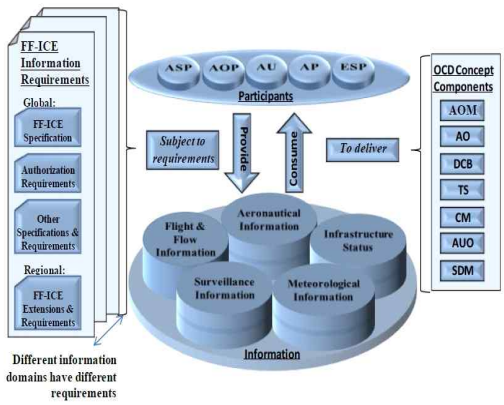
○ 통합항공정보(SWIM) 체계는 미래 ATM 운영의 핵심요소로서 효율적 의사결정을 위한 정보 허브로서의 역할을 할 것임

○ 지상 ATM 시스템 및 각 이해관계자 간 통신 인프라를 이용한 정보공유체계를 구축하여 각 시스템 간 상호 운용성을 확보하고 정보이용성을 향상하여 계획 및 운영의 일관성 확보가 필요

○ 현재 국가 연구개발사업으로 차세대 항공통신 인프라망 개발이 진행 중이며 이에 맞추어 SWIM 체계 구성에 대한 연구가 필요함



< FAA SWIM 운영목표 >



< 협력적 정보공유 개념 >

[그림 5-12] SWIM의 개념

나) 국내 외 동향

○ 국내에서는 국가 연구개발사업으로 「차세대 항공통신 인프라망 개발('12~'17)이 진행되고 있으며 인프라망을 기초로 통합항공정보 체계 구성 방법론 및 체계구축에 관한 연구 필요

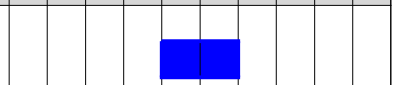
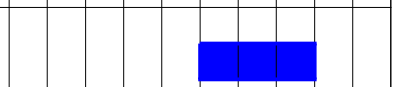
○ SESAR는 '13~'16까지 SWIM 프로토콜과 프로토타입에 대해 시연 계획

○ 미국은 '13~'14까지 항공기가 공중에서 SWIM 시스템에 접근가능한지에 대한 시뮬레이션 수행 계획

다) 이행목표

○ 항공관련 데이터를 통합 활용할 수 있는 인프라를 구축하고, 효율적인 관리를 통해 항공교통시스템 운영 효율성을 향상시킴

라) 추진계획 및 일정

번호	관리과제	추진내용	일정
2-3	통합항공정보(SWIM) 체계 설계 및 시스템 구축	SWIM 운영방안 수립	
		지상-지상 SWIM 이행	
		공중-지상 SWIM 이행	

마) 기대효과

○ 표준화된 데이터 모델을 활용하여 각종 ATM 정보의 집중화된 관리로 유기적인 정보제공

○ 전체 ATM 관련 정보의 투명한 운영을 통한 ATM 성능 극대화

○ 상호의사결정의 투명화를 통한 ATM 예측성 강화

4) 항공기상정보 활용 체계 구축

가) 배경 및 필요성

○ 기상정보는 항공기 운항 계획에 있어 중요한 정보를 제공하고, 실제 운항에 있어서도 기상정보는 안전운항과 직결되는 매우 중요한 정보임

○ 정확한 기상정보를 적시에 제공하는 것은 항공기 운항 안전성 및 운항 효율성 향상을 위해 필요하며, 비행계획 단계에서도 기상정보는 보다 효율적인 운항계획을 위해 이용됨

○ 따라서 SWIM과 같은 항공정보통신분야의 새로운 인프라 구축 시 기상정보를 전달할수 있도록 포함하여 올바른 정보를 적시에 항공기에 전달하고, 이러한 정보를 바탕으로 효율적인 의사결정을 할 수 있도록 지원이 필요함

나) 국내 외 현황

○ 항공기상청에서는 「항공기상통합정보시스템 구축 계획('12~'15)」을 통해 내부데이터 포맷 통합을 통하여 외부 제공시 사용자가 원하는 형태로 가공하여 전송 가능하도록 하는 사업을 진행중에 있음

○ FAA는 악기상 회피를 위한 기능을 ADS-B IN에 적용하는 것에 대한 연구를 수행 중에 있음

다) 이행목표

○ 항공기상정보 활용체계 구축을 통해 항공기 운항 효율성을 향상시키고, 올바른 항공기상정보 활용을 통해 항공기 운항 안전성을 제고함

라) 추진내용 및 일정

번호	관리과제	추진내용	일정
			'13 '14 '15 '16 '17 '18 '19 '20 '21 '22
2-4	항공기상정보 활용 체계 구축	디지털 기상정보 체계 구축	
		출발·도착관리·ATFM 시스템과의 연계운영	
		SWIM 체계 통합	

마) 기대효과

○ 보다 정확한 기상정보를 적시에 제공함으로서 공역 이용의 탄력성을 향상시키며 효율적 운항을 기대할 수 있음

○ 표준화된 정보의 통합 관리 및 상호 운용성을 확보하여 항공기 운항 안전성을 향상

○ 실제 항공기 운영시간과 더 가까운 기상정보를 운항계획에 반영함으로써 항공기 운항 스케쥴에 대한 예측성이 높아질 것으로 기대

5) CNS/ATM 성과 측정 및 평가체계 구축

가) 배경 및 필요성

○ 성공적 ATM 목표 달성을 위해서는 지속적인 성능감시와 평가를 통하여 개선수준을 파악하고 이를 바탕으로 하여 미래 ATM 계획을 지속적으로 도출 및 추진해 나아가는 것이 필요

○ ICAO는 성능평가 방법에 기반한 단기 및 장기 성능지표 도출과 이를 활용한 성능평가체계 구축을 권고함

○ 미국과 유럽 등 주요 선진국은 장기간에 걸친 방대한 ATM 시스템 데이터의 수집과 분석을 통하여 ATM 정책수립의 근거로 활용 중임

○ 측정된 성능지표에 기반하여 ATM 관련 정책개발에 활용하고, 성능정보의 정기적 공유를 통한 ATM 운영의 문제점 파악이 필요함

○ 특히, ATM 정책이행 및 기술정책 추진 시 철저한 사전 타당성 분석을 통한 운영이득의 면밀한 연구·조사를 통한 투자자원의 실효성 제고가 필요함

나) 국내 외 동향

○ 현재 국내에는 미래 ATM 현대화 계획 및 관련 정책 수립·이행에 있어 이의 근거가 되는 데이터 및 정보 분석 기능이 전무한 실정으로 사전·사후 평가체계 미비

○ 미국과 유럽 등 에서는 ATM 시스템 데이터를 장기간 수집하여 마스터플랜 수립 시 이용하고 있으며, 일본은 <미래 항공교통시스템에 관한 장기비전> 문건에서 장기비전을 현실화하기 위한 연구개발 추진에 있어서 데이터 제공 및 분석이 필요함을 언급함

다) 이행목표

○ 항공교통시스템의 서비스 수준을 저해하는 요소들을 과학적 근거에 의해 파악하고 제거함으로써 안전하고 효율적인 운항 환경 조성

라) 추진계획 및 일정

번호	관리과제	추진내용	일정									
			'13	'14	'15	'16	'17	'18	'19	'20	'21	'22
2-5	CNS/ATM 성과측정 및 평가체계 구축	CNS/ATM 성과 및 투자평가센터 설치 및 상시적 운영										

마) 기대효과

○ 지속적인 자료 수집 및 분석을 통해 과학적·통계적 방법에 의한 ATM 정책수립 및 필요기술 도출이 가능함

○ 국가주도 사업의 타당성 뿐만 아니라 전체 이해관계자가 가지게 될 실효성

에 대해 경제적 효과를 예측, 제시함으로써 재원의 효율적 사용이 가능함

3. 공역 수용력과 수요의 균형화

가. 추진 배경

○ 날로 증가하고 있는 세계 항공교통수요와는 달리 공역은 한정된 자원으로서 그 수용량을 확장할 수 없음

○ 이러한 한정된 공역자원 내에서 제한적인 자원을 좀 더 효율적으로 이용하기 위해서는 공역의 효율적 관리와 신기술을 반영한 항공교통관리 기법이 요구됨

○ 향상된 항공기 감시 성능은 항공기 안전성을 더욱 강화하여 분리기준을 축소할 수 있으며, 정보통신기술의 발달은 항공기와 관련된 정보를 실시간으로 주고받을 수 있게 하여 항공교통 흐름관리를 원활하게 할 수 있음

○ 또한 이러한 정보를 활용하여 공역 사용량을 미리 예측하고, 공역의 수요공급이 균형을 이룰 수 있도록 하는 효과적인 공역 사용이 가능함

○ 따라서 첨단 기술을 활용하여 제한된 자원을 최적화하여 활용하고, 항공교통흐름을 관리할 수 있는 방안에 대해 추진할 필요가 있음

나. 전략목표

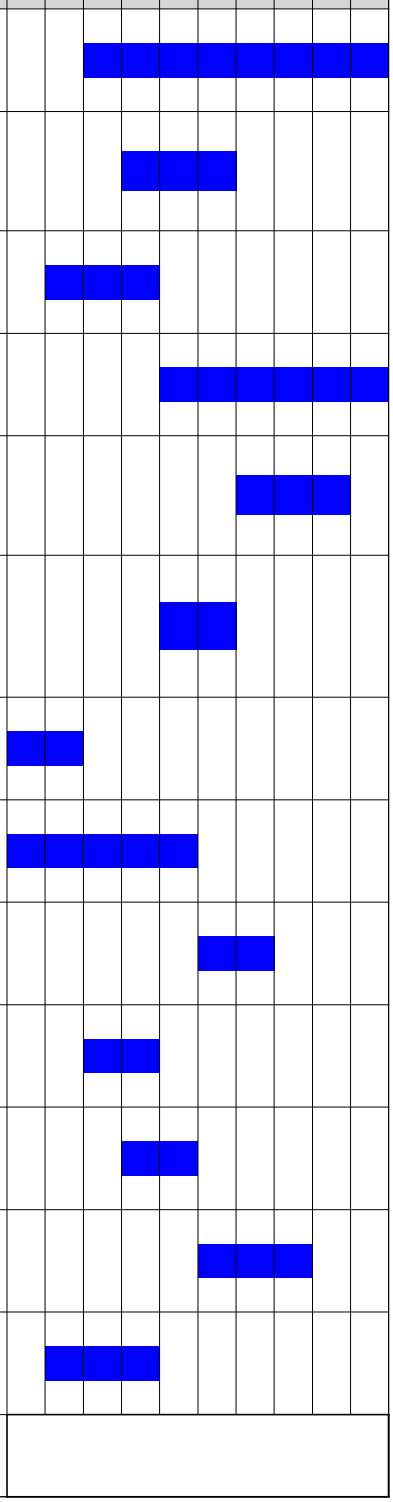
○ 추진전략 3에서 이루고자 하는 전략 목표는 다음과 같음

- 운항 안전성 확보와 예측 가능한 항공교통관리 체계 정립
- 운항 정시율 개선 및 ATM 비용 절감
- 운항 예측성 증가

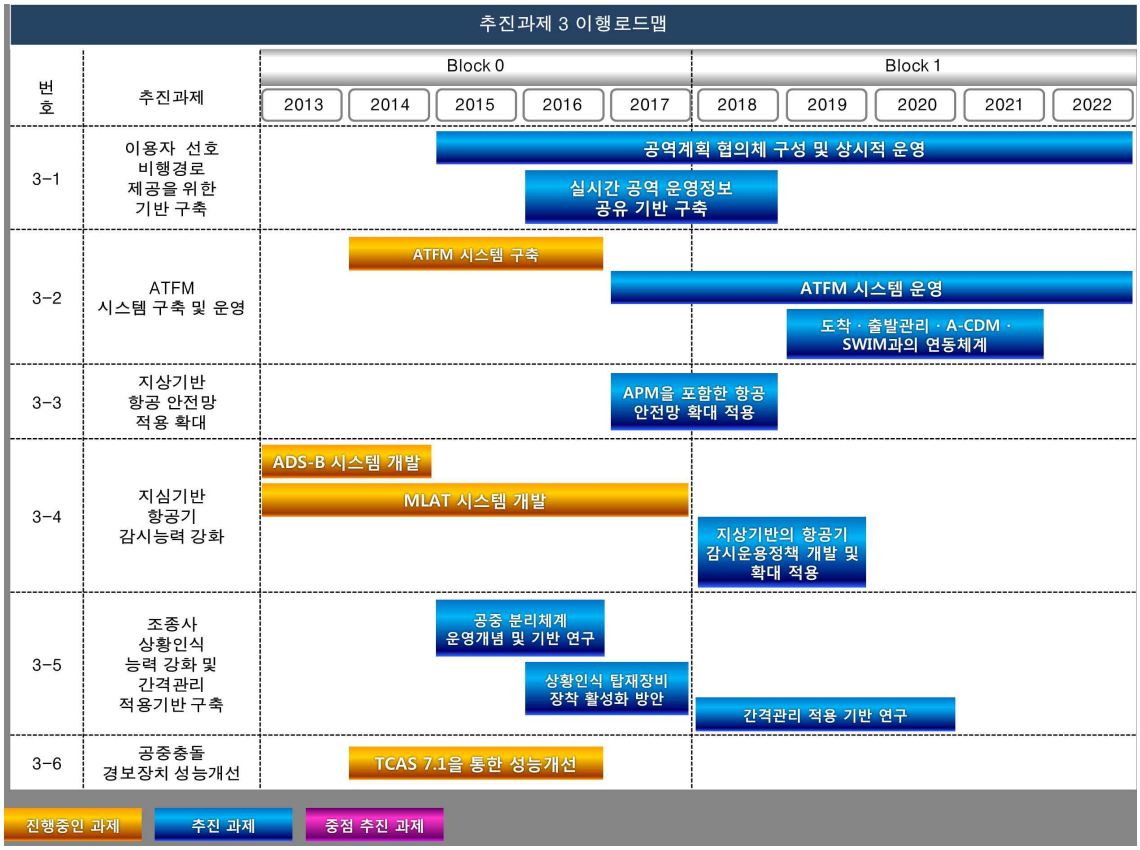
다. 이행로드맵

○ 추진전략 3에 따른 6개 추진과제에 대한 이행 로드맵은 다음과 같음

번호	관리과제	추진내용	일정
3-1	이용자 선호 비행경로 제공을 위한 기반 구축	공역계획 협의체 구성 및 상시적 운영	
		실시간 공역 운영정보 공유 기반 구축	
3-2	ATFM 시스템 구축 및 운영	ATFM 시스템 구축	
		ATFM 시스템 운영	
		도착·출발관리·A-CDM·SWIM과의 연동체계	
3-3	지상기반 항공안전망 적용 확대	APM을 포함한 항공안전망 확대 적용	
3-4	지상기반 항공기 감시능력 강화	ADS-B 시스템 개발	
		MLAT 시스템 개발	
		지상기반의 항공기 감시 운용 정책 개발 및 확대 적용	
3-5	조종사 상황인식 능력 강화 및 간격관리 적용 기반 구축	공중 분리체계 운영개념 및 기반 연구	
		상황인식 탑재장비 장착 활성화 방안	
		간격관리 적용 기반 연구	
3-6	공중충돌경보장치 성능 개선	TCAS 7.1을 통한 성능개선	
총계	6	13	



[표 5-4] 추진과제 3 이행로드맵



[그림 5-13] 추진과제 3 이행로드맵

라. 과제별 상세 내용

1) 이용자 선호 비행경로 제공을 위한 기반 구축

가) 배경 및 필요성

○ 현재의 항공교통시스템에 의해 제공되는 운항 항공로는 매우 정적이고 특히, 항공로의 비유연성으로 인해 효율적인 교통흐름을 저해하는 요소로 작용함

○ 항공기의 항행능력과 발전된 CNS 기술은 효율적이고 유연한 항로운영(예, daily flexible routings)을 가능하게 하였으며, 성능기반항행과 같은 항행능력을 통해 점진적이고 효율적인 픽스(Fix) 간 운항이 달성될 수 있음

○ 공역은 특정 이해관계자에만 한정되어 사용되는 현재의 비효율적인 공역운영개념에서 벗어나 모든 이해관계자들에게 사용되어야 하는 연속적 자원의 개념으로 전환이 필요하며, 향후 이용자 선호 비행경로 제공을 위한 기반

구축이 필요한 시점임

- 현재의 고정된 항로구조, 영속적 특수사용공역, RNAV의 제한적 사용, 민·군 공역할당이 공역 활용도를 감소시키는 요인이 됨

○ 따라서 계획단계에서부터 이용자의 선호 및 요구항로에 대한 이해를 통하여 협력적 공역 운영계획을 수립하고, 독점사용공역의 예약 및 한시적 사용 방안 등에 대해 추진할 필요가 있음

나) 국내 외 동향

○ 유럽은 분리공역과 조건부항로 사용에 관한 사전공지와 이를 통한 네트워크 운영계획을 수행하고 있으며, 또한 지역 및 국가 간 민-군/군-군 조정에 관한 공역계획을 위한 소프트웨어인 LARA(Local And Subregional Airspace Management Support System) 개발

○ 일본은 포화공역과 악기상 항로를 회피하기 위해 ATMC (Air Traffic Management Center)와 항공사가 "경로재설정 목록" 공유를 통하여 조정업무 수행하는 FUA[29] 수행 중

○ 미국은 2005년 이후 미국 전역에 NRS(Navigation Reference System) 지점을 작성 중임. 모든 지점 간 간격은 동일하며 이는 미국 대륙전역을 커버하고 이 지점은 VOR 대신, RNAV 능력을 이용하는 것을 목적으로 함

다) 이행목표

○ 항공기 성능을 반영한 비행경로 설정 및 공역사용의 유연성 향상을 통한 효율적인 공역자원 활용 달성

라) 추진내용 및 일정

번호	관리과제	추진내용	일정									
			'13	'14	'15	'16	'17	'18	'19	'20	'21	'22
3-1	이용자 선호 비행경로 제공을 위한 기반 구축	공역계획 협의체 구성 및 상시적 운영			■	■	■	■	■	■	■	■
		실시간 공역 운영정보 공유 기반 구축				■	■	■				

29) Flexible Use of Airspace

마) 기대효과

○ 공역사용의 신축성과 효율성을 향상하여 공역 수용량 증가를 기대할 수 있으며, 이를 통해 항공기 연료 소모량 감소 및 배출가스 감소 기대

○ 배타적 분리공역의 이용을 통한 접근성 강화 및 공역계획성 향상으로 상황 예측가능성 증가하고 이에 따라 운항 안전성 향상 기대

2) ATFM 운영 체계 및 시스템 개발

가) 배경 및 필요성

○ 항공교통량이 증가함에 따라 제한된 공역자원 안에서 혼잡한 교통흐름을 해결하기 위한 여러 가지 방법들이 고안되고 있음

○ ATFM(항공교통흐름관리)은 교통수요가 공역 수용량을 초과할 것으로 예상될 때, 공역진입 교통수요를 사전에 조정·통제함으로서 공중지연을 최소화하고 수용력과 수요의 균형을 조정하는 개념임

- 교통량을 조정·통제하는 방법으로는 출발슬롯(지상) 지연, 속도제어를 통한 유입률 통제, 혼잡항로 회피를 위한 항로재설정, 간격관리 등이 있음

○ 슬롯통제를 포함한 ATFM 조정·통제 방법의 이행 시 각 이해관계자들 간의 협력적 의사결정체계 구축이 매우 중요하며 이는 ATFM 성능을 결정짓는 가장 중요한 요소가 됨

○ B0 단계에서 요구하는 범위인 국내 공역을 대상으로 이행한 후, 단계적으로 인접 FIR, 아태지역으로 확대 이행이 필요함

나) 국내 외 동향

○ 현재 우리나라는 '항공교통흐름관리 세부운영지침(항공교통센터훈령 제123호)'에 따라 ATFM 운영 중이나, 과학적인 절차 및 시스템 기반 운영미비

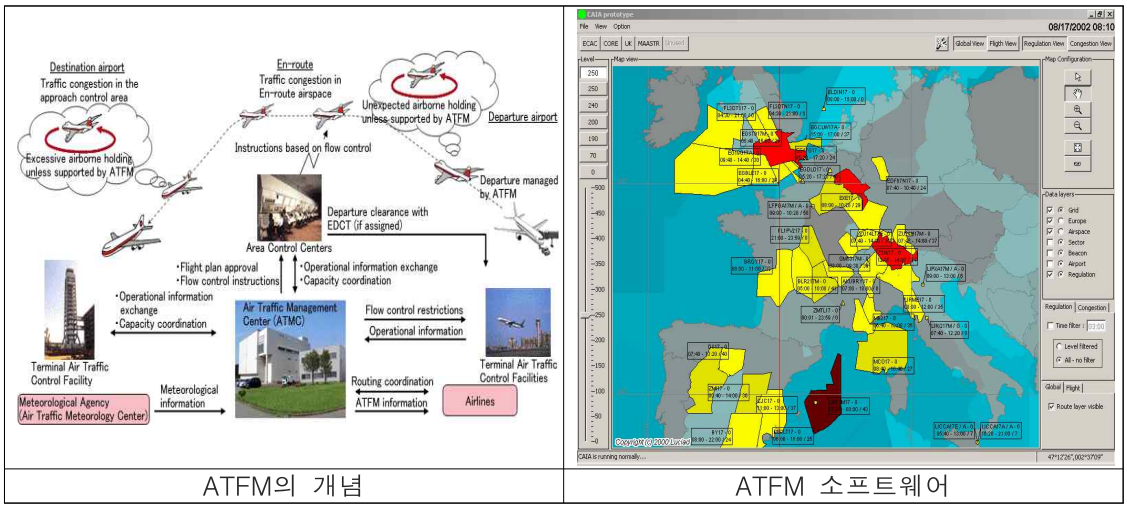
○ 제 2 ACC와 함께 건설될 항공안전종합통제센터에 ATFM 기능 구축 및 적용 예정('17~)

○ 유럽은 이미 2009년 이후 다수 이해관계자들이 참가하는 ATFM을 이행 중이며 교통흐름정보를 공유하고, 혼잡공역상황을 동시에 모니터링 하여 3시간 이후의 교통흐름 예측이 가능

- 일부 ACC는 보다 정확한 섹터예측과 혼잡한 교통흐름 관리하기 위한 여러가지 복잡성관리 툴을 이용하고 있음

○ SESAR 프로그램은 최근 UDPP(User Driven Prioritisation Process) 개념 정립 시작

○ 미국은 National Playbook에 의한 시나리오 운영을 통해 자주 발생하는 악기상 혹은 교통혼잡에 대응



ATFM의 개념 | ATFM 소프트웨어

[그림 5-14] ATFM의 개념 및 소프트웨어

다) 이행목표

○ 항공교통흐름관리를 통해 공역의 수요와 공급량을 조절하여 효율적인 항공기 운항을 목표로 함

라) 추진내용 및 일정

번호	관리과제	추진내용	일정
			'13 '14 '15 '16 '17 '18 '19 '20 '21 '22
3-2	ATFM 시스템 구축 및 운영	ATFM 시스템 구축	■■■■
		ATFM 시스템 운영	■■■■■■■■■■
		도착·출발관리·A-CDM·SWIM과의 연동체계	■■■

마) 기대효과

○ 공역 수용능력과 수요의 균형을 통한 공역자원의 효율적 이용

○ 항공교통흐름관리(ATFM) 알고리즘 구현을 통한 스케쥴의 정시성 확보

○ 협력적 공역운영 환경을 통한 ATM 경제성 확보

○ 공중대기의 감소로 운항의 안전성 및 효율성 향상

3) 지상기반 항공안전망 적용 확대

가) 배경 및 필요성

○ 지상기반의 항공안전망은 적시에 항공기의 충돌 및 침범에 대한 경보를 제공하여 관제사의 업무를 도와주는 역할을 함

○ ASBU B0단계에서는 지상기반의 항공안전망 구축을 위해 STCA, APW, MSAW 기능을 탑재하도록 요구하며, B1단계는 APM 기능을 통해 접근단계에서 안전 수준을 확보하도록 요구함

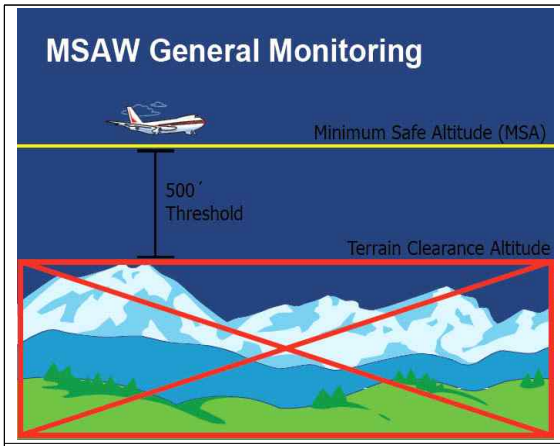
- STCA (Short-term Conflict Alert) : 항공기가 최소분리간격을 위반하거나 위반우려가 있을 시 적시에 경보 발생

- APW (Area Proximity Warning) : 비행금지구역 등 허가되지 않은 영공의 침범 및 침범이 예고되는 상황에 대해 관제사에게 경고

- MSAW (Minimum Safe Altitude Warning) : 관제중인 항공기가 장애물 또는 지형에 근접하여 충돌 위험이 있는 경우 관제사에게 경고

- APM (Approach Path Monitoring) : 최종접근단계에서 항공기 지상충돌 위험을 경고

○ 항공기 안전 운항을 위해 지상에서 비행단계별로 항공기 운항 환경을 모니터하기 위한 안전 경보 기능을 구축할 필요가 있음



<MASW> <APM>

[그림 5-15] 항공안전망 구성요소 예

나) 국내 외 동향

○ B0 단계의 항공안전망은 현재 다수의 국가에서 이행 중이며 우리나라 관제 시스템 내 에서도 이행가능 함

○ 국내 레이더 시스템은 APM 기능도 탑재하고 있음

○ EUROCONTROL은 항공안전망과 관련한 상세 규격을 정의하여, 요구사항, 알고리즘, 파라미터 추천 값, 튜닝 절차 등을 상세한 수준으로 제공하고 있음

다) 이행목표

○ 지상 기반의 항공안전망 구축을 통해 항공기 운항 안전성 증대

라) 추진내용 및 일정

번호	관리과제	추진내용	일정
			'13 '14 '15 '16 '17 '18 '19 '20 '21 '22
3-3	지상기반 항공안전망 적용 확대	APM을 포함한 항공안전망 확대 적용	

마) 기대효과

○ 관제사의 항공기 감시 업무에 대한 업무부하 감소를 통해 안전성 제고 기대

4) 지상기반 항공기 감시 능력 강화

가) 배경 및 필요성

○ 기존의 항공기 감시는 1차 감시 레이더와 2차 감시 레이더에 의해 이루어지고 있으나 이들 레이더는 대양지역 및 산악지형에 설치가 불가능하며 지형에 따라 레이더 에코 반송파에 영향을 미침

- 1차 레이더: 레이더 에코 정보에 의한 항공기 위치 인식
- 2차 레이더: 항공기에 전파를 전송하고 항공기 데이터(운항고도, 항공기 ID)를 제공받음

○ 새롭게 등장한 기술인 ADS-B[30]와 다변측정시스템(MLAT)[31] 등 새로운 기술을 이용하여 기존의 감시 서비스 지원이 어려웠던 지역에 대한 감시 지원 및 감시능력 강화를 목적으로 함

나) 국내 외 동향

○ 현재 우리나라는 국가 R&D 사업으로 ADS-B 개발과, 다변측정 감시시스템 개발 사업 추진중

- 「항공용 위성항행 통신시스템 개발」중 ADS-B 개발 진행중('10~'14)
- 항공용 다변측정 감시시스템(MLAT) 개발 ('13～'18)
- 지상기반 항공기 감시 운용 정책 개발 및 확대 적용('18~'19)

○ 호주 대륙 전역의 레이더/비레이더 영역에서 5NM 분리서비스를 위해 ADS-B 운용 중이며, 시드니에서는 광역 MLAT시스템(WAM) 운영을 통한 접근공역 3NM 분리기준을 적용하고 있음

○ 미국은 미국 대륙 전역에서 ADS-B를 이용한 감시체계 구축을 2013년까지 완료할 계획

다) 이행목표

○ 새로운 기술을 통한 감시능력 향상을 통해 운항 안전성을 향상하고 나아가

30) ADS-B: GPS 기반의 종속적 감시시스템으로 전통적 감시레이더 보다 정확도가 높고 초당 최소 1회의 전파수신능력을 가짐
31) MLAT: 독립적/협력적 감시시스템으로 설치가 용이하고, mode S 장비를 갖춘 항공기의 송신신호를 지상에 설치된 수신기가 신호를 수신하여 수신시간 연산을 통해 항공기 위치정보를 파악함

복잡한 공역에서의 수용력을 증대시킴

라) 추진내용 및 일정

번호	관리과제	추진내용	일정
			'13 '14 '15 '16 '17 '18 '19 '20 '21 '22
3-4	지상기반 항공기 감시 능력 강화	ADS-B 시스템 개발	
		MLAT 시스템 개발	
		지상 기반의 항공기 감시능력 운용 정책 개발 및 확대 적용	

마) 기대효과

○ 감시기능 개선을 통한 안전성 향상 및 감시능력 확장을 통한 공역 수용량 증가 효과

○ ADS-B, MLAT 장비는 기존의 레이더 장비에 비교하여 설치 비용이 낮고, 장비 관리 비용이 낮은 등의 경제성이 높은 것으로 예상되므로 이를 통해 경제적 효과를 기대할 수 있음

5) 조종사 상황인식 능력 강화 및 간격관리 적용 기반 구축

가) 배경 및 필요성

○ 본 추진과제는 탑재장비에 관한 것으로 지상시스템의 어떠한 지원도 요구되지 않고, 주변에 적절한 탑재 장비(ADS-B OUT)를 장착한 항공기가 있어야 이행이 가능함

○ ATSA-AIRB(Air Traffic Situational Awareness-AIRBorne)는 항공기 탑재시스템에 구역 내 운항 중인 항공기의 교통상황을 제공 (전 비행단계 적용)하여 조종사의 상황인식 능력을 강화하고, 효율적인 업무 수행을 통해 조종사의 업무량 감소 효과가 있음

○ VSA(Visual Separation Approach)를 통해 조종사는 식별한 선행 항공기로부터의 분리유지를 수행하며, 이는 ATC가 제공하는 분리기준 적용을 통한 공항 수용력보다 더욱 증대된 수용력을 달성할 수 있음

○ ASBU B1단계에서는 간격관리 개념을 적용하여 조종사에게 분리유지 업무를 부분적 이양하는 것을 목표로 하고 있음

나) 국내 외 동향

○ AIRB는 스위스항공에 의해 2012년부터 운용 중이며, 다른 항공사(British Airways, Delta Airlines, US Airways, Virgin Atlantic)가 운용 예정

○ 간격관리는 미국 루이빌공항에서 2009-2010년에 시범운영이 수행된 적이 있음

다) 이행목표

○ 조종사의 상황인식 능력 강화 지원을 통한 항공기 안전성 제고 및 간격관리 개념 도입을 통한 공역 수용량 증대

라) 추진내용 및 일정

번호	관리과제	추진내용	일정									
			'13	'14	'15	'16	'17	'18	'19	'20	'21	'22
3-5	조종사 상황인식 능력 강화 및 간격관리 적용 기반 구축	공중 분리체계 운영개념 및 기반 연구			■	■						
		상황인식 탑재장비 장착 활성화 방안				■	■					
		간격관리 적용 기반 연구						■	■	■		

마) 기대효과

○ 조종사의 상황인식 능력 강화 지원을 통한 항공기 운항 안전성 강화와 조종사의 업무량 감소

○ 항공기 간격 관리를 통한 공역 수용량 증대와 분리 업무의 일시적 위임을 통한 관제사 업무량 감소

6) 공중충돌경보장치 성능 개선

가) 배경 및 필요성

○ 공중충돌경보장치(ACAS)는 항공기 충돌위험을 조종사에게 경보함으로서

충돌을 예방하는 탑재장비로 5.7톤을 초과하는 항공기는 필수적으로 장착하도록 ICAO에서는 권고하고 있음

○ ACAS는 조종사를 위한 마지막 안전망이며, 분리기준 적용과는 독립적이나, 현재 ACAS는 적정 안전수준을 유지함에도 불구하고, 과도한 경보를 작동시키는 경향이 있음

○ ICAO는 '14.1.1부터 늦어도 '17.1.1.까지 TCAS 버전 7.1(ACAS II) 장착을 의무화 함

- TCAS 7.1 개선사항: 두 항공기가 수직 100피트 이내 수렴 시 역전환 상승기동 안내 발행, RA 경보 용어 변경으로 과잉기동을 줄이고 RVSM 공역에서 효율성 확보

나) 국내 외 동향

○ 항공법 시행규칙 제135조의 2(사고예방장치 등) 제1항 제1호, 항공운송사업에 사용되는 최대이륙중량이 5천700킬로그램을 초과하는 항공기는 ACAS Ⅱ 설치 의무화

○ 각 항공사에서는 ICAO 부속서 10 개정에 따라 현재 TCAS 7.1로 업그레이드 중에 있으며 미이행 항공사를 대상으로 점검 및 독려가 필요함

○ 대한항공의 경우 전체 159대 항공기 중(Jin Air 11대 포함) 19대가 TACS 7.1을 장착하고 있으며, 2015년 이전 송출 대상인 11대를 제외한 129대에 대하여 다음과 같은 장착 계획을 가지고 있음

- 1차 장착(76대): 2014년 9월부터 장비 개조 개시, 유럽노선 운항기종에 대해 우선 장착, 2015년 11월 완료 계획

- 2차 장착(53대): 2015년 이후 개조 외주 계획에 의거 진행, 2016년 12월 완료계획

○ 유럽 ECAC 공역에서는 '15년 까지 TCAS 7.1 장착 의무화

다) 이행목표

○ 공중충돌경보장치 업그레이드를 통한 항공기 운항 안전성 제고

라) 추진내용 및 일정

번호	관리과제	추진내용	일정									
			'13	'14	'15	'16	'17	'18	'19	'20	'21	'22
3-6	공중충돌경보장치 성능 개선	TCAS 7.1을 통한 성능개선										

마) 기대효과

○ 과도한 경보 개선을 통한 운항 효율성 향상

○ 불필요한 RA 및 항적 이탈 감소로 안전성 향상

4. 4D 운항체계 기반 구축

가. 추진 배경

○ 전 세계항공교통 수요 및 국내 항공교통수요도 꾸준히 증가하고 있으며, 이로 인해 공역 및 공항의 혼잡이 더욱 가중될 것으로 예상됨

○ 위성과 같은 항행시설의 발달과 항공기 성능의 발달로 인해 항공기는 기존의 항행시설의 설치 위치 및 성능에 따라 비행하던 항공로 구성을 항공기의 성능 기반으로 전환하여 비행할 수 있게 됨

○ 이러한 발전은 특히 교통량 과다 밀집지역에서 항공기가 더욱 효율적인 비행 프로파일을 형성하며 비행할 수 있도록 해주었음

○ 현재의 3D(위도, 경도, 고도) 운항체계는 '시각'을 포함한 4D 운항체계로 전환될 것이며 이를 기반으로 운항의 예측성이 증대되며 좀 더 유연한 항공교통관리 및 공역 수용량 관리가 가능해짐

○ 4D 운항체계로의 전환은 운항의 예측성 증대와 최적의 비행경로 형성을 통해 배출가스 감소로 친환경 항공교통 달성과 ATM 비용 감소를 기대할 수 있음

○ 이미 미국과 유럽 등의 항공 선진국에서는 효율적인 비행경로 구축을 위한 4D 기반 운항 체계에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있음

○ 우리나라도 미래 항공교통환경 변화를 대비하고, 관련 연구 개발을 통해 국제 항공사회에서 선도적인 위치를 유지할 필요가 있음

나. 전략목표

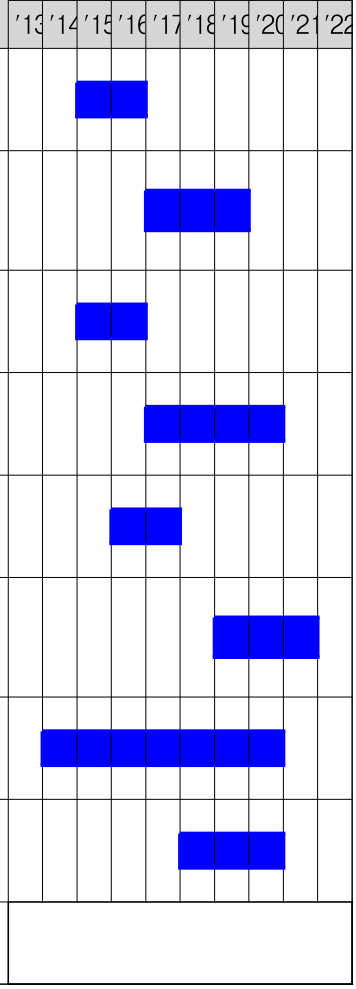
○ 추진전략 4에서 이루고자 하는 전략 목표는 다음과 같음

- 공중-지상간 데이터 통신 및 정보공유를 통한 안전성과 수용력 증대
- 미래 4D 운항체계로의 전환 준비
- 운항 예측성 증대 및 ATM 비용 절감

다. 이행로드맵

○ 추진전략 4에 따른 4개 추진과제에 대한 이행 로드맵은 다음과 같음

번호	관리과제	추진내용	일정
4-1	연속강하 및 상승운영 확대 적용	CDO, CCO 확대 적용 방안 연구	
		주요 공항 CDO, CCO 확대 적용	
4-2	CPDLC 활용을 통한 운항 안전성 제고	CPDLC 운영방안 수립	
		CPDLC 통신망 확충	
4-3	4D 운항개념 정립 및 기반 구축	4D 운항개념 정립 및 기반 구축 연구	
		4D 궤적 예측 모델 개발	
4-4	원격조종 항공기 도입 기반 구축	민간 무인항공기 보급기반 구축	
		RPA 표준절차 및 규정 제정	
총계	4	8	



[표 5-5] 추진과제 4 이행로드맵



[그림 5-16] 추진과제 4 이행로드맵

라. 과제별 상세 내용

1) 연속강하 및 상승운영 확대 적용

가) 배경 및 필요성

○ 항공교통수요의 증가는 동일공역을 이용하는 절차증가, 근접 운영 등과 같은 문제점을 발생시키며, 교통흐름 및 작업량의 정확한 예측을 어렵게 함

○ 성능기반으로 설계된 공역은 항공기가 최적의 프로파일을 형성하며 상승·강하 할 수 있도록 도와줌

○ 연속강하(CDO) 및 연속상승(CCO) 운항 기법의 사용은 항공기의 최적의 강하 및 상승프로파일을 형성하여 항행이 가능하기 때문에 연료소비량을 감소하며 터미널공역 수용량을 증가시킬 수 있음

○ 특히 CDO, CCO 적용은 4D 운영에서 운항궤적 예측을 용이하게 하고 이를 통하여 ATM 의사결정의 효율화를 제고할 수 있음

나) 국내 외 동향

○ 우리나라는 인천공항에 4개의 CDO 절차를 운영 중이나 교통량 상황에 따라 CDO 시행도중 취소되는 사례가 빈번이 발생하여 새벽시간 대에 한정되어 제한적으로 운영하고 있음

○ 성능기반항행 이행계획에 따라 2016년까지 RNAV 1, RNP 1 성능 기반 도착절차 설계를 계획하고 있으며, 2018년까지 인천공항 및 제주공항에 CDO 절차 수립을 계획

○ 미국은 OPD(Optimized Profile Descents)가 현재 로스앤젤레스, 샬롯, 미니아폴리스, 피닉스, 라스베가스 공항에서 운영 중이며, 지속적으로 PBN 절차 개발 중

다) 이행목표

○ 항공기 이·착륙 절차의 향상을 통해 교통량이 많은 공항에서의 효율성 및 안전성 향상

라) 추진내용 및 일정

번호	관리과제	추진내용	일정
4-1	연속강하 및 상승운영 확대 적용	CDO, CCO 확대 적용 방안 연구	
		주요 공항 CDO, CCO 확대 적용	

마) 기대효과

○ 항공기 프로파일 최적화를 통해 불필요한 수평비행단계를 제거함으로써 연료소비량이 감소되어 경제성 향상을 기대할 수 있음

○ 항공기의 연속 강하 및 상승은 소음 및 배출가스 감소를 통해 친환경적인 항공환경조성에 기여함

○ 항공기는 연속 상승 및 강하를 통해 일관성 있는 비행경로를 형성하므로 궤적 예측이 가능해져 안전성 확보가 가능함

2) CPDLC 활용을 통한 운항 안전성 제고

가) 배경 및 필요성

○ 현행 이용되고 있는 공중-지상 간 음성 통신(VHF, HF)은 통신 품질이 좋지

않고, 항공교통량 증가에 따라 주파수 대역에 부족을 겪고 있음

○ 또한 기존의 음성 통신은 보안성이 취약하며 이로 인해 관제사-조종사 간 교신오류 발생 가능성이 존재함

○ 따라서 공중-지상 간 정보 교환 시, 데이터 교환을 통해 항공기 운항의 안전성과 효율성을 향상시킬 필요가 있음

○ CPDLC(Controller-Pilot Data Link Communication)는 관제사와 조종사 간 통신을 위한 데이터링크 시스템으로 기존 시스템에 비해 전송품질이 좋고 메시지 교환이 가능하며 통신 안정성이 높고 통신부하를 줄일 수 있다는 장점이 있음

○ 우리나라도 터미널 공역부터 단계적으로 CPDLC 활용이 필요하며 탑재장비의 진화추세와 보조를 맞추어 이행할 필요가 있음

나) 국내 외 동향

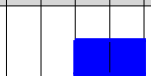
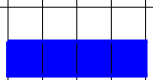
○ 유럽은 일부 고고도 공역에서 CPDLC 서비스 운영 중

○ 미국은 '14년부터 출발 허가 서비스 제공시 CPDLC 이용을 계획하고 있으며 '17년까지 모든 국내선 en-route 항공로에서 사용 예정

다) 이행목표

○ 항공통신체계 개선을 통한 통신 정보 수용량 확대 및 항공기 운항 안전성 향상

라) 추진내용 및 일정

번호	관리과제	추진내용	일정
4-2	CPDLC 활용을 통한 운항 안전성 제고	CPDLC 운영방안 수립	
		CPDLC 통신망 확충	

마) 기대효과

○ 메시지 교환 형식으로 관제교신을 전환하여 주파수 혼잡을 방지하고 이에 따른 운항의 안전성 제고

○ 데이터링크 기반의 관제교신 체계를 통해 4D 운항체계 기반 구축

3) 4D 운항개념 정립 및 기반 구축

가) 배경 및 필요성

○ 항공기 운항은 현재의 3D(위도, 경도, 고도) 운항체계에서 미래에는 4D(위도, 경도, 고도, 시각) 운항체계로 전환이 될 것으로 예상됨

○ 4D 운항개념은 항공기 운항 궤적을 바탕으로 항공기 이동구간에 대한 예측성을 향상시키고, 데이터링크를 활용하여 항로 상 합류지점 및 혼잡 지역에서 교통흐름을 동기화(계획시각, 실제시각)하며 항공교통 흐름을 개선함

○ 공항에서는 D-OTIS, DCL을 이용하여 정보를 교환하고, 유도로에서의 D-TAXI를 통해 지상 운영의 최적화를 달성함

○ 이미 주요 선진국들은 4D 운항체제로의 전환을 준비하기 위해 활발한 연구 진행 중

○ 4D 운영개념을 통하여 ATM 의사결정의 효율화를 이루며 정확한 궤적모델의 수립을 통하여 운항궤적의 예측성 향상, 문제해결 기능 향상, 의사결정의 정확성을 향상

나) 국내 외 동향

○ 브라질, 남태평양 지역에서 CPDLC가 결합된 FANS 1/A 탑재항공기에 의해 성공적으로 사용 중

○ 호주는 1999년부터 모든 항로관제시 ADS-C/CPDLC 능력 사용 가능하며, 현재 FANS 1/A에 기반한 통합된 ADS-C/CPDLC가 국내 항로와 대양공역에서 사용

○ 유럽은 CPDLC 데이터링크 서비스 시행 중

○ 미국은 2016년 부터 FANS 1/A+를 이용한 출발허가 서비스 제공 예정

다) 이행목표

○ 4D 운영개념을 통하여 운항궤적의 예측성을 향상하고 효율적 운항을 달성함

라) 추진내용 및 일정

번호	관리과제	추진내용	일정
			'13 '14 '15 '16 '17 '18 '19 '20 '21 '22
4-3	4D 운항개념 정립 및 기반 구축	4D 운항개념 정립 및 기반 구축 연구	
		4D 궤적 예측 모델 개발	

마) 기대효과

○ 4D 운항체계를 통해 항공기 운항 예측성 및 효율성 제고

○ 미래 항공교통 환경 변화에 대해 사전에 준비하고 적극적으로 대응

4) 원격조종 항공기 도입 기반 구축

가) 배경 및 필요성

○ 현재 분리(segregated)공역에서 운영 중인 원격조종 항공기(RPA, Remotely Piloted Aircraft)를 비분리(non-segregated)공역(항로, 대양, 터미널, 공항)으로 통합 운영하기 위해서는 탐지 및 회피 기능을 포함한 운영절차의 수립이 필요함

○ ASBU B1 단계의 요구이행사항에 맞추어 이행 필요

- RPA의 비분리공역 접근을 위한 효율적 프로세스
- RPA 감항인증
- RPA 운영자 인증
- RPA 면허 요구조건
- 탐지 및 회피기술 성능 요구조건
- 통신 성능 요구조건

나) 국내 외 동향

○ 현재 초경량비행장치 허가구역에서 비행하게 되어 있으며 이 외 공역의 비

행은 사전허가 사항이나 관련법, 원격 조종사 자격요건, 감항 요건 등 관련 법규 및 정책이 미비

○ 현재 진행 중인 국가 연구개발사업 「민간 무인항공기 보급기반 구축」('14~23) 일정에 맞추어 이행이 필요하며, 국제흐름에 맞추어 진행되어야 하므로 국제 동향과 흐름에 대한 검토가 필요함

○ 미국은 현재 FAA가 소형무인기 운영절차 정의를 위한 검토진행 중임

○ 유럽은 C, D 클래스 공역에서 RPA 통합 진행 중이며 on-board 카메라 시스템을 포함한 GBDAA 기술 연구중

다) 이행목표

○ 민간 무인항공기 보급을 위한 기반 구축

라) 추진내용 및 일정

번호	관리과제	추진내용	일정
			'13 '14 '15 '16 '17 '18 '19 '20 '21 '22
4-4	원격조종 항공기 도입 기반 구축	민간 무인항공기 보급기반 구축	
		RPA 표준절차 및 규정 제정	

마) 기대효과

○ 미래 무인항공기 운영 절차 개발 및 관련기술 개발로 미래 시대 준비

○ 무인기 운영기술 확보를 통한 기술 우위 선점

5. 중점추진과제

○ ASBU 국내 이행을 위한 추진과제 도출 및 이행 로드맵을 작성 후, 현재 우리나라의 항공교통시스템 개선을 위해 도입이 가장 시급하며, 기초 수준부터 단계적으로 연구 및 개발이 필요한 중점추진과제를 다음과 같이 도출함

가. 항공기 출발 및 도착 통합 관리 시스템 연구 개발

1) 추진 필요성

○ 현재 우리나라 수도권 공항 주변 공역은 지속적으로 증가하는 교통량으로 인해 관제사의 레이더 벡터링, 공중 체공, 지상 대기 등을 통해 교통흐름을 조절하고 있으며, 이러한 교통흐름은 점차 악화되고 있는 실정

○ 또한 수도권 두 공항 (인천국제공항, 김포국제공항)은 지리상으로도 매우 거리가 근접하여 두 공항을 이용하는 교통량은 상대방 공항을 이용하는 교통량의 출·도착에 영향을 주고 받음

○ 공역의 교통 흐름 상황을 고려하지 않은 상황에서 출발 및 도착 항공기에 대한 공역진입허가는 지상과 터미널 및 항로공역 등 전체 교통흐름의 심각한 불균형을 초래할 수 있음

○ 따라서 출발항공기의 효율적 대기열관리를 통하여 유도로 점유시간과 출발대기시간을 감소하며, 도착항공기의 진입률 관리를 통해 공역 혼잡을 감소시키고, 불필요한 체공을 줄여 연료소비를 줄이며 운항 정시성 개선할 수 있도록 효율적인 항공기 및 공역 운영 방안 연구가 필요함

○ 항공기 출발 및 도착 통합관리 기술 연구에 관해서는 상세기획 하여 본 보고서의 별권으로 첨부하였음

2) 추진목표

○ 공항자원과 터미널 자원의 효율적 활용을 위한 출발운영 최적화 달성

○ 출발관리 자동화 개발 및 활용을 통한 동적 슬롯 할당 및 조정기능 지원

○ 공역상황, 항공기 후류, 항공기 성능, 이용자 선호 등의 종합적인 판단을 통하여 공역의 교통흐름을 저해하지 않는 항공기 출발 스케쥴 제공

○ 향후, A-CDM, 지상관리(SMAN, Surface Management), 도착관리(AMAN)과의 연계 운영을 통한 운영 이득 극대화

3) 추진방안

○ 국가 연구 개발 사업을 통하여 추진하는 것이 바람직하며, 향후 시스템 통합을 위해 현재 개별적으로 추진되고 있는 과제와 연계하여 진행하는 것이 필요함

4) 기대효과

○ 터미널 공역 수용량 증대, 안전성 및 효율성 제고
○ 출발대기열 및 지연 최소화를 통한 온실가스 감소 효과
○ 유입·유출 교통량의 불확실성 감소를 통한 공항 및 터미널 교통수요의 예측성 향상
○ 동적 출발 스케쥴링을 활용한 유연성 향상

나. A-CDM 체계 개발 및 적용

1) 추진 필요성

○ 현재의 공항운영은 공항 내 다양한 이해관계자(항공사, 공항운영자, 지상조업사, 지상관제, 계류장)들의 독자적인 의사결정과 운영으로 인하여 전체 운영의 최적화 및 효율화를 달성하지 못하고 있는 상황임

○ A-CDM은 다양한 이해관계자의 정보시스템의 연계를 통한 개선된 프로세스를 제공하는 것으로, 상대적으로 적은 비용의 투자를 통하여 높은 운영이득 달성 가능하다는 장점이 있음

○ 공항 내 협력적 운영환경을 위해 여러 이해관계자가 사용하고 있는 운영시스템 간의 운영 데이터 공유를 통하여 지상에서의 항공기 운항 지연을 감소시키고, 항공기 운영과 관련된 안전성 향상, 항공기 및 보유자원의 운영 효율성 향상, 동일한 정보를 적시에 모든 이해관계자가 공유함에 따른 상황

인식 증대와 같은 효과를 가져 올 수 있음

○ 일차적으로는 공항 내 협업을 위한 정보시스템 간 연동 및 통합을 이루고 이후, 공항 간의 시스템 통합하여 협력 체계를 구성할 필요가 있음

○ A-CDM을 통해 협력적 공항운영계획(AOP)을 전체 ATM 네트워크에 통합함으로서 전체 ATM 이해관계자에게 동기화된 관점과 시점을 제공하고 정보공유의 신속성, 정확성이 향상됨에 따라 보다 합리적인 의사결정 체계를 구축할 수 있음

2) 추진목표

○ A-CDM 이행을 위한 운영체계 및 규칙 수립

○ 공항 내 이해관계자 간 실시간 통신과 조정으로 공동의사결정 수행 가능한 시스템 구축

○ 실시간 감시능력과 지속적인 최신 항공정보 공유로 완전한 통합적 공항운영 달성

○ 향후, 도착관리, 출발관리, 지상관리와 연계 운영을 통한 운영 이득 극대화

3) 추진방안

○ 정부, 공항, 항공사, 지상 조업사 등 다양한 이해관계자들의 여러 가지 정보공유가 필요하므로, 운영개념에 대한 심도 있는 연구 수행 후 정부주도를 통한 구축 필요

4) 기대효과

○ 협력적 의사결정을 통해 가용 자원의 보다 효율적 운영이 가능함

○ 공항 수용력 증가 및 유도로, 활주로 대기시간 감소로 인한 연료 소모량 및 배출가스 감소

다. CNS/ATM 성과측정 및 평가체계 구축

1) 추진 필요성

○ 전 세계적으로 급증하는 항공교통 수요에 대비하고 효율적이고 유연한 교통관리가 가능한 공역 설계 및 운영과 항공기 운항의 안전성, 효율성, 유연성을 확보하는 정책 및 기술개발 증가하는 상황임

○ 미국, 유럽은 장기간에 걸친 방대한 항공교통관리 시스템관련 데이터의 수집과 과학적 분석을 통하여 NextGen, SESAR 등 계획수립의 근거로 제시하고 있으며 정책 수행 전 심도 있는 사전 경제성 분석 및 투자평가를 이행하고 있음

○ 이러한 상황에서 현재 우리나라는 미래 ATM시스템 운영 목표달성을 위한 전체 ATM 시스템의 문제점 진단과 성능개선 여부를 정량적으로 평가하기 위한 연구시도 및 관련 체계가 부재한 상황임

○ 가까운 일본의 경우, 근래 과학적이며 체계적인 ATM 성능평가 방법론의 연구를 통하여 구축하였으며 현재 주요 성능지표들의 개발과 이의 도출을 통하여 미래 ATM 전환계획의 기초자료로 이용하고 있음

○ 따라서 ATM 시스템 평가 및 성능감시에 필요한 gate-to-gate 데이터 분석을 통한 ATM 성능지표 및 metric 개발 등 관련 방법론 개발이 반드시 필요한 상황임

○ 또한 최근 항공기 안전운항을 위해 운항환경, 항공사 정보, 인적정보를 종합적으로 수집하여 목적에 맞게 데이터를 다면적으로 분석 및 평가를 할 수 있는 시스템의 필요성이 대두되고 있음

○ 이미 미국과 유럽은 항공 안전 정보 공유 시스템 및 항공기 사고/준사고에 대한 통합정보시스템을 구축・운영하고 있음

○ 따라서 안전한 항공기 운항을 위해 각종 운항정보를 국가 차원에서 종합적으로 수집하고 통합 분석하여 이용할 수 있도록 항공교통 DB 구축이 절실히 필요함

2) 추진목표

○ 항공교통 CNS/ATM 성과측정 및 평가센터 지정 및 상시적 운영

○ CNS/ATM 시스템 진단과 성과측정에 필요한 Gate-to-Gate 항적데이터 수

집 및 분석을 통한 성과지표 및 관련 metric 도출

○ Fast-time 시뮬레이션 시스템 구축 및 활용을 통한 CNS/ATM 성과평가 및 정책도출을 위한 시뮬레이션 이행

○ ICAO 성과관리 방법에 기반한 단기, 중장기 성과목표 및 관련지표 도출

○ 측정된 성과지표에 기반한 지속적인 CNS/ATM 현대화 정책대안 제시 및 성과정보를 관련기관에 정기적으로 전파

3) 추진방안

○ 정부주도 및 지원 하에 국책연구원 등에 위탁 운영토록 하여 지속적, 상시적으로 관리·운영하는 것이 필요

○ 비슷한 사례로 육상교통 분야에 대해서는 국토교통부 위탁사업으로 한국교통연구원에서 “국가교통 DB센터”를 운영 중에 있음

4) 기대효과

○ 과학적·통계적 방법에 의한 항공교통관리 정책수립 및 필요기술 도출

○ 항공기 운항에 영향을 주는 위험요소에 대한 다면적 사전 분석을 통한 항공 안전 강화

○ 국가주도사업의 성공 및 전체 이해관계자를 위한 경제적 효과를 예측, 제시함으로써 적극적 참여를 유도하고 재원사용의 실효성 제고

라. 4D 운항개념 정립 및 기반 구축

1) 추진 필요성

○ 4D 운항 개념은 공항, 터미널공역, 항로공역 등 전 분야에 걸친 미래 ATM 운영에 있어 기본이 되는 개념으로 기초 단계부터 연구가 필요함

○ 현재의 3D(위도, 경도, 고도) 운항체계에서 미래는 4D(위도, 경도, 고도, 시각) 운항체계로 전환이 될 것으로 예상되며 현재 주요 선진국들은 4D 운항

체제로의 전환을 위한 기반연구를 수행 중에 있음

○ 4D 운항개념의 핵심은 항공기의 정확한 4D 궤적 예측모델을 수립하고 이를 기반으로 항공기 운항 정보의 예측성을 높이며 전체 ATM 이해관계자간 예측된 항공기궤적 정보를 공유함으로서 정확하고 실효성 있는 의사결정이 가능

○ 4D 운항체계를 통하여 항로 상 합류지점에서 교통흐름의 동기화(계획시각, 실제시각)을 개선하고 접근단계에서 접근순서를 최적화하며 유도로에서 데이터링크 D-TAXI를 통한 유도로 운영의 최적화를 달성할 수 있음

2) 추진목표

○ 신뢰성 높은 항공기 4D 궤적 예측 모델 연구

○ 공중-지상 데이터링크를 이용한 항공기 궤적정보 다운로드 및 요구도착시각(RTA)와 조정도착시각(CTA) 동기화

○ 도착요구시각을 준수하기 위한 항공기 최적프로파일 형성

○ 기타 4D 운항 전환을 위한 기반 구축 연구 수행

3) 추진방안

○ 학계·연구소 등을 활용한 4D 운항개념 정립 및 궤적예측 모델 기초연구 수행

○ 국제 동향을 지속적으로 파악하면서 국제표준에 부합하는 기술 및 시스템 개발

4) 기대효과

○ 미래 대비 4D 운항체계 전환 준비

○ ATM 이해관계자들이 동일한 항공기 궤적정보를 공유하게 함으로서 실효성 있는 계획 수립 및 전체 ATM 성능 향상

○ 운항의 안전성, 예측성 및 효율성 제고

6장. 사전 타당성 검토

1절. 정책적 타당성 검토

1. 국가 전략의 중요성

○ ICAO는 항공안전과 효율성 증대를 위해 현재의 CNS/ATM 계획을 구체화·체계화하여 위성 등을 이용한 단계별 미래 항공시스템전환계획(ASBU)을 표준화 하였으며 ASBU는 Global Air Navigation Plan (ICAO Doc 9750)의 부록 형태로 각 체약국에 이행 권고될 것임

○ 이미 미국, 유럽 등의 선진국들은 2020년 이후의 항공교통 수요에 대비하기 위하여 새로운 기술을 적극 활용한 항공교통 인프라 개발·구축에 집중 투자를 시작하였음

○ 우리나라도 미래항공교통의 원활한 수용과 신기술 개발 등에 선제적으로 대응하기 위해 차세대 항공교통시스템으로의 전환을 추진할 필요가 있으며, 이를 통해 안전하고 경제적인 항공교통관리시스템 기반을 조성하고 국가 성장 동력 창출에 기여할 미래 항공교통인프라에 대한 연구 개발 및 구축이 필요함

○ 또한, 새로운 항공교통관리 기술 및 기법에 대한 연구 개발을 통해 ASBU 이행을 통해 달성하려고 하는 목표인 미래 항공교통 시스템의 세계적인 조화를 달성하는데 이바지 하여 항공 선진국으로서 도약하기 위한 발판을 마련하고 국제적 위상을 강화함

2. 상위 계획과의 부합성

○ 우리나라는 효율적인 항공교통시스템 발전을 위해, 아래와 같이 정책·공항·안전 등의 분야에 대하여 계획을 세우고 발전방향을 제시하고 있음

가. 항공정책기본계획

○ 항공분야의 환경변화, 목표 및 분야별 항공정책 추진계획, 재원확보 방안을

종합하고 체계화하는 법정 기본계획

- 항공운송, 공항개발, 항공안전 및 항공기술, 항공산업(「항공우주산업개발촉진법」에 따른 항공우주산업의 지원·육성에 관한 사항은 제외), 항공전문인력 양성, 공항이용자·환경 보호, 국제협력 등

○ 항공정책기본계획은 항공분야 계획(법 제2조의5제3항)에 우선하며, 항공분야의 전반적인 발전방향을 제시하고 있음

- 항공법 제37조2의 항공안전기술개발계획, 제49조제1항의 항공안전프로그램, 제89조의 공항개발중장기종합계획

○ 정책방향

- 항공운송의 질적 성장을 위한 정책
- 물리적 공항개발 정책에서 경쟁력 있는 공항운영 중심으로 전환
- 선진제도 도입 중심에서 내실화·차별화 안전정책으로 전환
- 단편적·제한적 항공운송 중심에서 다양성·고부가가치 항공산업 정책으로 전환
- 공급자 중심에서 소비자 보호·친환경 중심 정책으로 전환

○ 주요내용

- 우리나라 항공부문의 현황과 문제점
- 항공부문의 여건변화와 전망
- 국가항공정책의 목표, 전략 및 단계적 추진과제
- 항공분야 전반에 대한 부문별 추진계획 수립
- 항공정책기본계획에 대한 투자계획 및 재원확보 방안
- 항공정책기본계획의 집행 및 관리

나. 공항개발 중장기 종합계획

○ 「항공법」제89조에 의거 국토해양부장관은 공항개발 사업을 체계적이고 효율적으로 추진하기 위하여 5년마다 공항개발 중장기 종합계획을 수립하도록 하고 있음

○ 새로운 국토 환경과 대내·외 항공운송 환경 변화에 대응하고, 항공교통에 대한 대국민 서비스 제고를 위해 제3차 공항개발 중장기 종합계획을 재검

토하여, 체계적이고 효율적인 공항개발 종합계획 수립

○ 정책 방향

- 우리나라 공항의 잠재력을 최대한 발휘하게 하는 동시에 성취 가능한 수준으로 설정

- 우리나라 공항의 경쟁력과 잠재력을 극대화하기 위하여 '글로벌화', '활력화', '간소화' 및 '지속가능화'를 핵심가치로 하여 기본방향과 전략과제 도출

○ 주요내용

- 미래 사회·항공운송 환경 변화와 전망
- 항공수요 분석 및 전망
- 공항개발 정책 구상 및 권역별 공항개발계획
- 경비행장 개발계획
- 투자 계획 및 재원 조달 계획 등

다. 중장기 항공안전종합계획

○ 국내외 항공여건 및 환경 변화에 대응하고 세계일류 항공안전도 달성을 위한 중장기 항공안전정책의 목표와 비전을 제시하고 항공사고 예방 등 항공안전분야 전반을 종합하는 5년 단위의 「중장기 항공안전종합계획」을 수립

○ 기본방향

- 국제이슈·정책을 주도하는 정책으로 전환
- 내실화·차별화된 안전정책으로 전환
- 신기술에 대응하고 항공산업을 지원하는 안전정책으로 전환
- 장기계획에 의한 체계적인 안전정책으로 전환

○ 주요내용

- 항공안전 현황 및 문제점
- 항공환경의 여건변화 및 전망
- 계획의 목표 및 추진과제
- 부문별 추진계획 및 투자계획
- 계획의 집행 및 관리 등

라. 항행정책기본계획

○ 항행정책기본계획은 항공기 항행서비스를 적정한 시기에 지원하기 위해 공항과 항공로의 주요 지점에 구축하여 주변국 공역과의 표준화된 서비스 연계 능력이 보장되는 항행안전체계를 확보하기 위한 기본계획임

○ 특히, 차세대 항행안전시설은 핵심기술의 연구개발과 서비스의 안정성에 더하여 인접국 공역과의 연계비행에 따른 효과를 전제하여 고려하고 있음

○ 기본방향

- 2015년(단기)까지 핵심기술 연구개발 성과를 활용하여 일부 시범공항에서 차세대 항행안전시설의 기본서비스를 목표 추진하고,
- 2016년(중기) 이후 차세대 항행안전시설을 확대 구축하여 2020년에는 전면적인 서비스가 가능하도록 하며,
- 2021년(장기)부터 서비스 성능을 고도화 및 안정화하고, 재래시설은 새로운 시설의 안정화 정도에 따라 단계적으로 철거

○ 주요내용

- 차세대 통신기술의 기반인 초단파 데이터링크(VDL: VHF Data Link) 기술 우선 개발 활용
- 새로운 체계의 항공통신 인프라는 단기적으로 항공종합통신망(ATN/AMHS)을 구축하여 항공분야 통합 데이터 통신체계의 기반 마련
- 차세대 항법기술의 기반인 위성항법 지역보강시스템(GBAS) CAT-1 인증기술을 우선 개발, 국내공항 접근 및 이착륙 인프라 개발 및 구축
- 새로운 체계의 항공항법 인프라는 단기적으로 시범공항에 GBAS CAT-1을 구축, 국내공항의 새로운 접근 및 이착륙 체계 기반 마련
- 차세대 감시·관제분야 기술 기반인 ADS-B, MLAT 등의 핵심기술을 우선 개발하여 국내 공항 및 항공로용 인프라 구축에 활용

○ ASBU 계획의 이행 및 「항공기 출발 및 도착 통합 관리 기술 연구」는 위의 계획들을 통해 이루고자 하는 보다 안전하고 효율적인 현대화된 항공교통시스템 구축하기 위한 세부 요소들이 될 것임

3. 정부지원의 타당성

○ ICAO Global Air Navigation Plan(Doc 9750) 및 ICAO ASBU Framework 문서에 따르면 국제민간항공기구(ICAO)에서는 체약국들이 ASBU 각 이행 모듈을 시기적절하게 이행하도록 권고하고 있음

○ 항공교통업무는 항공법 제70조에 의하여 국토교통부에서 관할하고 있으며, 우리나라의 공역 서비스 제공자는 국가이므로 원활한 항공교통관리를 위해 항공기 출발 및 도착 관리 기술 연구 개발을 정부가 지원하는 것이 필요함

2절. 기술적 타당성 검토

1. 기술적 타당성

○ ASBU 이행계획은 단일 국가 또는 몇몇 지역만을 대상으로 하는 것이 아니라 전 세계가 달성해 나아가야 할 방향을 제시하고 있으므로, 기술의 발전과 모듈의 이행은 우리나라뿐 아니라 모든 항공관련 체약국이 함께 수행해 나아가야 하는 과제임

○ 때문에 본 추진계획을 통하여 현재 일부 몇몇 국가에서만 보유하고 있는 ASBU 이행을 위한 신기술을 연구 개발하는 것으로 지속적인 투자를 통해 선진국과의 기술 격차를 크게 줄일 수 있음

○ 특히, ASBU 이행계획에서 요구하는 관련 기술들은 현재의 기술수준으로 구현이 가능한 것을 바탕으로 향후 미래에 기술의 발전 방향을 제시해 줌으로 기술 개발 시 발전방향에 대한 목표 설정에 유용함

○ 관련 항행기술개발은 항행 서비스의 정밀화를 통해 보다 안전한 운항 환경을 조성하며, 항공기 지연 감소, 분리 간격 감소, 공역 및 인프라의 효율적 사용을 통해 ICAO Global Air Navigation Plan에서 이루고자 하는 안전성과 경제성 두 가지 목표를 수용할 수 있음

○ 항공 안전성은 그 자체뿐만 아니라, 항공 안전강국으로서의 이미지를 제고하여 국내 뿐 아니라 국제 사회에서 부차적인 효과를 가질 수 있음

○ 항공분야에서의 경제성 달성은 항공기 연료 소비량 감소, 배출가스 감소와 같은 가시적인 성과뿐만 아니라 이용객들의 여행시간(대기시간) 감소와 같은 간접적인 경제적 효과를 가져 올 수 있음

2. 기존 연구와의 중복성 및 연계방안

○ ASBU 이행계획에서 요구하는 항행시스템은 새롭게 등장한 개념이 아니라, 기존에 항행시스템 개발 계획에 의해 개별적으로 이행되고 있던 계획들을 운영개념을 중심으로 재편집한 것임

○ 이미 국내에서도 새로운 CNS 개념에 맞추어 ASBU 이행 모듈을 위해 요구되는 개별 항행 시설 및 장비에 대한 연구가 오래전부터 진행되고 있었음

○ 다음 표는 「항공안전기술개발사업」에 의해 현재 국내에서 진행된 또는 진행되고 있는 항공관련 연구개발 사업 중 ASBU 이행계획과 부합하는 연구과제들만 간추려 본 것임

1	**사업명**	**차세대 항공 데이터통신 시스템(VHF Data Link) 개발 ('05.07.01~'09.06.30)**
	주관기관	한국항공우주연구원
	주요내용	○ CNS/ATM 환경을 대비하여 요소기술인 VDL 분야 핵심기술 확보 ○ 국제 기술표준과 규격(ICAO, RTCA)에 부합하는 항공용 VHF Data Link (VDL) Mode 2 지원 송수신기 개발
2	**사업명**	**항공용 위성항법시스템 기반기술 개발 ('05.08.13~'08.08.13)**
	주관기관	한국항공우주연구원
	주요내용	○ 차세대 항행시스템 기술 연구 동향 분석 및 시스템의 국제 표준 규약 연구 ○ 차세대 항생시스템의 접근절차(GBAS, SBAS 등) 연구
3	**사업명**	**항공관제용 통합 정보처리 시스템 개발 ('07.12.27~'14.06.27)**
	주관기관	인하대학교 산학협력단
	주요내용	○ 레이더 기반의 미래형 CNS 통합정보처리시스템 설계 기술 확보 ○ 감시·비행자료의 인터페이스가 가능한 통합관제시스템 개발 및 평가 ○ 차세대항행장비시험 등 신기능 추가가 가능한 시뮬레이션시스템 개발
4	**사업명**	**항공용 위성항행 통신시스템 개발 ('10.09.30~'14.09.04)**
	주관기관	한국항공우주연구원
	주요내용	○ 위성항법 지역보강시스템 운용기술 개발 ○ 항공감시용 ADS-B 핵심기술 개발을 통한 항공기 감시능력 강화 및 고부가가치 제품 창출

5	사업명	글로벌 항공데이터 종합관리 망 기술개발 (구. 차세대 항공통신 인프라 기술개발) ('12.12.24~'17.08.23)
	주관기관	인하대학교 산학협력단
	주요내용	○ 사용자 중심의 통합형 항공정보의 공유 제공 보안 관리기술 개발 ○ 시스템 테스트베드를 구축 ○ 항공정보 공유 제공 보안 관리기술의 국내표준화와 국제표준화 추진
6	사업명	항공용 다변측정 감시시스템(MLAT) 개발 ('13.06.10~'18.06.09)
	주관기관	(주)우리별
	주요내용	○ MLAT(지역다변측정기능 및 광역다변측정기능 포함)핵심기술 국산화를 위한 시스템 설계·제작·시범운용 및 성능적합증명 취득
7	사업명	민간 무인항공기 실용화를 위한 기반조성 연구 ('13.12.26~'15.12.25)
	주관기관	(재)항공안전기술센터
	주요내용	○ 국제수준에 맞는 인증기준, 운항기준, 핵심기술 및 운용요소기술 연구 ○ 인증 시범기 제작과 운용을 통하여 안전운항체계를 수립 ○ 유·무인항공기 혼합운용 인프라구축을 위한 중장기로드맵과 RFP작성
8	사업명	항공기 지상이동유도 및 통제시스템(A-SMGCS) 개발 ('13.12.26~'18.07.25)
	주관기관	인천국제공항공사
	주요내용	○ ICAO Doc 9830 Level Ⅳ급 A-SMGCS 시스템 개발 목적 ○ 국내 A-SMGCS 로직 및 시스템 인터페이스 핵심기술 개발 ○ A-SMGCS 시스템 검증 ○ 테스트베드 실증 실시

[표 6-1] ASBU 연관 CNS 연구개발 추진 내용

○ 총 8개의 연구개발 사업이 ASBU 이행계획에 필요한 내용을 추진하고 있는 것으로 나타났으며, 특히 ASBU 이행을 위해 필수적으로 요구되는 위성항법시스템, ADS-B, MLAT, SWIM 등과 같은 차세대 항법/감시/통신 시스템

에 대하여 이미 연구개발을 수행 중임

○ 아래 표는 기존의 추진과제와 ASBU 이행모듈 중 관련 모듈을 분류해 연결해 본 것으로, 현재 추진 중인 과제들이 ASBU 여러 모듈과 맥락을 함께 하고 있음을 알 수 있음

연번	기 추진과제	관련 ASBU모듈
1	차세대 항공 데이터통신 시스템(VHF Data Link) 개발	OPFL, FRTO, TBO, RSEQ, AMET, ASEP, FICE, SURF, CDO
2	항공용 위성항법시스템 기반기술 개발	APTA
3	항공관제용 통합 정보처리 시스템 개발	SWIM, FICE
4	항공용 위성항행 통신시스템 개발	APTA, ASUR, SNET, SURF, WAKE, RSEQ, RATS
5	글로벌 항공데이터 종합관리 망 기술개발 (구. 차세대 항공통신 인프라 기술개발)	DAIM, FICE, SWIM, AMET
6	항공용 다변측정 감시시스템(MLAT) 개발	SURF, RSEQ, RATS
7	항공기 지상이동유도 및 통제시스템(A-SMGCS) 개발	SURF, RSEQ, RATS
8	민간 무인항공기 실용화를 위한 기반조성 연구	RPAS

[표 6-2] 현재 진행중인 국가 연구개발 사업과 관련 ASBU 모듈

3절. 경제적 타당성 검토

○ ASBU 이행계획의 기본 전제는 시스템 업그레이드를 통해 기존 체제에 대비하여 새로운 운영개념이 효율성이 존재하는 경우, 여러 가지 대안 중에 효율성을 극대화 하는 방향으로 이행하는 것임

○ ASBU 이행계획을 통해 얻어질 수 있는 효율성은 항공기 운항의 경제성, 안전성, 환경오염 저감효과, 운항 효율성, 공역 수용량 향상 등과 같은 전분야에 걸쳐 있으며, 비용편익 분석을 위해서는 기본 모델과 개선 모델에 대한 모듈별 비교를 통해 얻어질 수 있음

○ ICAO의 경우 사용자의 투자 및 적극 이행 동참을 목표로 구체적인 비용이익 툴 개발을 준비하고 있으며, ASBU 유사 계획인 유럽의 SESAR의 경우도 목표량을 통해 유추해보면 비용부분에 있어 Full Scope의 절반의 비용절감효과를 기대하고 있는 것을 알 수 있음

1. ICAO MDWG-ASBUs

○ ICAO MDWG(MULTI-DISCIPLINARY WORKING GROUP)-ASBUs(ICAO 통합 ASBU 워킹그룹)은 '14년 2월 캐나다 몬트리올 ICAO 본부에서 항행관련 국제기구 및 주요국의 ASBU 이행관련 추진계획 및 내용, 문제점 등에 대한 논의를 진행함

○ 워킹그룹은 Seamless ATM 실현을 위한 사용자(ANSPs, 공항운영자, 항공기 제작사, 항공기 운영사)의 투자와 계획참여가 필요함을 인식

○ 이를 위해 사용자에 대한 해당계획의 이행을 통해 얻을 수 있는 명확한 경제적 이익(Cost Benefit)지표 제시와 투자효과 분석 Tool의 필요성을 강조함

○ 즉, ASBU 이행을 통한 연료효율성 증대, 대기시간 감소, 온실가스 감소 등 상당한 경제적 이익이 동반될 것이라는 사실은 명백하지만 이를 정량적으로 제시할 방안에 대한 필요성을 인식함

2. EU SESAR

○ SESAR는 EU의 SES(Single Eupropean Sky)의 R&D 계획으로 상위계획인 SES의 항목별 목표의 일정부분에 대한 기여를 목적으로 함

○ SESAR는 연료효율성, 비용효과(경제성), 안전성, 공역수용량, 활주로용량 총 5가지 분야의 향상목표를 설정하였으며, 상위계획인 SES 대비 SESAR의 목표치를 별도로 설정

- 각항목별 아래의 표에서 Full Scope는 SES의 목표, Allocated to SESAR는 SESAR의 목표를 의미



<연료효율성> <비용효과(경제성)>

<안전성> <공역수용량>

<활주로 용량>

[표 6-3] SESAR를 통한 개선 목표치

참고문헌

1. 국내 문헌

[1] 제 2 ATC 구축을 위한 중장기 계획 수립 용역 보고서, 국토해양부 2012

[2] 창조경제 R&D 중장기계획('14~'23), 국토교통부 2013

[3] 2013 국토교통 R&D 동향조사, 국토교통부 2013

[4] 항행안전시설 관련 산업 활성화 방안 마련 연구, 국토해양부 2010

[5] 항공안전 종합대책, 항공안전위원회 2013

[6] 2013 국토교통 R&D 동향조사, 국토교통부 2013

[7] 공기업 준정부기관 사업 예비타당성 조사 수행을 위한 일반지침 연구, 한국개발연구원 2013

[8] 연구개발부문 사업의 예비타당성조사 표준지침 연구, 한국개발연구원 2008

2. 국외 문헌

[1] Introduction to the Aviation System Block Upgrade (ASBU) Modules, CANSO

[2] Civil Air Navigation Services Organisation (CANSO), 『The Global Air Navigation Industry Symposium (GANIS) / The ICAO Aviation System Block Upgrades (ASBU)』

[3] ICAO, 『Global air traffic management operational concept(Doc 9854)』

[4] ICAO, 『Global air navigation plan (Doc 9750)Third Edition』2007

[5] ICAO, 『2013-2028 Global air navigation capacity & efficiency plan (Doc 9750) 2014-2016 Triennium Edition』

[6] ICAO, 『2013-2028 Global air navigation capacity & efficiency plan (Doc 9750) 2014-2016 Fourth Edition』

[7] ICAO, Global Standardisation Roadmap ver 0.5

[8] ASBUs Elements Equipage Measurement ver 6

[9] ICAO, 『Working Document for the ASBU : The Framework for Global Harmonization 28 Mar 2013

[10] ICAO, 『Working Document for the ASBU : The Framework for Global

Harmonization 17 Jul 2012

[11] ICAO, 『Working Document for the ASBU : The Framework for Global Harmonization 16 Nov 2011

[12] ICAO, 『AN-Conf/12-WP/82 (Twelfth Air Navigation Conference』 16 Dec 2012

[13] ICAO, 『SIP/2012/ASBU/Dakar-WP/6 : Workshop on preparations for AN-Conf/12-ASBU methodology, H. Sudarshan』 Jul 2012

[14] Airports Authority of India, 『ASBU ATC perspective, M K Nelli』 2012

[15] ICAO, 『ICAO ASBU Executive Briefing : The Framework for Global Harmonization』 Jun 2011

[16] ICAO, 『Infromal Briefing of the Council on ASBU, Nancy Graham 』 Jan 2012

[17] ICAO, 『Safety and efficiency performance framework: ASBU methodology, H. Sudarshan』

[18] ICAO, 『Block 0 Overview, Halidou Moussa』

[19] THALES, 『ICAO ASBU READY : Unique air-ground capabilities』

[20] Draft Asia Pacific Seamless ATM Plan V0.9

[21] FAA, 『Next GEN : The business case for next generation air transportation system』 August 2012

[21] FAA, 『Next GEN : The business case for next generation air transportation system』 August 2013

[22] FAA, 『National airspace system capital investment plan FY 2013-2017』

[23] European ATM Master Plan Edition_2 Oct-2012

[24] IATA, Information for a Collaborative Environment – A Concept

[25] THALES, ICAO ASBU READY Unique air-ground capabilities

[26] Indian ANS initiatives in line with ASBU

[27] Farid Zizi, Creating the conditions for GANP Implementation

[28] Eurocontrol, 『Arrival Manager Implementation Guidelines and Lessons Learned』

[29] Eurocontrol, 『SESAR and the Environment』 2010

부록 1. ASBU 모듈 설명 자료

No	관리과제			
1-1	위성항행시스템 기반의 접근절차 제공 강화			
	ASBU Thread			
	공항접근성(Airport Accessibility) - APTA			
담당 부서	주관	협조	ASBU 연관모듈	아태지역 우선순위
	항공관제과	항행시설과 항공산업과	B0-APTA B1-APTA	2

운영 개념	< B0 단계 > ○ 계기비행 접근절차를 현행 ILS, VOR 등 지상항행시설 기반에서 위성항법시설(GNSS) 기반으로 하는 PBN 절차 및 GLS절차로 전환하여 공항의 접근성 및 수용력 향상 - 기본적인 위성항법(GNSS), 기압고도를 이용하는 Baro-VNAV, SABS(위성기반보정시스템), GLS(지상기반보정시스템을 이용한 착륙시설)을 통해 적용 가능 ○ PBN 접근절차는 재래식 비행절차에 비행 장애물 및 지형에 의한 제한을 받지 않으며, 이러한 탄력성·유연성을 이용하여 재래식 접근절차의 수립이 곤란한 공항의 수용력 향상을 기대 <적용 시 고려사항> ○ 모든 계기비행 활주로(정밀 활주로 및 제한적으로 비계기 활주로)에 적용	
기대 효과	○ 활주로 접근성 향상, 공항 수용력 향상, 연료 절감으로 인한 친환경적 및 착륙 기상 최저치 개선으로 인한 운항 효율성 제고 등	
성과 지표	○ Baro-VNAV/SBAS/GBAS를 기반으로 APV를 제공하는 계기 활주로를 가진 국제 비행장의 비율	
필요 시스템	항법 장비	1. Baro VNAV 기능이 통합된 기본 위성항법(GNSS) 수신 장비 2. GBAS 또는 SBAS 수신 장비
	지상 시설	오차 보정을 위한 GBAS 또는 SBAS 지상 시설

<table>
<tr><td>향후 단계별 전환 계획</td><td colspan="2">< B1 단계 >
○ 위성항법시설(GNSS)을 기반으로 하는 PBN 접근절차의 국제적 이행이 보다 확대
○ PBN 및 GLS(CAT II/III) 접근절차의 활용이 증가하고 활주로 접근에 대한 신뢰도 및 예측성이 향상됨에 따라 안전성, 접근성 및 효율성의 지속적 증가
- B_0 단계의 GLS CAT-Ⅰ시설을 일부 공항에서 GLS CAT-Ⅱ,Ⅲ 가능하도록 개량
- PBN 도착절차(STARs)를 수직정보를 제공하는 접근절차(APV)와 연결
- 착륙 기상 최저치가 더 낮아져 활주로 접근성이 향상되며 이에 따른 운영상 이점으로 보다 많은 항공기가 GLS 절차를 수행할 수 있는 장비를 장착할 것을 기대
<선행 모듈>
B0-APTA</td></tr>
<tr><td rowspan="2">현황 분석</td><td>국내</td><td><APV 접근절차 수립 계획>
○ 성능기반항행 전환 계획
- 전 공항 Baro-VNAV 절차 도입 계획(~’16)
- 국내 Baro-VNAV 이용한 접근 절차가 설계되어 있으나 아직까지는 ILS의 의존률이 높음
- GBAS를 이용한 접근절차 점진적 확대 (~’17)
<연구 개발>
○「항공용 위성항행 통신시스템 개발」(~’14, 항우연)
- 김포공항에 외산 GBAS 장비 설치, 운용 시험, 승인기술 및 절차 개발완료
○「GBAS CAT-II/Ⅲ 기술개발 기본 계획 수립」(’13~’14, 항공대)</td></tr>
<tr><td>해외</td><td><B0 단계>
○ 미국
- 5,000식 이상의 위성항법 기반 접근절차 고시(LNAV/VNAV 및 LPV 접근절차는 총 2,500식)
- 총 5,500개 활주로에 대해 수직유도 정보가 제공되는 접근절차(APV)를 2016년까지 완료할 계획
- 휴스턴, 뉴왁공항 에 GLS CAT I 절차 시범운영 중</td></tr>
</table>

		- GLS CAT II/III 접근절차에 대하서는 프로토타입을 개발 중이며, '17년 운영 승인 계획 **ㅇ 캐나다** - 596식 위성항법 기반 접근절차(LNAV 포함) 고시 중이며, 이 중 23식의 LNAV/VNAV, 52식의 LPV 접근절차 개발 - 위성항법 기반의 LNAV/VNAV, LPV 절차를 지속적으로 추가 할 계획 - '11년 현재 캐나다는 GLS 접근절차 도입 계획 없음 **ㅇ 호주** - PBN 접근절차(LNAV, 500식)가 운영 중이며, LNAV/VNAV 접근절차를 추가할 예정 - 호주에서 운영 중인 항공기의 5%만이 Baro-VNAV 기능을 보유 - 호주는 SBAS 서비스가 안 되므로, LPV 절차는 없음 - 시드니에서 GLS CAT- I 시범운용을 완료 **< B1 단계 >** **ㅇ 미국** - 모든 활주로(약 5,500개)에 대해 LNAV, LNAV/VNAV 및 LPV 접근절차를 수립(~'16년) - 정밀접근활주로에 대해서는 SBAS 기반의 LPV 접근절차를 수립하고 결심고도(DH) 60m CAT-I 수준의 접근성 제공 - GLS CAT II/III 접근절차에 대하서는 개발업체와 프로토타입을 개발하여, 운영 승인(~'17년) **ㅇ 캐나다** - 항공사의 요구 수준에 따라 PBN 접근절차 서비스를 확대(~'18년) **ㅇ 유럽** - 2014년 GLS CAT II/III 시험운용 계획 **ㅇ 프랑스** - 2016년까지 100% LNAV 최저치를 갖는 PBN 절차 완료, 2020년 까지 LPV와 LNAV/VNAV 최저치 100% 완료 계획
검토 의견	○ GBAS CAT- I 절차는 기술적으로는 완료되었지만 2018년까지 전 세계적으로 이용률이 높아지기는 어려울 것으로 판단.	

	○ 현재의 기술수준은 ILS와 비교하여 큰 장점을 갖지 못하므로, 국내 적용을 통한 효과도 상대적으로 적을 것으로 예상됨 ○ 따라서 적용시기를 서두를 필요는 없을 것으로 판단되나, 경로 설정의 유연성, 경제성, 국제 항공사회 통합 등을 고려하였을 때 GLS CAT-II/III 에 관한 연구개발은 장기적인 관점에서 진행하는 것이 바람직하다고 고려됨. ○ GLS 이행을 위해서는 지상장비 설치뿐 아니라 항공기에 탑재 장비가 설치가 되어 있어야지만 가능하기 때문에 항공사의 참여를 유도할 수 있는 유인책 마련 필요.
관련 기준	○ ICAO ANNEX 10 - Aeronautical Telecommunications, Volume I – Radio Navigation Aids ○ ICAO Doc 8168, Procedures for Air Navigation Services－Aircraft Operations ○ ICAO Doc 9613, Performance-based Navigation (PBN) Manual ○ ICAO Doc 9849, Global Navigation Satellite System (GNSS) Manual ○ ICAO Doc 9906, Quality Assurance Manual for Flight Procedure Design, Volume 5 - Validation of Instrument Flight Procedures ○ ICAO Doc 8071, Manual on Testing of Radio Navigation Aids, Volume II －Testing of Satellite-based Radio Navigation Systems ○ ICAO Doc 9931, Continuous Descent Operations (CDO) Manual

No	관리과제			
1-2	최적 후류분리 운영 시스템 개발 및 적용			
	ASBU Thread			
	후류분리(Wake Turbulence Separation) - WAKE			
담당 부서	주관	협조	ASBU 연관모듈	아태지역 우선순위
	항공관제과	항공산업과 항공기상청	B0-WAKE B1-WAKE	3

운영 개념	< B0 단계 > ○ 항공기 후류요란 분리 기준 개선을 통해 활주로 처리량 증대 1. 현행 3단계(H/M/L) 후류 분리 절차 기준 6단계 개정 예정 (2013년 말, ICAO) 2. 활주로 중심선이 760m 이하로 떨어진 평행활주로를 이용하는 도착항공기에 대한 후류 분리 절차 기준 축소 3. 활주로 중심선이 760m 이하로 떨어진 평행활주로를 이용하는 출발항공기에 대한 후류 분리 절차 기준 축소 <적용 시 고려사항> ○ 개정된 항공기 후류 등급은 절차상에 적용하며, 자동시스템은 변경하지 않음	
기대 효과	○ 후류분리 기준 축소로 인한 수용력 향상 및 항공기 운항의 유연성 증대	
성과 지표	○ 후류분리 기준 6단계를 적용하는 국제 비행장의 비율	
필요 시스템	항법 장비	N/A
	지상 시설	○ ICAO 6단계 분리 기준 적용 지원 도구(Decision Support Tool) ○ 출발항공기 후류분리 기준 축소의 경우 측풍 강도 및 방향을 예측하고 해당 정보를 관제사에게 전시(Display)해 줄 수 있는 자동화 장비 필요

<table>
<tr><td>향후 단계별 전환 계획</td><td colspan="2">< B1 단계 >
1. 선-후행 항공기 간 기종 조합에 따른 후류분리 기준 개선
2. 760 미터이하 평행활주로에서 도착활주로 간 측풍예측을 활용한 후류분리 적용공항 확장
3. 760 미터이하 평행활주로에서 출발활주로 간 측풍예측을 활용한 후류분리 적용공항 확장
< 선행 모듈 >
B0-WAKE

< B2 단계 >
○ 선-후행 항공기 간 기종 조합에 따른 시간기반의 후류분리 기준 개선
< 선행 모듈 >
B1-WAKE</td></tr>
<tr><td rowspan="2">현황 분석</td><td>국내</td><td>N/A</td></tr>
<tr><td>해외</td><td>< B0 단계 >
○ 미국
- ICAO의 6단계 후류분리기준 절차 개선(2013년 예상)에 맞추어 관련 문서 및 절차 개발 중이며, 후류분리 기준이행을 위한 자동화 시스템 개선 중
- 760m 이하 평행활주로 도착항공기: 시애틀, 멤피스 공항 등 7개 공항에서 활주로 정비로 인한 폐쇄 시 FAA 절차 사용 승인
- 760m 이하 평행활주로 출발항공기: 휴스턴, 멤피스 공항 등 2개 공항에서 현재 WTMD 절차 시범 운영

< B1 단계 >
○ 미국
- 2011년부터 미국내 3개 공항에서 WTMD 시스템 운영 시범 시작</td></tr>
<tr><td>검토 의견</td><td colspan="2">○ ICAO 기준 개정 시 국내 기준 개정 및 의사결정 지원 자동화 시스템 대한 준비 필요
- 인천공항 시스템 개량사업 이전에(상세설계 ‘14.6까지) 6개의 새로운 기준을 시스템에 탑재할지 결정 필요</td></tr>
</table>

	○ 현재 공항에 설치되어 있는 AMOS(Aerodrome Meteorological Observation System) 장비를 이용하여 측풍을 측정할 수 있지만 장비위치가 측풍을 정확히 측정해 내기에는 멀리 떨어져 있음 ○ 도착항공기간의 활주로 분리 기준이 축소되더라도 착륙한 항공기가 활주로를 개방해주어야 후행 항공기의 연이은 착륙이 가능하므로, 절차의 개정과 동시에 항공기가 활주로를 빠르게 개방할 수 있는 유도로의 위치와 수에 대한 고려가 동시에 필요 ○ B1, B2 단계에서 필요한 항공기 후류 분류 세분화에 따른 의사결정 지원 도구 및 후류 감지 및 예측을 위한 지상시설의 상세 기능을 파악하고, 외산 장비 도입 또는 국내 개발 여부에 대한 판단 필요
관련 기준	○ Doc 4444, Procedures for Air Navigation Services - Air Traffic Management ○ Doc 9426, Air Traffic Services Planning Manual

No	관리과제			
1-3	지상관리 자동화 시스템 개발 및 적용			
	ASBU Thread			
	지상운영(Surface Operations) - SURF			
담당 부서	주관	협조	ASBU 연관모듈	아태지역 우선순위
	항공관제과	항공산업과	B0-SURF B1-SURF	3

운영 개념	< B0 단계 > ○ A-SMGCS와 ADS-B*를 이용하여 공항 내에서의 항공기와 차량의 움직임을 감시하고, 관제탑에 감시/현시/경보 기능을 제공해 활주로와 공항의 안전도를 향상하고 효율적 지상 관리를 목표 * ADS-B는 동시에 두 개 이상의 활주로(폭이 최소 45m이상)를 이용하는 중간 등급 이상의 교통 혼잡도를 나타내는 공항에서 A-SMGCS의 구성 요소로 사용 ○ A-SMGCS는 특히 저시정 상황 혹은 동일한 항공사의 동일기종 항공기가 다수 지상에 존재할 때 매우 제한되었던 육안식별/감시기능을 개선 - 전통적 SMGCS 기능(육안감시, 공항내 신호체계, 등화, 표식)에 ATC 상황 감시를 위해 공항 이동지역 내 항공기 위치정보 및 이동차량 위치를 공항 관제사에게 현시하고, 활주로 침범경보를 제공 (이를 위한 설비 및 운용 절차 수립 필요) ○ A-SMGCS B0 단계에 필요한 설비와 절차는 B1/B2단계에 지속적인 지원을 제공해야 하므로, B0단계 이행이 중요한 기반이 됨 1. 감시(Surveillance) - A-SMGCS는 레이더를 이용한 지상감시에 최소 하나의 협동적 지상감시시스템(다변측정시스템, Mode S SSR, ADS-B)을 더하여 운영함 - ADS-B는 활주로 침범감지 지원을 통한 충돌감소에 목적을 둠 (ADS-B APT는 경보 기능 없음) 2. 경보 기능(Alerting Systems) - A-SMGCS는 경보 기능을 통하여 ATC에 더욱 효과적으로 활주로 침범경

<table>
<tr><td></td><td colspan="2">보 제공 (충돌 회피 기능은 시스템 마다 case-by-case)
<적용 시 고려사항>
○ A-SMGCS는 모든 공항에서 모든 등급의 항공기 및 지상이동 장비에 적용
○ ADS-B는 동시에 두 개 이상의 활주로(폭이 최소 45m이상)를 이용하는 중등급 이상의 교통 혼잡도를 나타내는 공항에서 A-SMGCS의 구성 요소로 사용
<연관 모듈>
○ B0-ACDM, B0-RSEQ</td></tr>
<tr><td>기대 효과</td><td colspan="2">○ 저시정 운영시 지상 이동 항공기에 대한 감시 능력 향상으로 항공기 및 지상장비의 접근성이 증가, 공항 수용량 및 운영 효율성 개선 기대
○ 기존의 ATC 인력으로 이루어지던 감시 기능을 레이더를 이용해 강화함에 따라 ATC 업무량을 감소시키며 동시에 안전성 향상</td></tr>
<tr><td>성과 지표</td><td colspan="2">○ SMR/SSR/Mode S/ADS-B/MLAT을 가진 국제 비행장의 비율
○ 차량에 협력 트랜스폰더 시스템을 장착한 국제 비행장의 비율
○ Annex 14에 따른 시각보조시설요구사항(visual aid requirement)을 준수하는 국제비행장의 비율</td></tr>
<tr><td rowspan="2">필요 시스템</td><td>항법 장비</td><td>○ ADS-B/SSR 트랜스폰더 시스템</td></tr>
<tr><td>지상 시설</td><td>○ SMR/SSR Mode S/ADS-B/ MLAT
○ 경보 기능이 탑재된 감시 디스플레이 기능
○ 지상이동장비를 위한 트랜스폰더 시스템</td></tr>
<tr><td>향후 단계별 전환 계획</td><td colspan="2">< B1 단계 >
- ADS-B, TIS-B*를 통한 SURF*전시
- SURF에 활주로 충돌 경보 기능을 추가한 SURF-IA* 사용
- 적외선 카메라, 밀리미터파 레이더와 같은 전자기 센서를 이용한 EVS* 사용

* Traffic Information Service Broadcast
* Basic surface situation awareness
* Enhanced traffic situational awareness on the surface of airport with indications and alerts</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td></td><td colspan="2">* Enhanced vision systems for taxi operations
< 선행 모듈 >
B0-SURF

< B2 단계 >
- A-SMGCS Level 3-4 수준 이행
- Level 3: 항공사 및 공항운영자의 데이터 공유를 통한 기본적 Taxi 스케쥴 생성과 출발대기열 관리. 데이터통신을 이용 조종석에서 Taxi 허가 수신
- Level 4: 더욱 정확한 Taxi 스케쥴 생성 및 Taxi 궤적 (시간에 따른 통과 지점)정보 제공. 정확한 Taxi 스케쥴은 AMAN/DMAN과의 통합 운영을 통한 ATFM 기능 개선. 조종석에 Taxi 경로 전시
< 선행 모듈 >
B1-SURF, B1-TBO
< 연관 모듈 >
B2-ACDM</td></tr>
<tr><td rowspan="2">현황 분석</td><td>국내</td><td>○ 인천공항 ADS-B 설치 및 시범 운용 (‘08~)
- 오차율 문제로 현재 지상 이동 차량용에만 적용하여 운영중
○ 인천공항 지상감시용 MLAT 구축 계획(‘13-’17)
- MLAT 정보를 이용한 A-SMGCS 개량사업 예정(‘13-’17)
- ASDE* + MLAT + ADS-B
* Airport Surface Detection Equipment

<연구개발>
○ 「항공용 위성항행 통신시스템 개발」중 ADS-B 개발, 현재 김포공항에 시험 중(‘10~’14, 항우연)</td></tr>
<tr><td>해외</td><td>< B0 단계 >
- Level 1, 2 수준의 A-SMGCS는 세계 각지의 공항에서 운영 중이며, 이 중 일부는 활주로이탈 경보 기능을 포함하며, 각 지역에 따라 기술적 성숙도와 신뢰성은 차이가 있음

< B1 단계 >
- 미국과 유럽은 SURF 표준 개발을 완료하였으며, 현재 탑재용 SURF-IA 표준을 개발 중임. 2017년 이후 운용능력이 현실화 될 것</td></tr>
</table>

		으로 예상 - 지상차량장비는 ADS-B를 통해 감시될 수 있음 **< B2 단계 >** - A-SMGCS Level 3: 현재 초기단계의 개발이 완료 되었고, ANSP, 공역사용자, 공항운영자 간 지상데이터 교환 가능 - A-SMGCS Level 4: 현재 연구 개발 중
검토 의견	○ A-SMGCS는 국내 공항의 저시정 운영 중장기발전계획에 기초하여 시설 투자여부 결정 필요	
관련 기준	○ ICAO Doc 9924, Aeronautical Surveillance Manual ○ ICAO Doc 9871, Technical Provisions for Mode S Services and Extended Squitter ○ ICAO Doc 9830, Advanced Surface Movement Guidance and Control Systems (A-SMGCS) Manual ○ ICAO Doc 7030/5, (EUR/NAT) Regional Supplementary Procedures, Section 6.5.6 and 6.5.7 ○ ICAO Doc 4444, Procedures for Air Navigation Services －Air Traffic Management ○ ICAO Doc 7030, Regional Supplementary Procedures (EUR SUPPS)	

<table>
<tr><td>No</td><td colspan="4">관리과제</td></tr>
<tr><td rowspan="3">1-4</td><td colspan="4">도착 및 출발관리 시스템 개발 및 적용</td></tr>
<tr><td colspan="4">ASBU Thread</td></tr>
<tr><td colspan="4">활주로 순서화(Runway Sequencing) - RSEQ</td></tr>
<tr><td rowspan="2">담당
부서</td><td>주관</td><td>협조</td><td>ASBU
연관모듈</td><td>아태지역
우선순위</td></tr>
<tr><td>항공관제과</td><td>항공교통센터
지방항공청
항공교통센터</td><td>B0-RSEQ
B1-RSEQ</td><td>2</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td>운영
개념</td><td>
< B0 단계 >
○ 복수의 활주로를 가진 공항 또는 공항 위치가 근접하여 활주로 운영이 서로 영향을 받는 지역에서 활주로 수용량을 향상시키기 위한 항공기 출·도착 순서화 및 대기열 관리
○ 기존의 수동적 관리개념에서 이를 자동화한 의사결정지원시스템의 적용 필수
1. 도착관리(AMAN과 시간기반 미터링)
- 도착공역 내 미터링 지점에 동시간대 진입하는 항공기를 미리 예측하여, 진입 전 속도조절, 고도조정 등을 통해 진입시간 및 미터링 지점에서의 항공기 투입율 관리
2. 출발관리(DMAN)
- 정확한 push-back 시간 제공을 통해 유도로 체류시간 및 출발 항공기 대기열을 줄이고 지상지연을 최소화함으로서 터미널과 공항 운영자원 운영의 효율성을 최대화
- 출발관리는 en-route 교통상황과 미터링 지점에 항공기 도착예정시간을 고려하면서, 자동화 시스템을 통한 도착슬롯과 조정을 수행
3. 포인트 머지
- 연속강하운항을 이용한 포인트 머지 절차를 통해 도착 항공기 운항 효율 향상
<적용 시 고려사항>
○ 주요 허브공항과 대도시 지역의 공항의 활주로와 터미널 기동지역에서 필요
○ 일부 지역에서는 환경 및 운영상의 이유로 인해 더 복잡하고 많은 기술
</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td></td><td colspan="2">및 절차가 필요
<연관 모듈>
○ B0-ACDM</td></tr>
<tr><td>기대 효과</td><td colspan="2">○ 터미널 공역 및 활주로 수용량을 증가, 자원의 효율적 활용, 유입 교통량의 불확실성 감소를 통한 공항 및 터미널 수요의 예측성 향상, 동적 스케쥴링을 이용한 유연성 향상 기대</td></tr>
<tr><td>성과 지표</td><td colspan="2">○ AMAN/DMAN을 이행하는 국제 비행장의 비율</td></tr>
<tr><td rowspan="2">필요 시스템</td><td>항법 장비</td><td>N/A</td></tr>
<tr><td>지상 시설</td><td>○ 출·도착 순서화 자동 지원</td></tr>
<tr><td>향후 단계별 전환 계획</td><td colspan="2">< B1 단계 >
- B0의 독립적인 AMAN/DMAN 자동화를 기반으로, 지상관리(SMAN) 자동화와 DMAN의 통합 운영
- 인접 관제구역과의 협조운영을 통한 AMAN의 시간기반-미터링 개념의 확장
- RNAV/RNP 항공로의 효과적 이용을 통한 CTA(Controlled Time of Arrival) 준수 극대화
< 선행 모듈 >
B0-RSEQ, B0-SURF

< B2 단계 >
- 동적 교통 패턴에 대응하는 AMAN/DMAN의 연동(동기화)
- 연동된 정보흐름, 출발/도착 간 동기화 된 의사결정을 통한 모든 이해관계자들의 공통된 상황인식 수준 강화
< 선행 모듈 >
B1-RSEQ

< B3 단계 >
- 4D 운영과 더불어, 전 비행단계의 트래픽 동기화 및 정보공유
< 선행 모듈 >
B2-RSEQ</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td rowspan="2">현황
분석</td><td>국내</td><td>< 연구 개발 >
○ 「성능기반항행(PBN) 전환용역」중 AMAN 도입 연구용역 진행중('12~)
- 항공대/픽소니어를 통해 AMAN 프로토타입 개발 중
- 인천, 김포 제주공항 AMAN 적용 예정(~'18년)
○ 인천공항 레이더관제시스템(ARTS) 개량사업에 DMAN 기능을 구축하고, 인천공항 3단계 A-CDM, 준공('17.9월)이후 연계 운영 추진</td></tr>
<tr><td>해외</td><td>< B0 단계 >
ㅇ 미국
- 시간기반 미터링: 20개의 항로교통센터(ARTCC)에서 시간기반 자동화 툴로서 TMA(Traffic Management Advisor) 사용 중이며, 현재 RNAV/RNP 절차를 지원하는 터미널 미터링의 시뮬레이션 수행 중으로 이것은 2018년까지 TBFM에 통합될 것으로 예상
- 출발흐름관리: 두 개 지역에서 시험운용 계획이며 초기운용능력(IOC)은 2014년 예상됨
ㅇ 유럽
- 벨기에, 덴마크, 프랑스, 영국 등 일부 국가에서 기본적 AMAN 이행 중이며, DMAN은 드골공항 등 유럽 주요공항에 배치, 운용 중

< B1 단계 >
ㅇ 미국
- 지상관리: 2010년 JFK 공항이 4개월 간 활주로 보수작업으로 인해 일부 활주로를 폐쇄하였고, 이 기간 중 CDM을 이용한 출발항공기 대기열 관리를 통하여 많은 효과를 보았으며, 보수작업 후에도 지속적으로 절차 운영 중에 있음
ㅇ 유럽
- 지상관리: A-SMGCS의 기능으로 간주되며 2010-2015 기간 중 향상된 감시기능을 통한 필드 테스트 예정</td></tr>
</table>

검토 의견	○ AMAN/DMAN은 ATFM, A-CDM, 기상정보, CDO, CCO가 복합적으로 고려되어야 하는 사항이므로 관련 모듈의 개발 및 이행 속도와 맞추어 추진할 필요가 있음 ○ 대기열 관리는 국내 공역의 환경 변화(항공로 변경, 접근 절차 변경 등) 및 관제사의 요구사항 변경에 따라 환경 변수들을 조정하거나 알고리즘 자체를 변경할 수 있어야 함 ○ B1/B2 수준의 AMAN/DMAN 적용에 필요한 핵심모듈 연구개발을 선행적으로 진행하여 적용 필요
관련 기준	○ European ATM Master Plan ○ SESAR Definition Phase Deliverables ○ TBFM Business Case Analysis Report ○ NextGen Midterm Concept of Operations v.2.0 ○ RTCA Trajectory Operations Concept of Use ○ EUROCONTROL, Point merge: Point merge integration of arrival flows enabling extensive RNAV application and continuous descent. Operational services and environment definition, July 2010.

No	관리과제			
1-5	A-CDM 체계 개발 및 적용			
	ASBU Thread			
	공항 협력적 의사결정(Airport Collaborative Decision Making) - ACDM			
담당 부서	주관	협조	ASBU 연관모듈	아태지역 우선순위
	항공관제과	항행시설과 공항정책과 지방항공청	B0-ACDM B1-ACDM	2

운영 개념	< B0 단계 > ○ 공항내 협력적 운영환경을 위한 여러 이해관계자(항공사, 공항운영자, 지상조업 등) 간 지상운영 데이터 공유를 통하여 이동지역 지연감소, 안전성/효율성/상황인식 기능 증대 ○ A-CDM은 다양한 이해관계자의 정보시스템의 연계를 통한 개선된 프로세스를 제공하는 것으로, 상대적으로 적은 비용의 투자를 통하여 달성될 수 있음 <적용 시 고려사항> ○ 기 설치되어 있는 공항 지상 인프라 <연관 모듈> ○ B0-SURF, B0-RSEQ	
기대 효과	○ 협력적 의사결정을 통한 시설의 효율적 운영을 통한 수용량 증가 기대 및 Taxi 시간 감소에 따른 연료 소모 및 배출 가스 감소로 친환경성	
성과 지표	○ A-CDM을 갖춘 국제 비행장의 비율 ○ 비행장 인증을 받은 국제 비행장의 비율 ○ Annex 14에 따른 소방 및 구조(RFF) 시설을 갖춘 국제비행장의 비율	
필요 시스템	항법 장비	N/A
	지상 시설	○ 이해관계자간의 지상 정보(특히 감시 정보) 공유 시설 ○ Annex 14에 따른 소방 및 구조(RFF) 시설

<table>
<tr><td>향후 단계별 전환 계획</td><td colspan="2">< B1 단계 >
- 협력적 공항운영 계획(AOP)을 전체 ATM 네트워크에 통합함으로서 전체 ATM 이해관계자에게 동기화된 관점과 시점을 제공
- 공항의 성능목표 및 지표를 AOP와 통합 운영하고 지역 또는 국가의 성능 이행 체계와 일치하도록 함
- 공항 내 이해관계자 간 실시간으로 통신과 조정 등을 통하여 공동 의사결정 수행을 용이하게 함
- 실시간 감시 능력과 의사결정 수행 및 지속적인 최신 항공정보 공유로 완전한 통합적 공항운영 이행
<선행 모듈>
B0-ACDM, B0-NOPS</td></tr>
<tr><td rowspan="2">현황 분석</td><td>국내</td><td>○ 인천공항 A-CDM 구축 계획 (‘13~’17.9)
- 1단계 ‘15.12월 시험운영
- 2단계 ‘17.9월 구축운영
- 범위 : 관제탑, 계류장, 지상조업, 항공사, AOC, ATFM(ACC) 연계 운영
○ 그 외 공항 계획 없음</td></tr>
<tr><td>해외</td><td>< B0 단계 >
○ 유럽
- EUROCONTROL은 이미 A-CDM 개념을 유럽 내 여러 공항에서 이행 중
- A-CDM은 단지 시스템이나 하드웨어/소프트웨어 혹은 협의체 운영만이 아니고 문화적 변화, 민감 데이터의 취급, 파트너와의 운영 프로세스 이해가 선결되어야 함을 강조
- A-CDM을 기반으로 공항 간 ATFCM(Air Traffic Flow and Capacity Management) 네트워크와 CFMU(Central Flow Management Unit)를 통합하여 이행 중
- 공항 간 실시간 데이터 교환을 수행 중이며 이 데이터의 정확도는 CFMU와 각 공항에 매우 큰 활용도를 가지고 있음. 각 공항은 정확한 도착예정치를 FUM(flight update message)를 통하여 수신
- 향후 더 많은 공항들이 A-CDM 운용에 참여 예정임</td></tr>
</table>

		- 뮌헨, 브뤼셀, 드골공항은 공식 A-CDM 인증 취득 **ㅇ 미국** - 협력적 출발대기열 관리(CDQM) 운영개념이 필드 테스트 예정 - 여러 항공사의 운항관리사들과 FAA 관리자가 참여한 광범위한 human-in-the-loop 시스템 시뮬레이션을 수행 중이며, FAA SEVEN (System-side Enhancements for Versatile Electronic Negotiation) 프레임워크에 포함 예정 - 현재 멤피스, 올랜도, JFK, 보스턴 공항에서 다양한 형태의 A-CDM 운영 이행 중
검토 의견		○ CDM 이행을 위한 기본 규칙 수립 필요 - 각 기관간 정보 공개 수준 협의 - 의사결정 참여자 간 원활한 의사소통(의견교환과 변경사항 반영)이 가능한 지속적인 회의체계 구축 ○ 효과적인 시스템 구축을 위해 해외공항에서 수행된 모범 사례를 검토하여 참고하는 것이 필요함 ○ 향후 항공기 대기열 관리 및 ATFM 등 과의 연계 방향 모색
관련 기준		○ ICAO CDM Manual (발행 예정)

No	관리과제			
1-6	원격공항관제운영 체계 설계 및 시스템 개발			
	ASBU Thread			
	원격공항관제(Remotely Operated Aerodrome Control) - RATS			
담당 부서	주관	협조	ASBU 연관모듈	아태지역 우선순위
	항공관제과	항행시설과 항공산업과 항공교통센터 지방항공청	B1-RATS	-

운영 개념	< B1 단계 > ○ 공항의 관제서비스(비상상황 포함)를 해당공항이 아닌 원거리에 위치한 공항 또는 관제센터에서 서비스를 제공함 ○ 원격 관제서비스는 통상적인 관제서비스 수준을 유지하면서 향상된 감시기술을 통하여 서비스 제공 방법만 변화시키는 것임 ○ 특히, 공항운영의 사회적·정책적 타당성은 존재하나 경제적 이익실현이 어려운 지역중소공항이 대상이 되며 원격공항관제를 우선적으로 적용함으로서 관제서비스의 효율성을 높임 ○ 항공기 운항횟수가 비교적 적은 소형공항의 경우 상시적 관제설비나 인력운영으로 인해 관제서비스 대비 과다한 운영비용 발생	
기대 효과	○ 공항운영비 및 관제서비스 비용 절감 ○ 관제인력 운영의 효율화	
성과 지표	N/A	
필요 시스템	항법 장비	N/A
	지상 시설	○ 카메라기반 솔루션 적용을 통한 공항 상황 현시시스템 ○ 다양한 센서 적용을 통한 공항상황 인식 및 감시시스템 ○ 원격공항관제탑과 공항 간 통신시스템

현황 분석	국내	N/A
	해외	< B1 단계 > ○ 유럽 - 2011년 스웨덴의 순드발(Sundsvall) 공항과 Ornskoldsvik 공항의 원격공항관제 운영 이행 시작 - Saab와 LFV에 의해 공동개발된 원격공항시스템은 2012년 테스트 예정이며 2013년이 운영 목표시점 - 향후 순드발 공항에 위치한 항공교통통제센터에서 두 공항에 대한 관제서비스 예정
검토 의견	○ 원격공항관제 체계는 항공기 감시, 공항상황현시 기술 등 첨단기술이 융합된 체계로서 기반기술에 대한 장기적 연구가 필요한 선도기술에 해당하므로 장기적인 차원에서 이행여부가 고려되어야 함 ○ 우리나라의 경우 무안, 양양공항 등이 적정 대상공항으로 판단됨	
관련 기준	N/A	

No	관리과제			
2-1	AIDC 구축을 통한 협력적 관제운영 체계 강화			
	ASBU Thread			
	협력적 운영환경을 위한 운항 및 교통흐름정보 공유(FF/ICE) - FICE			
담당 부서	주관	협조	ASBU 연관모듈	아태지역 우선순위
	항공관제과	항공교통센터	B0-FICE B1-FICE	1

운영 개념	< B0 단계 > ○ 항공교통관제기관 간 비행관련 정보 전달 및 관제권 이양시, 전화 대신 자료 전송을 이용한 협의 시스템 구축 ○ AIDC* 모듈은 인접 항공교통관제기관과 비행 데이터 교환 자동화를 통해 효율성을 높이고 항공흐름을 개선 목적 * ATS inter-facility data communication ○ 보다 정확한 궤적정보와 감시정보를 포함하는 메시지 교환은 진입 공역 관제사의 관제업무량을 줄이며 더 나아가 분리기준의 축소 적용이 가능할 것으로 기대 ○ 향후 지대지, 공대지의 정밀한 4D 궤적 데이터 교환을 위한 첫 단계 (Doc 9854: Global Air Traffic Management Operational Concept) <적용 시 고려사항> ○ 항로 및 TMA 공역을 관할하는 최소 2개 이상의 ACC에 적용 <연관 모듈> ○ B0-TBO	
기대 효과	○ 분리 기준 축소 적용이 가능함에 따른 공역 수용량, 운영 효율성, 안전성 개선 기대 및 국제적으로 표준화된 인터페이스 사용으로 상호 운용성 확보	
성과 지표	○ AIDC를 수행하는 항공교통업무기관의 비율 ○ AMHS/IPS*를 이행하는 체약국 * Internet Protocol Suite	
필요 시스템	항법 장비	N/A
	지상 시설	○ AIDC 메시지 전달을 위한 비행 정보 전달 시스템(FDPS) ○ 관제기관간 상호합의 절차를 통한 메시지 시스템 정의

향후 단계별 전환 계획	**< B1 단계 >** - 항공편 출발 이전 FF-ICE Step 1 이행 * FF-ICE : Flight and flow information for the collaborative environment - FF-ICE Step 1을 위한 SARPs가 2012~2015에 도출 예정 - 비행계획과 관련된 정보교환을 용이하게 하며, 비행계획 제출/수정/고시에 더 많은 유연성 확보 기대 - FF-ICE Step 1의 구성 1) 글로벌 항공편 식별자(GUFI) 2) 호환 데이터 형식(FIXM, XML, GML)의 사용 3) 비행정보 공유와 관계 기관의 역할, 규정, 절차 등을 정의 **< 선행 모듈 >** B0-FICE, B0-DATM **< 연관 모듈 >** B1-DATM, B1-SWIM **< B2 단계 >** - FF-ICE Step 1 확장 - 항공편 출발 이후를 포함한 모든 비행 단계의 비행정보 및 흐름을 모든 지상시스템(항공사, AOC, 관제기관) 간의 공유하는 것을 목적 - B1/B2-SWIM 이행은 운항정보 공유를 더욱 용이하게 함 **< 선행 모듈 >** B1-FICE, B1-SWIM **< B3 단계 >** - SWIM을 통해 항공기 운항과 관련된 모든 정보 및 궤적을 공유하여 비행 중인 항공기에 FF-ICE 이행 **< 선행 모듈 >** B2-FICE, B2-SWIM

<table>
<tr><td rowspan="2">현황
분석</td><td>국내</td><td>○ 인천ACC-일본ACC간 AIDC 구축 및 운영 중('10~)
- 인천ACC-일본ACC간 AIDC의 경우 시스템 호환성 관계로 총 7개 기능 이용
- '16년 레이더 시스템 개량시 전체 기능사용 가능도록 개량 예정
○ 인천ACC-중국(대련)ACC간 AIDC 구축 협의중
○ 2011년부터 중국과 AMHS* 운영중
○ 2017까지 일본과 AMHS/OSI* 구축 계획
* ATS Message Handling System
* Open Systems Interconnection</td></tr>
<tr><td>해외</td><td>< B0 단계 >
- AIDC는 이미 많은 지역에서 이행 중
- 대양 데이터링크 적용(ADS-C/CPDLC)을 위해, 북대서양지역과 아태지역은 메시지 교환 및 협조절차 정의
ㅇ 유럽
- 항공관제기관 간 데이터교환은 의무 사항임
ㅇ 기타지역
- 아태지역, 호주, 뉴질랜드, 인도네시아에서 현재 이행 중

< B1 단계 >
ㅇ 유럽
- 항공편(flight object) 검증이 현재 SESAR 프로젝트 10.2.5과 4.3dp 의해 진행 중이며 2011~2013년 완료 계획
- FF-ICE/1은 AIRM의 개발에서 SESAR WP/8과 WP/14의 한 부분으로 고려될 수 있음
ㅇ 미국
- FIXM에 의한 표준화된 FF-ICE 기능이 2018년 가능할 것으로 예상

< B2 단계 >
ㅇ 유럽
- SESAR 프로젝트 10.2.5에서 항공편 상호운용성을 위한 요구조건과 검증이 EUROCAE ED133에 의해 2012-2014년에 계획되어 있으며 산업계의 개발품이 2015년 등장할 것으로 예상</td></tr>
</table>

		○ 미국 - FIXM에 의한 표준화된 FF-ICE 기능이 2018년 가능할 것으로 예상 **< B3 단계 >** - 이 단계의 FF-ICE는 궤적기반 운용의 최종목적이 될 것이며, NextGen/SESAR 연구개발 계획의 한 부분이 될 것임
검토 의견	○ 국제 표준에 맞춘 전 세계적 호환이 가능한 AIDC 구축 및 적용 필요	
관련 기준	○ ICAO Doc 4444, Procedures for Air Navigation Services - Air Traffic Management, Appendix 6 - ATS Interfacility Data Communications (AIDC) Messages ○ ICAO Doc 9880, Manual on Detailed Technical Specifications for the Aeronautical Telecommunication Network (ATN) using ISO/OSI Standards and Protocols, Part II – Ground-Ground Applications –Air Traffic Services Message Handling Services (ATSMHS) ○ ICAO Doc 9694, Manual of Air Traffic Services Data Link Applications; Part 6 ○ GOLD Global Operational Data Link Document (APANPIRG, NAT SPG), June 2010 ○ Pan Regional Interface Control Document for Oceanic ATS Interfacility Data Communications (PAN ICD) Coordination Draft Version 0.3. 31 August 2010 ○ Asia/Pacific Regional Interface Control Document (ICD) for ATS Interfacility Data Communications (AIDC)	

No	관리과제			
2-2	디지털 항공정보 체계 구축			
	ASBU Thread			
	디지털 항공교통관리(Digital Air Traffic Management) - DATM			
담당 부서	주관	협조	ASBU 연관모듈	아태지역 우선순위
	항공관제과	지방항공청	B0-DATM B1-DATM	1

운영 개념	**< B0 단계 >** ○ 항공정보교환모델(AIXM), 전자항공정보간행물(eAIP) 활용을 통한 전자 항공정보관리체계(eAIM) 구축으로 SWIM 이행을 위한 초기 단계 ○ 종이/수동으로 운영되었던 기존의 항공정보서비스에서 디지털/네트워크 기반의 항공정보서비스 제공으로의 전환 ○ 항공정보서비스의 기능을 표준정보기술(UML, XML/GML)의 활용을 통하여 제품기반에서 서비스기반의 정보교환 기능으로의 전환 1. AIXM : 통합적 전자항공정보관리체계에 이용되는 표준 정보교환모델 2. e-AIP : 전자 항공 정보 간행물 3. Digital NOTAM : 전자 항공 고시보 **<적용 시 고려사항>** ○ 국가단위로 이행이 가능하며, 더 많은 국가가 참여할수록 효용이 증가함	
기대 효과	○ 항공정보 배포 체계 변화에 따른 경제성 및 데이터 체크를 통해 정보의 불일치에서 오는 위험 감소로 안전성 향상 기대	
성과 지표	○ AIXM을 이용한 eAIP, Digital NOTAM 이행 ○ WGS-84, eTOD, AIM QMS 이행	
필요 시스템	항법 장비	N/A
	지상 시설	○ AIXM을 이용한 eAIP, Digital NOTAM ○ WGS-84, eTOD, AIM QMS ○ 정보 이용을 위한 인터넷 프로토콜 서비스

<table>
<tr><td>향후 단계별 전환 계획</td><td colspan="2">< B1 단계 >
- 모든 데이터 호환 포맷(UML, GML/XML)을 통합하고, 인터넷으로 접근 가능한 ATM 정보 참조 모델 (AIRM, Air traffic management Information Reference Model) 이행
- 2단계 디지털 정보교환 모델 이행: WXXM, FIXM
* WXXM (Weather Exchange Model): 항공기상교환모델
* FIXM (Flight Information Exchange Model): 항공정보교환모델
<선행 모듈>
B0-DATM
<연관 모듈>
B1-FICE, B1-SWIM</td></tr>
<tr><td rowspan="2">현황 분석</td><td>국내</td><td>○ 전자항공정보관리체계구축('10～'16)에 따라 단계적 사업 진행 중
1) 2010 : e-AIP 구축
2) 2011 : x-NOTAM 구축
3) 2012 : e-PIB 구축
4) 2013 : AMDB 구축사업 중</td></tr>
<tr><td>해외</td><td>< B0 단계 >
○ 유럽
- 2003년 유럽 AIS DB(European AIS Database) 운영이 시작되었고, EUROCONTROL eAIP 스펙에 기초한 디지털버전의 eAIP 서비스(온라인 및 CD)가 아르메니아, 벨기에, 룩셈부르크, 헝가리, 요르단 외 여러 국가에서 시행 중
○ 미국
- AIXM 5.1을 이용한 디지털 NOTAM 현재 사용 중
○ 기타지역
- AIXM 기반 시스템이 호주, 브라질, 캐나다, 피지, 인도 등 세계 여러 나라에서 개발 중</td></tr>
</table>

		< B1 단계 > **ㅇ 유럽** - SESAR는 현재 특정데이터 모델(AIXM, WXXM, FIXM)을 포함한 AIRM과 ISRM(Information Service Reference Model)의 정의 및 검증 수행 중 **ㅇ 미국** - 유럽과 협조를 통하여 AIXM, WXXM, FIXM 모델 개발 및 유지
검토 의견	○ 추후 SWIM 이행을 위한 디지털 항공정보는 현재 정부 계획에 따라 추진 중에 있으므로 계속 진행하면 문제없을 것으로 사료됨	
관련 기준	○ ICAO Annex 15 – Aeronautical Information Services ○ ICAO Doc 8126, Aeronautical Information Services Manual, including AIXM and eAIP as per Third Edition ○ ICAO Doc 8697, Aeronautical Chart Manual ○ Roadmap for the Transition from AIS to AIM ○ Manuals on AIM quality system and AIM training.	

No	관리과제			
2-3	통합항공정보(SWIM) 체계 설계 및 시스템 구축			
	ASBU Thread			
	통합항공정보관리(System Wide Information Management) - SWIM			
담당 부서	주관	협조	ASBU 연관모듈	아태지역 우선순위
	항공관제과	항공교통센터 항행시설과	B1-SWIM	-

운영 개념	**< B1 단계 >** ○ 미래 ATM 운영의 핵심 중 하나는 네트워크 기반 운영체계로서 모든 이해관계자와 항공기는 ATM 네트워크의 마디로서 인식 ○ SWIM은 ATM 네트워크의 정보흐름 및 공유방식의 새로운 패러다임으로서 B1단계의 목표는 지상의 모든 이해관계자의 정보체계 통합운영 및 정보공유 ○ 공유대상 정보는 운항궤적정보, 감시데이터, 모든 형태의 항공전자정보, 항공기상정보등을 포함하며 이를 통하여 협력적 운영환경에서 ATM 계획의 정확도를 높이고 의사결정 효율화를 달성 ○ SWIM은 미래 ATM 전환계획의 핵심으로서 궁극적 목표는 최신의 정보를 적시에 적합한 이해관계자가 정보를 취득하여 의사결정에 활용함에 있으며 'Application, Information, Infrastructure'의 세 가지 요소로 구성 1. Application : 사용자 관점에서의 SWIM을 통한 공유정보의 정의 및 방법론에 관한 사항 2. Information : 정보교환을 위해 표준화된 데이터 형식 및 표준에 관한 사항 3. Infrastructure : 인터넷 프로토콜 기반 네트워크 인프라에 관한 사항 **<선행 모듈>** B0-DATM **<연관 모듈>** B1-DATM
기대 효과	○ 전체 ATM 시스템의 상호운용성 확보 ○ ATM 정보의 통합과 정보공유를 통해 항행시스템의 안전성, 효율성, 예측성 등을 획기적으로 개선

성과 지표	N/A	
필요 시스템	**항법 장비**	N/A
	지상 시설	○ 지상 SWIM 인프라(이해관계자 간 inter-networking 및 통신프로토콜) ○ SWIM 체계를 통한 점진적 통합을 위한 관리감독 기능
향후 단계별 전환 계획	**< B2 단계 >** - 협력적 ATM 계획을 위한 공중(항공기) 정보를 SWIM 네트워크 체계에 포함시킴으로서 공중-지상 간 정보공유를 위한 완전한 SWIM 체계 구성 - 공중-지상 간 정보 통합운영을 위해 필요한 기술은 공중-지상 데이터링크(VDL, VHF digital link)나 위성기반 인터넷 서비스가 사용될 수 있음 **<선행 모듈>** B1-SWIM, B1-DATM, B1-ACDM, B1-AMET	
현황 분석	**국내**	○ 「차세대 항공통신 인프라 기술개발」('12~'17) - 인하대학교
	해외	**< B1 단계 >** **○ 유럽** - PENS(Pan-European Network Service)가 IP 지상간 통신의 기간망으로 사용되고 있으나 SWIM 애플리케이션 기능은 현재 없으며, CFMU 네트워크 운영계획 포털 웹서비스와 AIS DB와 AIM 서비스 레이어에 사용 중 - SESAR SWIM Step1 인프라 데모가 2011년 말에 수행 **○ 미국** - 터미널 기상데이터, 특수공역 사용정보 등의 공유를 위한 FAA 통신 인터페이스(TCP/IP)가 2013년 이행 목표 **< B2 단계 >** **○ 유럽**

		- SWIM 공중 통합 시뮬레이션이 2012년에 시작될 예정이며 2013-2014년 다양한 운영시험이 예정되어 있으며 세부요건과 성능 요구조건이 운영시험으로부터 도출될 예정임
검토 의견	○ SWIM 이행을 위해 현재 진행되고 있는 국가연구개발사업 「차세대 항공통신 인프라 기술개발」과 연계하여 진행 필요	
관련 기준	○ ICAO Annex 15 – Aeronautical Information Services ○ ICAO Doc 8126, Aeronautical Information Services Manual, including AIXM and eAIP as per Third Edition ○ PANS-AIM planned for availability in 2016 ○ Doc 9965, Manual on flight and flow - information for collaborative environment (FF-ICE)	

No	관리과제			
2-4	항공기상정보 활용 체계 구축			
	ASBU Thread			
	선진화된 기상정보 (Advanced Meteorological Information) - AMET			
담당 부서	주관	협조	ASBU 연관모듈	아태지역 우선순위
	항공관제과	항공기상청 항행시설과 항공산업과	B0-AMET B1-AMET	2

운영 개념	< B0 단계 > ○ 기상 정보 관리 및 제공을 통해 효율적인 항공기 운항 및 안전성 확보 1. 세계지역 예보시스템(World Area Forecast System, WAFS) 2. 국제항공로화산감시(International airways volcano Watch, IAVW) 3. 열대성 저기압 감시(Tropical Cyclone Watch, TCAC) 4. 공항경보(Aerodrome Warnings) 5. 윈드시어 경보 (Wind Shear Warnings and Alerts) 6. SIGMET과 기타기상정보 (METAR, TAF, SPECI 등) <적용 시 고려사항> ○ 항공기 탑재장비 수준에 관계없이 전 비행단계, 모든 공역에서 항공기의 교통흐름 계획 및 모든 항공기 운항에 적용	
기대 효과	○ 보다 정확한 기상정보를 적시에 제공함으로써 공역 수용량, 공역 이용 탄력성 향상, 효율적 운항과 이에 따른 경제성 및 친환경 효과 기대 ○ 표준화된 정보의 통합적 관리 및 각 이해관계자의 참여 유도, 상호 운영성 안전성을 향상시키고, 항공기 스케쥴의 예측성이 높아질 것으로 기대	
성과 지표	○ SADIS* 2G 위성 방송 및 Secure SADIS FTP 서비스 이행. ○ WIFS (WAFS Internet File Service) 이행. * Satellite Distribution System	
필요 시스템	항법 장비	N/A

	지상 시설	○ 기상정보를 문자나 그래픽 형태로 전시할 수 있는 시스템 ○ 항공사 운항정보센터-항공기 간 기상정보 교환을 위한 AOC 데이터 링크
향후 단계별 전환 계획	**< B1 단계 >** - 운영계획단계 및 운영시점 20분 이전 단기 서비스 단계에서 ATM 의사결정에 기상정보를 활용(ATM-Meteorology)하여 기상의 영향을 최소화하는 계획 및 운영 - 효율적 운영을 위해 여러 가지 모듈과 밀접한 연관 (en-route 운영, AMAN/DMAN/SMAN, ATFM 등) **<선행 모듈>** B0-FRTO, B0-RSEQ, B0-NOPS, B0-AMET **<연관 모듈>** B1-RSEQ **< B3 단계 >** - 단기서비스단계 및 운영시점 20분 전 이내의 즉시 서비스 단계에서 ATM 의사결정에 기상정보를 활용(ATM-Meteorology)하여 기상 영향을 최소로 하는 계획 및 운영 - ATM 의사결정 자동화 툴에 기상정보를 지속적으로 활용 - 항공기 간 기상정보 교환을 위한 관련 탑재장비(예, ADS-B IN)의 활용 **<선행 모듈>** B1-AMET	
현황 분석	국내	○ 인터넷을 통해 기상정보를 수신하는 WIFS 체계로 완전 전환('12) ○ 인천공항 TDWR* 운영 ○ 인천, 제주, 양양 공항 LLWAS* 운영 ○ 항공기상통합정보시스템 구축 계획('12~'15) - 내부데이터 포맷 통합('~13) - 데이터를 기상청 내부에서 쓰이는 포맷형태로 정리하여 외부 제공시 사용자가 원하는 형태로 가공하여 전송 가능하도록 사업 진행 예정 * Terminal Doppler Weather Radar * Low Level Windshear Alert System

	해외	< B0 단계 > - 관련 모듈요소는 현재 사용 및 서비스 중 < B1 단계 > - 미국에 의해 4D 기상데이터 큐브가 현재 개발 중 < B3 단계 > - 많은 국가와 사용자가 악기상시의 전략개발을 위해 CDM을 이용 중이며, 이는 강화된 기상감시와 예측정보 적용을 포함 - 미 FAA는 악기상 회피를 위하여 탑재기능의 ADS-B IN 적용에 관한 연구를 수행 중
검토 의견	○ 항공기 운항을 위해 항공 기상과 관련한 모든 의사결정 지원 자료가 적시에 제공될 수 있도록 기상서비스 기관과 이해관계자 간의 긴밀한 협조가 필요 - 기상정보의 통합 이용부분(전자항공정보 및 SWIM과 연동)에 있어서 항공기상청과 국토교통부 간의 긴밀한 협조 및 관리 필요 ○ 실시간으로 기상 정보를 수집하여 항공기에 필요한 정보로 변환 되어 자료를 공유 할 수 있도록 하는 기술 개발 및 추진이 필요 (예. ADS-B IN)	
관련 기준	○ ICAO Manuals, Guidance Material and Circulars. Also any similar industry documents ○ ICAO Doc 7192, Training Manual - Part F1 – Meteorology for Air Traffic Controllers and Pilots ○ ICAO Doc 8896, Manual of Aeronautical Meteorological Practice ○ ICAO Doc 9161, Manual on Air Navigation Services Economics ○ ICAO Doc 9377, Manual on Coordination between Air Traffic Services, Aeronautical Information Services and Aeronautical Meteorological Services ○ ICAO Doc 9691, Manual on Volcanic Ash, Radioactive Material and Toxic Chemical Clouds ○ ICAO Doc 9766, Handbook on the International Airways Volcano Watch – Operational Procedures and Contact List ○ ICAO Doc 9817, Manual on Low Level Wind Shear ○ ICAO Doc 9855, Guidelines on the Use of the Public Internet for Aeronautical Applications	

No	관리과제			
2-5	CNS/ATM 성과측정 및 평가체계 구축			
	ASBU Thread			
	독립추진과제			
담당 부서	주관	협조	ASBU 연관모듈	아태지역 우선순위
	항공관제과	항공교통센터 지방항공청	-	-

운영 개념	**<ATM 성능감시>** ○ ATM 목표의 성공적 달성을 위해 지속적인 성능감시(Performance Monitoring)와 평가를 통하여 개선목표 및 수준을 파악하고 이에 기반하여 장기적 차원에서 미래 ATM 계획의 지속적인 정책방안 도출 및 추진이 필요 ○ ICAO는 Doc. 9883에 제시된 성능평가 방법에 기반하여 단기 및 장기 성능지표 도출과 이를 활용한 성능평가체계 구축을 권고 ○ 측정된 성능지표(Performance Indicator) 및 관련 metric에 기반하여 ATM 미래 정책개발에 활용하며 국내 'Aviation Community'에 성능정보의 정기적 공유를 통한 성공적 ATM 운영 달성이 필요 **<추진 내용>** - ATM 시스템 진단과 성능감시에 필요한 Gate-to-Gate 데이터 수집 - 데이터 분석 및 ICAO 성능관리 방법에 기반한 단기적, 장기적 성능지표, 관련 metric 도출 - 측정된 성능지표에 기반한 ATM 관련 기술을 포함한 정책적 대안 제시 **<추진 방안>** - 국책연구원에 위탁하여 상시적으로 운영함으로서 지속적인 정책 개발(참고: 국토교통부 국가교통DB센터) **<투자 평가체계>** ○ ASBU 이행 시 항공사 및 산업계의 적극적 참여는 성공의 필수적 요소로서 이를 위한 심도있는 경제적 타당성 분석 연구가 필요하며 이를 통한 운영이득의 면밀한 연구·조사를 통한 투자자원의 실효성 제고 필요

<table>
<tr><td></td><td colspan="2"><추진 내용>
○ ASBU 이행 전 국내 공역 대상으로 각 모듈의 이행 후 경제적 타당성 연구조사를 위해 Fast-time Simulation 툴을 이용한 심도있는 경제성 분석 수행</td></tr>
<tr><td>기대 효과</td><td colspan="2">○ 과학적·통계적 방법에 의한 ATM 정책수립 및 필요기술 도출 가능
○ 국가주도사업의 성공 및 전체 ATM 이해관계자를 위한 경제적 효과를 예측, 제시함으로써 적극적 참여를 유도하고 재원사용의 실효성 제고</td></tr>
<tr><td>성과 지표</td><td colspan="2">N/A</td></tr>
<tr><td rowspan="2">필요 시스템</td><td>항법 장비</td><td>N/A</td></tr>
<tr><td>지상 시설</td><td>○ 지속적인 항적데이터 및 지상운영 데이터 저장을 위한 DB
○ Fast-time Simulation 툴 및 통계분석시스템</td></tr>
<tr><td>향후 단계별 전환 계획</td><td colspan="2">○ ATM 성능감시 및 투자평가체계의 구축 후 이의 상시적 운영을 통한 지속적인 성능평가 및 투자평가 수행</td></tr>
<tr><td rowspan="2">현황 분석</td><td>국내</td><td>○ 현재 ATM 현대화계획 및 관련 정책 수립·이행에 있어 이의 근거가 되는 데이터 및 정보분석 기능은 전무한 실정으로 사전·사후 평가체계 미비</td></tr>
<tr><td>해외</td><td>○ 미국과 유럽 등 주요 항공선진국은 장기간에 걸쳐 축적된 방대한 ATM 시스템 데이터의 수집과 ATM 성능정보 추출을 통하여 정책수립의 근거로 활용 중</td></tr>
<tr><td>검토 의견</td><td colspan="2">○ 정부주도 및 지원 하에 'ATM 성능감시 투자평가센터'를 국책연구원에 위탁운영을 통하여 항행분야의 지속적인 정부 지원기능이 필요</td></tr>
<tr><td>관련 기준</td><td colspan="2">○ ICAO Doc 9854, Global Air Traffic Management Operational Concept
○ ICAO Doc 9883, Manual on Global Performance of the Air Navigation System</td></tr>
</table>

No	관리과제			
3-1	이용자 선호 비행경로 제공을 위한 기반 구축			
	ASBU Thread			
	자유경로 운영 (Free-Route Operations) - FRTO			
담당 부서	주관	협조	ASBU 연관모듈	아태지역 우선순위
	항공관제과	항공정책과 국방부 항공교통센터	B0-FRTO B1-FRTO	1

운영 개념	**< B0 단계 >** ○ 현재 ATS에 의해 제공되는 운항항로는 매우 정적이고 특히, 항로의 비유연성으로 인해 전체 효율적 교통흐름을 저해하는 요소로 작용 ○ 항공기의 항행능력과 발전된 CNS 기술로 효율적이고 유연한 항로운영(예, daily flexible routings) 가능하며, 점진적이고 효율적인 픽스 간 운항이 달성될 수 있음 1. 공역계획 (Airspace Planning) - 계획단계에서 공역사용자의 선호 및 요구 항로를 이해하고, 현재 운용 제약사항을 고려하여 협력적 공역운영계획 2. FUA (Flexible Use of Airspace) - 독점사용공역의 예약 및 한시적 사용 3. 효율적 경로 설정(Flexible Routing) - 트래픽 상황 및 기상상황에 맞는 항로구조 설계 **<적용 시 고려사항>** ○ 해당 모듈은 en-route 공역에서 이행되며, 이행 공역이 클수록 특히 유연한 항로의 혜택 증가
기대 효과	○ 공역사용의 신축성과 효율성을 향상하며, 수용량 증가, 항공기 연료 소모량 감소로 인한 친환경성 기대 ○ 배타적 분리공역의 이용을 통한 접근성 강화 및 공역계획성 향상으로 상황 예측가능성 증가 기대

<table>
<tr><td>성과
지표</td><td colspan="2">○ 민간 운영에 이용이 가능한 간헐적인 배타적 분리 공역(예, 군 훈련공역)의 비율
○ PBN 경로 이행 비율</td></tr>
<tr><td rowspan="2">필요
시스템</td><td>항법
장비</td><td>○ FANS 1/A
○ ACARS</td></tr>
<tr><td>지상
시설</td><td>○ CDM을 위한 인터넷 프로토콜</td></tr>
<tr><td>향후
단계별
전환
계획</td><td colspan="2">< B1 단계 >
- PBN을 활용하여 항공로 제약을 지속적으로 줄이고 유연성을 높임
- 비행계획(항로 및 고도) 수립에 있어 전체적 교통 흐름과 운용상의 제약조건 내에서 사용자의 요구조건을 최대한 수용함으로서 사용자를 위한 자유항로 개념 운용 극대화
1) 자유항로 운용: 비행계획에서 제시된 항로 중 많은 부분을 고시항로에 정의되어 있지 않은 항공로를 선택하여 운항하는 것으로서, 이는 공역 또는 항공로 상황, 기타 교통흐름 및 관제업무량 증가 등에 영향을 받을 수 있으나, 이러한 제약 내에서 최대한 사용자로 하여금 항로선택에 재량권을 주는 개념
2) 항로간 거리 단축 : 지상 장애물을 회피할 수 있는 곡선접근 등
3) 기본적인 동적 섹터링 개념 활용
< 선행 모듈>
B0-FRTO

< B3 단계 >
- 교통복잡성관리(TCM: Traffic Complexity Management) 개념 사용
- 궤적기반운영(TBO), SWIM과 함께 각 항공편 궤적을 최적화 하고, ATM 자원의 효율적 사용 목적
< 선행 모듈 >
B1-FRTO, B2-NOPS
< 연관 모듈 >
B3-RSEQ, B3-FICE</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td rowspan="2">현황
분석</td><td>국내</td><td>○ 국가공역발전협의체* 운영 중
- 논의된 내용의 실제 이행에 어려움
* 공역위원회, 공역실무위원회</td></tr>
<tr><td>해외</td><td>

< B0 단계 >
○ 유럽
- 공역계획: 현재 유럽에서 이행 중임. 배타적 분리공역과 조건부항로 사용에 관한 사전공지와 이를 통한 네트워크 운영계획을 수행
○ 일본
- FUA: 포화공역과 악기상 항로를 회피하기 위해 ATMC (Air Traffic Management Center)와 항공사가 “경로재설정 목록” 공유를 통하여 조정업무 수행 중
○ 미국
- FUA: 항공사와의 협조를 통해 다양한 형태의 유연한 항로제공

< B1 단계 >
○ 미국
- 2005년 이후, 미국 전역에 NRS(Navigation Reference System) 지점을 작성 중. 모든 지점 간 간격은 동일하며 이는 미국 대륙전역을 커버하고 이 지점은 VOR 대신, RNAV 능력을 이용하는것을 목적으로 함
○ 유럽
- 일부 국가(아일랜드, 포르투갈, 스웨덴)는 해당국의 공역을 “자유항로”로 선언하였으며, 다른 여러 국가(알바니아, 사이프러스, 덴마크, 핀란드, 외 8개국)들도 계획 중에 있음

< B3 단계 >
○ 미국/유럽
- 다수의 연구기관과 대학에서 공동연구 수행 중</td></tr>
</table>

검토 의견	○ PBN 항공로 활용 및 기 설치된 조건부 항로의 이용을 확대하여 진행 - MOA 사용에 관한 예측가능성을 높이고 민-군-항공사 간 정보공유 시스템 및 운용 절차 도입 ○ 우리나라 현실에 맞는 성과지표와 관리과제 설정 필요 ○ 향후 B1 수준의 운용개념 도입을 위한 선행적 연구 진행 필요
관련 기준	○ ICAO Doc 4444, Procedures for Air Navigation Services －Air Traffic Management, Chapter 5 ○ ICAO Doc 9426, Air Traffic Services Planning Manual ○ ICAO Doc 9554, Manual Concerning Safety Measures Relating to Military Activities Potentially Hazardous to Civil Aircraft Operations ○ ICAO Doc 9613, Performance-based Navigation (PBN) Manual ○ ICAO Doc 9689, Manual on Airspace Planning Methodology for the Determination of Separation Minima ○ ICAO CDM and ATFM Manual (개발중) ○ ICAO Circular 330 AN/189, Civil/Military Cooperation in Air Traffic Management

No	관리과제			
3-2	ATFM 시스템 구축 및 운영			
	ASBU Thread			
	네트워크 운영 (Network Operations) - NOPS			
담당 부서	주관	협조	ASBU 연관모듈	아태지역 우선순위
	항공관제과	항공교통센터 지방항공청	B0-NOPS B1-NOPS	1

운영 개념	**< B0 단계 >** ○ 항공교통흐름관리(ATFM)를 통한 공역 수요-공급 균형 ○ ATFM은 출발슬롯 조정·통제, 공역 진입 픽스의 유입률 관리를 통하여 웨이포인트 도착시각을 관리하고 혼잡공역 회피를 위한 트래픽 관리 등의 기능을 수행하며, 또한 위기상황에 대응하는 흐름 관리 수행 ○ 수요-공급의 불균형이 존재하는 지역이 주요 목표가 되며, 이는 양자협정 등의 협력이 요구됨 **○ ATFM** 1. 전략적 ATFM 활동 - 비행 수 달 전 ~ 수 일 전 - 잠재 항공교통 수요와 ATC 수용량의 비교 2. 전술적 선행 ATFM 활동 - 비행 수 일 전 ~ 당일 - 교통예보, 관련 ATC 정보, 통계 및 기록을 이용하여 전술적 계획 정립 - 관련 ATC 기관 및 항공기 운영자에게 전파 3. 전술적 ATFM 활동 - 운영당일 - 효과적인 항공기 출발시간 할당, 병목현상 회피, 대안 항로 설정 **<적용 시 고려사항>** ○ 지역(Region) 및 그 하위(Subregion) 단위에서 이행

<table>
<tr><td>기대
효과</td><td colspan="2">○ 공역 접근성, 수용력, 공역이용 효율성 증가 기대 및 효율적 공역 이용을 통한 친환경성
○ ATFM 수행을 위해 이해관계자들의 참여가 증가하며, 계획의 정확도가 개선됨에 따라 공역 이용 예측 가능성 향상</td></tr>
<tr><td>성과
지표</td><td colspan="2">○ ATFM 서비스를 이용하는 항공교통업무기관의 비율</td></tr>
<tr><td rowspan="2">필요
시스템</td><td>항법
장비</td><td>N/A</td></tr>
<tr><td>지상
시설</td><td>○ ATFM 운영 개념·절차 및 시스템</td></tr>
<tr><td>향후
단계별
전환
계획</td><td colspan="2">< B1 단계 >
- ATFM-AOM(공역관리) 통합적 운영을 통한 흐름관리 기능 극대화
- 교통 흐름 동기화: 단일 흐름을 제어하는 것을 확장하여 여러 흐름을 동시에 관리함으로써 트래픽 통합지점에서 교통 흐름 동기화
- 사용자우선순위(UDPP) 고려: 교통흐름 제어를 위한 의사결정단계에서 항공사 등을 참여시킴으로써 사용자 요구조건을 의사결정단계에 적극적으로 반영
- FUA와 복잡성관리(Complexity management) 개념과의 연계
< 선행 모듈 >
B0-NOPS, B0-FRTO(특히, FUA)

< B2 단계 >
- 보다 고도화된 CDM 개념 적용
- 수용량 포화로 더 이상의 수용량 확장이 어려울 때, 항공사 간 경쟁, 협조 및 협상을 통해 주어진 ATM 수용량의 효율적 이용 도모
- SWIM 개념 적용
< 선행 모듈 >
B1-NOPS, B1-DATM
< 연관 모듈 >
B2-FICE</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td rowspan="2">현황
분석</td><td>국내</td><td>○ 항공안전종합통제센터에서 3단계 ATFM 적용 예정('17~)</td></tr>
<tr><td>해외</td><td>< B0 단계 >
○ 유럽
- 2009년 이후 다수 이해관계자들의 참가하여 이행 중이며 각 이해관계자들은 교통흐름정보를 공유하고, 혼잡공역상황을 동시에 모니터링 함으로써 3시간 이후의 교통흐름을 예측함

○ 미국
- National Playbook에 의한 시나리오 운영을 통해 자주 발생하는 악기상 혹은 교통혼잡에 대응

< B1 단계 >
○ 유럽
- 일부 ACC는 보다 정확한 섹터예측과 혼잡한 교통흐름 관리하기 위한 여러가지 복잡성관리 툴을 이용하고 있음

< B2 단계 >
○ 유럽
- SESAR 프로그램은 최근 UDPP(User driven prioritization process) 개념 정립 시작</td></tr>
<tr><td>검토
의견</td><td colspan="2">○ ATFM 추진을 위한 별도의 용역사업과 국토부 전담반 활동이 진행 중이므로, 그 결과와 본 ASBU 지향점이 일치하도록 협의와 점검 필요</td></tr>
<tr><td>관련
기준</td><td colspan="2">○ ICAO CDM and ATFM (개발중) Manual</td></tr>
</table>

No	관리과제			
3-3	지상기반 항공안전망 적용 확대			
	ASBU Thread			
	안전망 (Safety Nets) - SNET			
담당 부서	주관	협조	ASBU 연관모듈	아태지역 우선순위
	항공관제과	항행시설과	B0-SNET B1-SNET	2

운영 개념	< B0 단계 > ○ 항공기 안전 운항을 위해 지상에서 비행단계별로 항공기 운항 환경을 모니터하기 위한 안전 경보 기능 구축 1. STCA (Short-term Conflict Alert) - 항공기가 최소분리간격을 위반하거나 위반우려가 있을 시 적시에 경보 2. APW (Area Proximity Warning) - 비행금지구역 등 허가되지 않은 영공의 침범 또는 침범이 예측되는 상황에 대해 관제사에게 경고 3. MSAW (Minimum Safe Altitude Warning) - 관제중인 항공기가 장애물 또는 지형에 근접하여 충돌 위험이 있는 경우 관제사에게 경고 <적용 시 고려사항> ○ 교통 밀집도가 높고 혼잡한 지역에서 효용 증가	
기대 효과	○ 운항안전성 향상 기대	
성과 지표	○ 지상기반 안전망을 갖춘 항공교통업무기관의 비율	
필요 시스템	항법 장비	○ SSR Mode C/S transponder ○ ADS-B OUT
	지상 시설	○ STCA ○ APW ○ MSAW

<table>
<tr><td>향후 단계별 전환 계획</td><td colspan="2">< B1 단계 >
- B0 단계의 항공안전망에 접근경로모니터(APM, Approach Path Monitoring)를 추가하여 접근단계에서 안전 수준을 확보
< 선행 모듈 >
B0-SNET</td></tr>
<tr><td rowspan="2">현황 분석</td><td>국내</td><td>○ 현재 국내 모든 접근관제 시스템 및 ACC에서 운용중인 ARTS에서 STCA, APW, MSAW 및 APM 경보기능 제공중

< 연구 개발 >
○ 「항공관제용 통합 정보처리 시스템 개발」('07~'14, 인하대)
- Eurocontrol 기준에 부합하는 SNET 기능 모두 구현 가능</td></tr>
<tr><td>해외</td><td>< B0 단계 >
○ 현재 다수의 국가가 이행 중

< B1 단계 >
○ EUROCONTROL은 SNET 관련 상세 규격을 정의하여, 요구사항, 알고리즘, 파라미터 추천 값, 튜닝 절차 등을 상세한 수준으로 제공</td></tr>
<tr><td>검토 의견</td><td colspan="2">○ 유지 보수 및 시스템 간 호환성을 고려하여, 알고리즘 및 관련 파라미터 등을 국제 규격 및 국내 상황에 적합하게 표준화 활 필요</td></tr>
<tr><td>관련 기준</td><td colspan="2">○ EUROCONTROL Specifications for STCA, APW, MSAW
○ ICAO Doc 4444, section 15.7.2/15.7.4
○ EUROCONTROL Guidance Material for STCA, APW, MSAW</td></tr>
</table>

No	관리과제			
3-4	항공기 지상감시 능력 강화			
	ASBU Thread			
	대체 감시 (Alternative Surveillance) - ASUR			
담당 부서	주관	협조	ASBU 연관모듈	아태지역 우선순위
	항공관제과	항행시설과 항공산업과	B0-ASUR	1

운영 개념	< B0 단계 > ○ 기존의 1차/2차 감시레이더 시스템은 대양지역이나 산악지역에 설치가 불가능하고 기계적 요소에 많이 의존하며 유지비용이 높음 ○ ADS-B OUT과 다변측정시스템(MLAT) 등 새로운 기술을 이용하여 기존의 감시 서비스 지원이 어려웠던 지역에 대한 감시 지원 목적 ○ ADS-B - GPS 기반의 종속적 감시시스템으로 전통적 감시레이더보다 정확도가 높고 초당 최소 1회의 전파수신능력을 갖춤 ○ Multilateration (MLAT) - 독립적/협력적 감시시스템으로 설치가 용이하고, mode S 장비를 갖춘 항공기의 송신신호를 다른 지역에 설치된 수신기가 신호를 수신하여 수신시간 연산을 통해 항공기 위치정보를 파악 - MLAT는 ADS-B보다 많은 지상스테이션을 요구하고 필요한 지형요건도 필요하지만, 현재 항공기 탑재장비를 이용할 수 있어 더욱 빠른 이행이 가능 <적용 시 고려사항> ○ ADS-B OUT 성능과 장비가 전체 감시성능에 영향	
기대 효과	○ 감시기능 개선을 통한 안전성 향상 ○ 기존의 항공기 감시가 어려웠던 곳까지 확장하여 공역 수용량 증가 기대	
성과 지표	○ ADS-B/MLAT를 갖춘 국제 비행장의 비율	
필요	항법	○ ADS-B OUT

<table>
<tr><td rowspan="2">시스템</td><td>장비</td><td>○ Multilateration에 이용하는 Mode S 레이더 트랜스폰더</td></tr>
<tr><td>지상
시설</td><td>○ FDPS, SDPS
○ ADS-B
○ MLAT</td></tr>
<tr><td>향후
단계별
전환
계획</td><td colspan="2">N/A</td></tr>
<tr><td rowspan="2">현황
분석</td><td>국내</td><td>< 연구 개발 >
○「항공용 위성항행 통신시스템 개발」중 ADS-B 개발 진행중 ('10~'14, 항공우주연구원)
○ 항공용 다변측정 감시시스템(MLAT) 개발 ('13～'18, ㈜우리별)</td></tr>
<tr><td>해외</td><td>< B0 단계 >
ㅇ 호주
- 호주 대륙 전역의 레이더/비레이더 영역에서 5NM 분리서비스를 위해 ADS-B 운용 중
- 시드니에서 광역 MLAT시스템(WAM) 운영을 통한 접근공역 3NM 분리기준 적용
ㅇ 미국
- 미국 대륙 전역 ADS-B 감시는 2013년 완료 계획</td></tr>
<tr><td>검토
의견</td><td colspan="2">○ ADS-B 및 MLAT 운용과 관련한 정책(데이터링크 혼용 여부, 장착 법규화 등)에 대한 마련 필요</td></tr>
<tr><td>관련
기준</td><td colspan="2">○ ICAO Annex 10 －Aeronautical Telecommunications, Volume IV - Aeronautical Radio Frequency Spectrum Utilization
○ ICAO Doc 9828, Report of the Eleventh Air Navigation Conference (2003)
○ ICAO Doc 9871, Technical Provisions for Mode S Services and Extended Squitter
○ ICAO Doc 4444, Procedures for Air Navigation Services - Air Traffic Management
○ ICAO Doc 9924, Aeronautical Surveillance Manual
○ ICAO Assessment of ADS-B and Multilateration Surveillance to Support Air Traffic Services and Guidelines for Implementation (Circular 326)
○ ICAO Asia Pacific: ADS-B Implementation and Operations Guidance Document</td></tr>
</table>

No	관리과제			
3-5	조종사 상황인식 능력 강화 및 간격관리 적용 기반 구축			
	ASBU Thread			
	공중 분리 (Airborne Separation) - ASEP			
담당 부서	주관	협조	ASBU 연관모듈	아태지역 우선순위
	항공관제과	항공산업과 항공교통센터	B0-ASEP B1-ASEP	2

운영 개념	**< B0 단계 >** ○ ADS-B를 통해 얻은 정보를 조종석에 전시하여 조종사에게 교통상황정보를 제공하고, 항공기 운항의 안전성과 운용 효율 개선 - 반복적으로 수신해야 하는 관제정보와 조언의 필요성을 줄일 수 있음 1) ATSA-AIRB (Basic Airborne Situational Awareness during Flight Operations) - 전 비행 단계에 적용됨 - 조종사는 현재 수행중인 운항업무의 보다 효율적인 수행이 가능하고 이는 조종사의 업무량을 줄이는 효과가 있음 2) ATSA-VSA (Visual Separation on Approach) - 접근 단계에 적용됨 - 조종사로 하여금 선행항공기(ADS-B OUT)의 식별을 용이하게 하여 이를 통하여 조종사에 의한 분리 수행이 가능 **<적용 시 고려사항>** ○ 본 모듈은 조종석에 적용하는 것으로 지상 시설의 지원을 필요로 하지 않으며 적합한 장비를 갖춘 모든 항공기가 사용 가능 ○ ADS-B OUT 기능을 장착한 항공기에 종속됨 ○ GA가 이용할 수 있을 정도로 저비용인 항공전자장비는 아직 사용 불가
기대 효과	○ 항공기 분리의 효율성 및 안전성 향상 기대

<table>
<tr><td>성과
지표</td><td colspan="2">○ ADS-B OUT를 갖춘 항공기의 비율
○ ADS-B IN을 갖춘 항공기의 비율</td></tr>
<tr><td rowspan="2">필요
시스템</td><td>항법
장비</td><td>○ ADS-B OUT
○ ADS-B IN
○ 교통상황 디스플레이 장치</td></tr>
<tr><td>지상
시설</td><td>○ ADS-R
○ TIS-B(Traffic Information Service - Broadcast)</td></tr>
<tr><td>향후
단계별
전환
계획</td><td colspan="2">< B1 단계 >
- 간격관리(Interval Management) 개념 적용
- 새로운 형태의 관제지시(예, 참조(목표)항공기에 대해 2분 간격의 분리를 유지하라)에 따라 해당 항공기가 분리를 유지할 수 있도록 하여 관제업무 부하 감소
- 간격관리 적용을 위해 조종사는 새로운 기능을 갖는 탑재장비 필요 (ADS-B IN, FIM(Flight Deck Interval Management), 기타 간격관리 장비, 참조항공기는 ADS-B OUT)
< 선행 모듈 >
B0-ASEP

< B2 단계 >
- 새로운 분리업무 정의: 관제사의 분리권한을 한시적으로 해당 장비를 갖춘 항공기에 부여함으로써 항공기가 자가 분리업무를 수행하게 하며 이를 위해 새로운 공중분리 최소치의 정의가 필요
- 자가분리허가를 부여받지 않는 항공기의 분리는 관제사가 계속 수행
- ITP와 같이 대양공역에서의 분리절차개선(새로운 공중분리 최소치) 필요
< 선행 모듈 >
B1-ASEP</td></tr>
<tr><td>현황
분석</td><td>국내</td><td>< 연구 개발 >
○「항공용 위성항행 통신시스템 개발」중 ADS-B 개발 진행중 ('10~'14, 항우연)
- 태블릿 형태의 Display 및 UI를 갖춘 UAT용 ADS-B IN 장비 개발
- UAT용 ADS-B OUT 장비(탑재장비) 개발</td></tr>
</table>

	해외	**< B0 단계 >** ○ 미국 - ADS-B/TIS-B/FIS-B 서비스가 전체 대륙 공역에 2013년 서비스 가능 ○ 유럽 - AIRB는 스위스항공에 의해 2012년부터 운용 중이며, 다른 항공사(British Airways, Delta Airlines, US Airways, Virgin Atlantic)가 운용 예정 **< B1 단계 >** - 미국 루이빌공항에서 2009-2010년에 간격관리 시범운영 수행 **< B2 단계 >** - 유럽은 현재 다수의 연구과제 수행 중
검토 의견	○ 항공기 분리에 ADS-B를 이용하는 경우 정확도 및 무결성에 대한 기술 기준의 마련이 필요하며, 정기적인 성능 점검을 유도하거나 법제화 필요 ○ AIRB 및 VSA 이행을 위한 구체적 운용개념 마련 ○ 향후 B1/B2 수준에 필요한 선행적 연구 수행 필요	
관련 기준	○ Draft ICAO Manual on Airborne Surveillance Applications (Doc xxxx) (available 2012) ○ The procedure for the use of ADS-B traffic display is being proposed for inclusion in the Procedures for Air Navigation Services －Aircraft Operations (PANS-OPS, Doc 8168) for applicability in November 2013.	

No	관리과제			
3-6	공중충돌경보장치 성능 개선			
	ASBU Thread			
	공중충돌경보시스템 (Airborne Collision Avoidance System) - ACAS			
담당 부서	주관	협조	ASBU 연관모듈	아태지역 우선순위
	항공관제과	항행시설과	B0-ACAS	2

운영 개념	< B0 단계 > ○ ACAS 버전 업그레이드 - ICAO는 '14.1.1부터 ACAS(TCAS version 7.1) 장착 의무화, '17.1.1까지 ACAS II (TCAS version 7.1) 장착완료 ○ TCAS 7.1의 개선사항 - 두 항공기가 수직 100 피트 이내로 수렴하면 역전환 상승 기동 안내 발행 - RA 경보 중 "Adjust Vertical Speed, Adjust" 용어 "Level off"로 변경. 과잉 기동 줄여 RVSM 공역에서 효율성 확보. <적용 시 고려사항> ○ 장착 항공기 비율에 따라 안전성 및 운영상 이익 증가	
기대 효과	○ 불필요한 RA 및 항적 이탈 감소로 효율성 증가, 안전성 향상	
성과 지표	○ 로직 버전 7.1인 ACAS를 갖춘 항공기의 비율	
필요 시스템	항법 장비	○ TCAS Ver. 7.1
	지상 시설	N/A
향후 단계별 전환 계획	< B2 단계 > - 새로운 ACAS 시스템 사용으로 과도 경보를 최소화 하고, 축소된 분리 최저치에 적합한 경보 기능 추가 - 새로운 형태의 항공기(예, 무인항공기) 등장에 따른 수정된 분리기준 및 절	

<table>
<tr><td></td><td colspan="2">차에 부합하도록 개선
< 선행 모듈 >
B0-ACAS, B1-SNET, B1-ASEP</td></tr>
<tr><td rowspan="2">현황 분석</td><td>국내</td><td>○ 항공법 시행규칙 제135조의 2(사고예방장치 등) 제1항 제1호에 따라 ACAS Ⅱ 설치 의무화
○ 각 항공사에서 ICAO조약 부속서 10 개정에 따라 현재 TCAS ver. 7.0을 ver. 7.1로 업그레이드 중</td></tr>
<tr><td>해외</td><td>< B0 단계 >
○ TCAS 버전 7.1은 이미 A380에 장착
○ 유럽 ECAC 공역에서는 2015.12월 까지 장착 의무화</td></tr>
<tr><td>검토 의견</td><td colspan="2">○ ICAO 규정 개정시 국내 적용 및 이행에 문제가 없을 것으로 검토됨</td></tr>
<tr><td>관련 기준</td><td colspan="2">○ ICAO Annex 6 －Operation of Aircraft, Part I －International Commercial Air Transport －Aeroplanes
○ ICAO Annex 10 －Aeronautical Telecommunications, Volume IV - Surveillance Radar and Collision Avoidance Systems (Including Amendment 85- July 2010)
○ ICAO Doc 4444, Procedures for Air Navigation Services - Air Traffic Management
○ ICAO Doc 8168, Procedures for Air Navigation Services －Aircraft Operations, Volume I －Flight.
○ ICAO Doc 9863, Airborne Collision Avoidance System (ACAS) Manual</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td>No</td><td colspan="4">관리과제</td></tr>
<tr><td rowspan="3">4-1</td><td colspan="4">연속강하 및 상승운영 확대 적용</td></tr>
<tr><td colspan="4">ASBU Thread</td></tr>
<tr><td colspan="4">연속강하운영 (Continuous Descent Operations) - CDO
연속상승운영 (Continuous Climb Operations) - CCO</td></tr>
<tr><td rowspan="2">담당
부서</td><td>주관</td><td>협조</td><td>ASBU
연관모듈</td><td>아태지역
우선순위</td></tr>
<tr><td>항공관제과</td><td>항공교통센터
지방항공청</td><td>B0-CDO
B1-CDO
B0-CCO</td><td>2</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td>운영
개념</td><td>
< CDO - B0 단계 >
○ 연속강하운항(CDOs) 사용으로 최적의 프로파일로 항행을 허용하는 성능 기반 공역과 도착절차의 사용
1. CDO
2. PBN STARs
< CCO - B0 단계>
○ PBN을 이용한 연속상승운항(CCO) 이행
1. CCO
2. PBN SIDs

<적용 시 고려사항>
○ 단순화 및 실행성공을 위해 난이도를 3단계로 나눔.
a) 낮은 난이도 - 단기에 개선이 가능한 기본 PBN 운영경험이 있는 지역/국가/소규모 지역
b) 중간 난이도 - PBN 운영경험이 있을 수도 혹은 없을 수도 있으나 새로운 또는 강화된 절차의 도입으로 혜택을 받는 지역/국가/소규모 지역. 그러나 이 경우 절차개발과 실행의 복잡성과 같은 환경적, 운영적으로 직면한 과제가 있을 수 있음
c) 높은 난이도 - 이 분류에 속하는 지역/국가/소규모 지역은 통합 및 최적화된 PBN 운영을 도입함에 있어서 가장 높은 난이도를 요구함. 교통량과 공역제한에 직면해 있으며, 이러한 지역의 운영 방식 변화는 전체 국가, 지역 또는 소규모 지역에 영향을 줄 수 있음.
</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td>기대
효과</td><td colspan="2">○ 항공기 운영 효율성 개선과 소음 및 배출가스 감소를 통한 친환경 운항, 항적의 예측 가능성 및 이를 통한 안전성 향상 기대</td></tr>
<tr><td>성과
지표</td><td colspan="2">○ CDO를 이행하는 국제 비행장의 비율
○ PBN STARs를 이행하는 국제비행장/TMAs의 비율
○ CCO를 이행하는 국제비행장의 비율
○ PBN SIDs를 이행하는 국제비행장의 비율</td></tr>
<tr><td rowspan="2">필요
시스템</td><td>항법
장비</td><td>N/A</td></tr>
<tr><td>지상
시설</td><td>N/A</td></tr>
<tr><td>향후
단계별
전환
계획</td><td colspan="2">< CDO - B1 단계 >
- VNAV을 이용한 연속강하운항
- 수직유도 지상 장비에 의존하지 않고 접근(강하)절차 수행
< 선행 모듈 >
B0-CDO

< CDO - B2 단계 >
- 혼잡공역에 최적화된 경제적인 도착절차 적용
- 4D 운영 궤적예측을 용이하게 하고 모든 ATM 의사결정의 효율화
< 선행 모듈 >
B1-CDO, B0-CCO, B1-TBO</td></tr>
<tr><td>현황
분석</td><td>국내</td><td>○ 인천공항에 4개 CDO 절차 수립 운영 (‘11.6.30~)
- 서울접근관제구역은 인천, 김포공항이 4개의 항공로가 수도권으로 집중됨에 따라 CDO 시행도중 취소되는 사례가 많아 새벽시간대에 한정하여 제한적으로 운영
○ 성능기반항행 이행계획
- 인천공항, 제주공항에 CDO 절차 수립 계획(~’18)
- RNAV 1, RNP 1 성능 기반 도착절차 설계 계획 (~‘16)
- RNAV 1, RNP 1 성능 기반 출발절차 설계 (~‘16)</td></tr>
</table>

	해외	< B0/B1/B2 단계 > ○ 미국 - OPD(Optimized Profile Descents)가 현재 로스앤젤레스, 샬롯, 미니아폴리스, 피닉스, 라스베가스 공항에서 운영 중 - 지속적인 PBN 절차 개발 중
검토 의견		○ PBN STARs와 연계될 수 있도록 통합적 TMA 관리틀 수립 필요 (이때 CDO가 계속 유지되도록 고려) ○ 항공기와 지상관제기관 간 데이터 링크 통신을 통해 최적 분리기준 적용 (항공기가 TOD에서 착륙까지 최적강하율 유지), 심야시간이 아닌 주간 혼잡시간대까지 확장할 수 있도록 항공기와 지상관제 시스템 정보처리체계 구축 요구 ○ B1/B2 수준의 CDO를 위해 필요한 연구개발 진행 필요 ○ CCO 운영과 SID 간 연계성 확보 중요 ○ 김포-인천 인접 TMA 상황, 제주공항 교통 혼잡상황 등에 효과적인 PBN 절차가 고려되고, 아울러 안전하고 효과적인 소음저감 출발절차 개발도 함께 고려될 필요가 있음
관련 기준		○ ICAO Doc 9613, Performance-based Navigation (PBN) Manual ○ ICAO Doc 9931, Continuous Descent Operations (CDO) Manual ○ ICAO Doc 8168, Procedures for Air Navigation Services －Aircraft Operations ○ ICAO Doc 4444, Procedures for Air Navigation Services －Air Traffic Management Guidance Material ○ ICAO Doc xxxx, Continuous Climb Operations (CCO) Manual (개발중)

No	관리과제			
4-2 4-3	4-2. CPDLC 활용을 통한 운항 안전성 제고 4-3. 4D 운항개념 정립 및 기반 구축			
	ASBU Thread			
	궤적기반 운영 (Trajectory-Based Operations) - TBO			
담당 부서	주관	협조	ASBU 연관모듈	아태지역 우선순위
	항공관제과	항공교통센터 항행시설과	B0-TBO B1-TBO	1

운영 개념	< B0 단계 > ○ 공대지 데이터 교환을 통해 항공기 운항의 안전성과 효율성 향상 ○ 기존 공대지 통신의 경우(VHF, HF)는 통신품질이나 주파수 폭, 보안성 측면에 한계가 있어 관제사와 조종사 간 교신오류를 유발할 수 있음 ○ 대양 또는 원격지와 같이 레이더 시스템이 적용되지 않는 En-route 비행 단계에서 이용 1. ADS-C - 대양 또는 원격내륙 상공에서 데이터 링크를 통해 특정 시간 간격마다 자동적으로 항공기의 위치 메시지 송출 2. CPDLC - 내륙지역에서 관제사와 조종사 사이의 통신을 위한 데이터링크 시스템으로 전송품질이 좋고 메시지 교환가능. 안정성이 높고 통신부하 감소 <적용 시 고려사항> ○ 장비를 갖춘 항공기와 공중 및 지상 장비의 좋은 연계 필요. 장비를 장착된 항공공기의 비중이 증가하면 효용도 증가함
기대 효과	○ ADS-C를 이용하여 공역 수용량, 운항 효율성, 항공로 설정 유연성, 안전성 향상 기대 ○ CPDLC를 이용하여 섹터 수용량을 증가하고 주파수 혼잡 감소로 안전성 향상

<table>
<tr><td>성과
지표</td><td colspan="2">○ 대양 및 원격내륙에서 이용 가능한 ADS-C/CPDLC 절차의 수</td></tr>
<tr><td rowspan="2">필요
시스템</td><td>항법
장비</td><td>○ FANS 1/A
○ ATN B1</td></tr>
<tr><td>지상
시설</td><td>○ ADS-C
○ VDL Mode 2/Continental CPDLC</td></tr>
<tr><td>향후
단계별
전환
계획</td><td colspan="2">< B1 단계 >
- 추가적인 공대지 데이터 통신 적용을 통해 항적정보 다운로드 및 항로상의 혼합 지점에서 교통흐름 동기화 개선. 특히 FMS를 이용한 RTA 기능을 이용해 접근순서를 최적화
- 공항 및 터미널 정보 및 허가에 대한 데이터 송수신 이행
< 선행 모듈 >
Bo-TBO
< 연관 모듈 >
B1-FICE

< B3 단계 >
- 4D 궤적기반 운영(4DT) 달성
- 4D (위도, 경도, 고도, 시간)에 운항속도 정보를 고려하여 글로벌 ATM 의사결정 지원
- 정확한 궤적모델을 수립하여 운항정보의 예측성 향상, 문제해결 기능 향상, 관제 자동화 및 의사결정의 정확성 향상
< 선행 모듈 >
B1-TBO
< 연관 모듈 >
B2-SWIM, B2-CDO</td></tr>
<tr><td rowspan="2">현황
분석</td><td>국내</td><td>○ 터미널용 CPDLC 통신망 구축 계획 (‘14~’20)</td></tr>
<tr><td>해외</td><td>< B0 단계 >
○ ADS-C
- 원거리 및 대양공역에서 운용 중</td></tr>
</table>

		- 브라질, 남태평양 지역에서 CPDLC가 결합된 FANS 1/A 탑재항공기에 의해 성공적으로 사용 중 - 북태평양 항로에서 축소된 분리최저치 사용이 가능 - 호주는 1999년부터 모든 항로관제시 ADS-C/CPDLC 능력 사용 가능하며, 현재 FANS 1/A에 기반한 통합된 ADS-C/CPDLC가 국내 항로와 대양공역에서 사용 - 유럽은 CPDLC 데이터링크 서비스 시행 중 **< B1 단계 >** **○ 미국** - 2016년에 FANS 1/A+를 이용한 출발허가 서비스 제공 예정
검토 의견	○ B1/B3 수준의 궤적기반 운영을 위한 연구개발 선행적 진행 필요	
관련 기준	○ ICAO Doc 9694, Manual of Air Traffic Services Data Link Applications. ○ Global Operation Data Link Document (GOLD) Ed 2 (under development).	

No	관리과제			
4-4	원격조종 항공기 도입 기반 구축			
	ASBU Thread			
	원격조종 항공기 시스템 (Remotely Piloted Aircraft Systems) - RPAS			
담당 부서	주관	협조	ASBU 연관모듈	아태지역 우선순위
	항공관제과	운항정책과 항공기술과 항공산업과	B1-RPAS	-

운영 개념	< B1 단계 > ○ 분리(segregated)공역에서 비분리(non-segregated)공역으로의 원격조종 항공기(RPA, Remotely Piloted Aircraft) 운영을 위하여 탐지 및 회피(detect & avoid) 기능을 포함한 운영절차 수립 ○ 요구이행사항 1. RPA의 비분리공역 접근을 위한 효율적 프로세스 2. RPA 감항인증 3. RPA 운영자 인증 4. RPA 면허 요구조건 5. 탐지 및 회피기술 성능 요구조건 6. 통신 성능 요구조건	
기대 효과	○ 미래 무인항공기 운영 절차 개발 및 관련기술 개발로 미래 시대 준비 ○ 무인기 운영기술 확보를 통한 기술 우위 선점 및 표준화 주도	
성과 지표	N/A	
필요 시스템	항법 장비	○ 공중기반 탐지 회피기술(ABDAA, Airborne Detect & Avoid) 및 시스템
	지상 시설	○ 지상기반 탐지 회피기술(GBDAA, Ground-based Detect & Avoid) 및 시스템
향후 단계별	< B2 단계 > - B1단계에서 RPA인증 및 관련 절차가 개발됨에 따라 기존보다 더욱 많은 공역접근을 위해 관련 기술 및 절차 개선	

<table>
<tr><td>전환
계획</td><td colspan="2">- RPA에 대한 ADS-B 적용
< 선행 모듈 >
B1-RPAS</td></tr>
<tr><td rowspan="2">현황
분석</td><td>국내</td><td>○ 현재 초경량비행장치 허가구역에서 비행하게 되어 있으며 이 외 공역 비행은 사전허가 사항
○ 관련법, 원격조종사 자격요건, 감항요건 등 모든 관련 법규 및 정책 미비
○ 민간 무인항공기 보급기반 구축 (‘14~’23)
○ RPA 표준절차 및 규정 제정 (‘18~’23)</td></tr>
<tr><td>해외</td><td>< B1 단계 >
○ 미국
- 현재 FAA가 소형무인기 운영절차 정의를 위한 검토진행 중
○ 유럽
- C, D 클래스 공역에서 RPA 통합 진행 중
- on-board 카메라 시스템을 포함한 GBDAA 기술 연구</td></tr>
<tr><td>검토
의견</td><td colspan="2">○ 국가연구개발사업 『민간 무인항공기 보급기반 구축』(‘14~’23)과 연계하여 진행 필요
○ 현재, 국제적으로 진행중인 표준화 노력을 주시하면서 이행 추진 필요</td></tr>
<tr><td>관련
기준</td><td colspan="2">○ U.S. DOT FAA, Air Traffic Organization Policy N JO 7210.766
○ NATO STANAG 4586, Standard Interfaces of UAV Control System (UCS) for NATO UAV Interoperability
○ ICAO Circ 328, Unmanned Aircraft Systems (UAS)
○ ICAO RPAS Guidance Manual (개발중)
○ EUROCAE Documents (개발중)
○ RTCA Documents (개발중)</td></tr>
</table>

부록 2. 약어표

A	**ATFCM.** Air traffic flow and capacity management **AAR**. Airport arrival rate **ABDAA**. Airborne detect and avoid algorithms **ACAS**. Airborne collision avoidance system **ACC**. Area control centre **A-CDM**. Airport collaborative decision-making **ACM**. ATC communications management **ADEXP**. ATS data exchange presentation **ADS-B**. Automatic dependent surveillance－broadcast **ADS-C**. Automatic dependent surveillance － contract **AFIS**. Aerodrome flight information service **AFISO** Aerodrome flight information service officer **AFTN**. Aeronautical fixed telecommunication network **AHMS**. Air traffic message handling System **AICM**. Aeronautical information conceptual model **AIDC**. ATS inter-facility data communications **AIP**. Aeronautical information publication **AIRB**. Enhanced traffic situational awareness during flight operations **AIRM**. ATM information reference model **AIS**. Aeronautical information services **AIXM**. Aeronautical information exchange model **AMA**. Airport movement area **AMAN/DMAN**. Arrival/departure management **AMC**. ATC microphone check **AMS(R)S**. Aeronautical mobile satellite (route) service **ANM**. ATFM notification message **ANS**. Air navigation services **ANSP**. Air navigation services provider **AO**. Aerodrome operations/Aircraft operators **AOC**. Aeronautical operational control **AOM**. Airspace organization management **APANPIRG**. Asia/Pacific air navigation planning and implementation regional group **ARNS**. Aeronautical radio navigation Service

	ARNSS. Aeronautical radio navigation Satellite Service **ARTCC**s. Air route traffic control centers **AS**. Aircraft surveillance **ASAS**. Airborne separation assistance systems **ASDE-X**. Airport surface detection equipment **ASEP**. Airborne separation **ASEP-ITF**. Airborne separation in trail follow **ASEP-ITM**. Airborne separation in trail merge **ASEP-ITP**. Airborne separation in trail procedure **ASM**. Airspace management **A-SMGCS**. Advanced surface movement guidance and control systems **ASP**. Aeronautical surveillance plan **ASPA**. Airborne spacing **ASPIRE**. Asia and South Pacific initiative to reduce emissions **ATC**. Air traffic control **ATCO**. Air traffic controller **ATCSCC**. Air traffic control system command center **ATFCM**. Air traffic flow and capacity management **ATFM**. Air traffic flow management **ATMC**. Air traffic management control **ATMRPP**. Air traffic management requirements and performance panel **ATN**. Aeronautical Telecommunication Network **ATOP**. Advanced technologies and oceanic procedures **ATSA**. Air traffic situational awareness **ATSMHS**. Air traffic services message handling services **ATSU**. ATS unit **AU**. Airspace user **AUO**. Airspace user operations
B	**Baro-VNAV**. Barometric vertical navigation **BCR**. Benefit/cost ratio **B-RNAV**. Basic area navigation
C	**CTOT.** Calculated Take-Off Time **CSPO**. Closely spaced parallel operations **CPDLC**. Controller-pilot data link communications **CDO**. Continuous descent operations

	CBA. Cost-benefit analysis **CSPR**. Closely spaced parallel runways **CM**. Conflict management **CDG**. Paris Charles de Gaulle airport **CDM**. Collaborative decision-making **CFMU**. Central flow management unit **CDQM**. Collaborative departure queue management **CWP**. Controller working positions **CAD**. Computer aided design **CTA**. Control time of arrival **CARATS**. Collaborative action for renovation of air traffic systems **CFIT**. Controlled flight into terrain **CDTI**. Cockpit display of traffic information **CCO**. Continuous climb operations **CAR/SAM**. Caribbean and South American region **COSESNA**. Central American civil aviation agency.
D	**DAA**. Detect and avoid **DCB**. Demand capacity balancing **DCL**. Departure clearance **DFM** Departure flow management **DFS**. Deutsche Flugsicherung GmbH **DLIC**. Data link communications initiation capability **DMAN**. Departure management **DMEAN**. Dynamic management of European airspace network **D-OTIS**. Data link-operational terminal information service **DPI**. Departure planning information **D-TAXI**. Data link TAXI
E	**EOBT.** Estimated Off-Block Time **EXOT.** Expected Taxi-Out Time **EAD**. European AIS database **e-AIP**. Electronic AIP **EGNOS**. European GNSS navigation overlay service **ETMS**. Enhance air traffic management system **EVS**. Enhanced vision systems
F	**FABEC** Functional Airspace Block Europe Central **FAF/FAP**. Final approach fix/final approach point

	FANS. Future air navigation systems **FDP**. Flight data processing **FDPS**. Flight data processing system **FF-ICE**. Flight and flow information for the collaborative environment **FIR**. Flight information region **FIXM**. Flight information exchange model **FMC**. Flight management computer **FMS**. Flight management system **FMTP**. Flight message transfer protocol **FO**. Flight object **FPL**. Filed flight plan **FPS**. Flight planning systems **FPSM**. Ground delay program parameters selection model **FRA**. Free route airspace **FTS**. Fast time simulation **FUA**. Flexible use of airspace **FUM**. Flight update message
G	**GANIS**. Global Air Navigation Industry Symposium **GANP**. Global air navigation plan **GAT**. General air traffic **GBAS**. Ground-based augmentation system **GBSAA**. Ground based sense and avoid **GEO satellite**. Geostationary satellite **GLS**. GBAS landing system **GNSS**. Global navigation satellite system **GPI**. Global plan initiatives **GPS**. Global positioning system **GRSS**. Global runway safety symposium **GUFI**. Globally unique flight identifier
H	**HAT**. Height above threshold **HMI**. Human-machine interface **HUD**. Head-up display **HITL.** Human-In-The-Loop
I	**IDAC**. Integrated departure-arrival capability **IDC**. Interfacility data communications **IDRP**. Integrated departure route planner

	IFR. Instrument flight rules **ILS**. Instrument landing system **IM**. Interval Management **IOP**. Implementation and Interoperability **IP.** Internetworking protocol **IRR**. Internal rate of return **ISRM**. Information service reference model **ITP**. In-trail-procedure
K	**KPA**. Key performance areas
	LARA. Local and sub-regional airspace management support system **LIDAR**. Aerial laser scans **LNAV**. Lateral navigation **LoA**. Letter of agreement **LoC**. Letter of coordination **LPV**. Lateral precision with vertical guidance OR localizer performance with vertical guidance **LVP**. Low visibility procedures
M	**MASPS**. Minimum aviation system performance standards **MILO**. Mixed integer linear optimization **MIT**. Miles-in-trail **MLS**. Microwave landing system **MLTF**. Multilateration task force **MTOW**. Maximum take-off weight
N	**NADP**. Noise abatement departure procedure **NAS**. National airspace system **NAT**. North Atlantic **NDB**. Non-directional radio beacon **NextGen**. Next generation air transportation system **NMAC**. Near mid-air collision **NOP**. Network operations procedures (plan) **NOTAM**. Notice to airmen **NPV**. Net present value
O	**OLDI**. On-line data interchange **OPD**. Optimized profile descent **OSED** Operational service & environment definition **OTW**. Out the window

P	**P(NMAC).** Probability of a near mid-air collision **PACOTS**. Pacific organized track system **PANS-OPS**. Procedures for air navigation services aircraft operations **PBN** Performance-based navigation **PENS** Pan-European Network Service **PETAL**. Preliminary EUROCONTROL test of air/ground data link **PIA**. Performance improvement area **P-RNAV**. Precision area navigation
R	**RA**. Resolution advisory **RAIM**. Receiver autonomous integrity monitoring **RAPT**. Route availability planning tool **RNAV** Area navigation **RNP**. Required navigation performance **RPAS**. Remotely-piloted aircraft system **RTC**. Remote tower centre
S	**SARPs**. Standards and recommended practices **SASP**. Separation and airspace safety panel **SATCOM**. Satellite communication **SBAS**. Satellite-based augmentation system **SDM**. Service delivery management **SESAR**. Single European sky ATM research **SEVEN**. System-wide enhancements for versatile electronic negotiation **SFO**. San Francisco international airport **SIDS**. Standard instrument departures **SMAN**. Surface management **SMS**. Safety management systems **SPRs**. Special programme resources **SRMD**. Safety risk management document **SSEP**. Self-separation **SSR**. Secondary surveillance radar **STA**. Scheduled time of arrival **STARS**. Standard terminal arrivals **STBO**. Surface trajectory based operations **SURF**. Enhanced traffic situational awareness on the airport surface **SVS**. Synthetic visualisation systems

	SWIM. System-wide information management
T	**TBD**. To be determined **TBFM.** Time-based flow management **TBO**. Trajectory-based operations **TCAS**. Traffic alert and collision avoidance system **TFM**. Traffic flow management **TIS-B**. Traffic information service-broadcast **TMA**. Trajectory management advisor **TMIs**. Traffic management initiatives **TMU** Traffic management unit **TOD**. Top of Descent **TRACON**. Terminal radar approach control **TS**. Traffic synchronization **TSA**. Temporary segregated airspace **TSO**. Technical standard order **TSAT.** Target Startup Approval Time **TTOT.** Target Take-Off Time **TWR**. Aerodrome control tower
U	**UA.** Unmanned aircraft **UAS.** Unmanned aircraft system **UAV**. Unmanned aerial vehicle **UDPP**. User driven prioritisation process
V	**VFR**. Visual flight rules **VLOS**. Visual line-of-sight **VNAV**. Vertical navigation **VOR**. Very high frequency (VHF) omnidirectional radio range **VSA**. Enhanced visual separation on approach
W	**WAAS**. Wide area augmentation system **WAF**. Weather avoidance field **WGS-84**. World geodetic system 1984 **WIDAO**. Wake independent departure and arrival operation **WTMA**. Wake turbulence mitigation for arrivals **WTMD**. Wake turbulence mitigation for departures **WXXM**. Weather exchange model

부록 3. 회의록

회 의 록	
행 사 명	Aviation System Block Upgrades 국내 적용을 위한 기본기획 연구 착수보고회
개최일시 · 장소	2013년 5월 9일(목) 14:00~16:00 / 국토해양부 461호 회의실
토 론 인 원	- 원외: 국토교통부, 국토교통과학기술진흥원 - 원내: 김준혁 부연구위원, 윤성민·박보미 연구원
토론 내용	
❋ ASBU 국내적용을 위한 기본기획 연구 착수 보고 및 질의 응답, 보완 요청사항	
□ 국토해양부 요청사항 ✓ 본 연구는 사안의 특성상 R&D로 기획 이전에 정부차원에선 정책적인 방향을 잡고 전략적인 접근이 필요함. 따라서 현재 국토부에서도 TF를 구성하여 연구 추진 계획중임. 따라서 정부 차원에서의 Target 설정이 필요하며, ICAO의 가이드라인에 제시되어 있는 각 모듈에 대하여 필수이행사항과 선택적 이행사항을 구분하여 개발 및 적용에 대한 우선순위 부여가 필요함. ✓ ASBU 적용과 같은 항공 선진화 사업을 추진함에 있어서 외국의 경우 어떠한 조직 체계로 사업을 추진하는지에 대한 정보 수집 요청. 현재 미국, 유럽, 일본에서는 유사한 성격의 사업을 추진해 나아가고 있으므로 이러한 국가에서 채택하고 있는 조직에 대해 성격, 구성 및 운영 체계, 산,학,연의 구조, 비용 조달 구조와 같은 자료 수집 필요. ✓ 본 과제는 ATM과 관련된 모든 분야의 국내 통합적 발전을 목표로 하므로 기존의 연구 현황 및 진행 사항에 대한 파악이 중요. ICAO의 정책 진행에 따른 관련 기술 및 운영지원 사항에 대한 정확한 수준을 파악하고 현재 우리나라의 기술 및 운영 현황은 어떠한 수준이며 선진국과 비교하여 어느 위치에 있는지 비교가 필요함.	

✓ 전문가 자문그룹 구성 보완 요청. ASBU 적용을 위해 반드시 참여가 필요한 양 항공사 및 양 공항공사를 ASBU 국내 적용을 위한 기반 구축을 위해 반드시 포함하고, 국내의 특수한 상황을 고려하여 국방부 및 공군, 항공 산업과 밀접한 관계가 있는 기상청 및 항공기상청의 참여가 필요.

✓ 현 실상을 파악하고 시급도에 대한 차별적 적용이 필요. 각 분야별로 운영 개념을 명확히 하여 구축으로 단기간에 구현이 용이한 것과 시간이 요구되어 R&D 개발할 것에 대한 구분을 명확화. R&D는 구현 시점 이전부터 진행해야 하므로 시작 시점에 대한 고려가 필요함.

✓ 항공 산업의 특성상 인접 국가와의 연결에 대한 대안이 필요함. ICAO 아태지역 사무소에서 수행하고 있는 APSAPG(ASIA/Pacific Seamless ATM Planning Group)에서 논의 되고 있는 내용을 참조하여 인접국과 우리나라의 계획의 발전 속도가 보조를 맞춰져 나아가야 함.

✓ 현재 ICAO 가이드라인에 제시되어 있는 성능 개선 영역 4부분에 대하여 기존의 구분 사항을 채택한다면 각 부분의 성격에 대한 명확한 설명을 요청하며, 한국화 시켜 새롭게 재 정비하는 것도 가능함.

□ 질의 응답사항

✓ 본 연구 수행 후 연구 결과물은 어떤 것들이 나오는가?

- 본 연구 수행 후 연구 결과물은 항공 교통분야 발전과 관련한 중·장기 로드맵, 각 분야의 이행시 요구되는 소요 예산, 시스템 개발 요건 및 추진 체계가 있음.

✓ 로드맵에 따른 사업 전략은 단계별로 한꺼번에 진행할 것인지, 각 모듈별로 개별적으로 인행할 것인지?

- 전체 사업 전략을 한꺼번에 진행할 경우 사업의 규모가 매우 커지기 때문에 예산 배정 및 운영에 어려움이 있음. 각 모듈별로 진행할 경우 과제의 수가 너무 많아지는 문제가 발생. 사업 전략에 대해서는 지속적인 고민이 필요함

✓ 하나의 블록 단계가 다함께 진행되어야 하는 것인지? 이것에 대한 ICAO의 의견은?

- ICAO는 가이드라인만 제시할 뿐 진행에 대한 엄격한 규제는 하지 않음. 다만 관련된 선행 모듈이 수행이 되지 않을 경우 영향을 받는 후행 모듈이 진행이 불가능한 경우가 있으므로 모듈별 이행 단계에 대한 고려가 필요함.

회 의 록

행 사 명	Aviation System Block Upgrades 국내 적용을 위한 기본기획 연구 중간보고회
개최일시 · 장소	2013년 6월 13일(목) 09:30~11:00 / 국토교통과학기술진흥원
토 론 인 원	- 원외: 국토교통과학기술진흥원 백승훈 실장, 황수현 선임연구원 - 원내: 한재현 실장, 윤성민·박보미 연구원

토론 내용

❋ ASBU 국내적용을 위한 기본기획 연구 중간보고 및 질의응답, 보완 요청사항

□ 중간보고 관련 보완 요청사항

✓ 현재 중간보고서에 작성되어 있는 기획연구/본과업 구분을 나누지 말고 8개의 중점 개선 영역을 중심으로 작성요청

✓ 8개의 중점 개선 영역이 ICAO ASBU 문서의 각 어느 부분과 연관이 있는지 그 연관성에 대한 설명 및 관계도 수록 요청

✓ 출/도착 최적화 연구 관련하여 이용되는 툴은 NASA에서 개발한 툴을 사용할 수도 있고, 국내에서 개발한 툴을 사용할 수도 있기 때문에 SARDA, TAPSS 같은 용어를 직접적으로 사용하지 말고 출/도착 관리 툴과 같이 보편적인 용어로 변경 요청

✓ 현재 본과제로 설정되어 우선 추진 될 출/도착 최적화 연구 방안의 경우 우선 추진과제로 설정하게 된 이유에 대한 부분 수록 요청

✓ 본 기본기획연구 기간 동안 전체 ASBU 관련 사업에 대한 세부 계획은 요구되지 않으므로 과제별 로드맵이 생성되면, 2016년 이전에 수행이 필요한 과제에 대해서는 세부기획까지 도출하여 성과물로 제시할 것을 요청

✓ 2016년 이전 수행될 본사업과 관련해서는 필요 예산에 관한 기술도 필요

✓ 2016년 이후 추진될 예정이거나, 도입이 시급하지 않은 과제에 대해서는 추가적으로 기획 연구 및 본 사업 관련한 연구를 진행할 수 있음

회 의 록	
행 사 명	Aviation System Block Upgrades 국내 적용을 위한 기본기획 연구 연구진도보고
개최일시 · 장소	2013년 6월 25일(화) 10:00~15:00 / 국토교통부
토 론 인 원	- 원외: 국토교통부 김정민 주무관, 국토교통과학기술진흥원 백승훈 실장 - 원내: 김준혁 부연구위원, 윤성민·박보미 연구원
토론 내용	
※ ASBU 국내적용을 위한 기본기획 연구진도보고 및 질의응답, 보완 요청사항	

□ **연구진도보고 (본원 김준혁 부연구위원)**

✓ ASBU 국내 적용을 위한 기본 기획연구의 연구 목적, 및 필요성

- ICAO 미래 항공교통전환 계획을 수행하기 위해 구체적인 기술 체계를 명확히 정의하고,기술 간의 연관성 분석을 통해 실질적이고 체계적인 항공교통관리 계획 수립
- 급변하는 미래 항공환경 전환 흐름에 선제적으로 대응하고 항공 선진국으로서의 위상을 높임

✓ ASBU 국내 적용을 위한 기본 기획연구의 연구 비전

- ICAO의 ASBU 모듈구성을 참고하여 국내 환경에 맞춘 항공기 이동경로별 필요운영체계, 절차, 시스템의 개발 및 구축 등을 통해 단절 없는 통합 항공교통서비스(Seamless ATM)의 제공을 비전으로 함.

✓ ASBU 국내 적용을 위한 기본 기획연구의 연구의 최종 목표

- 향상된 운영체계를 위한 기반마련을 위한 연구로, 항공기의 이동구역별 적용체계, 절차, 기술의 정의를 최종목표로 함.

✓ 연구추진 전략 및 세부과제 도출

- ICAO ASBU는 성능개선영역(Performance Improvement Area), 중점개선영역(Thread), 모듈(Module)로 구성되어 있지만 모듈 또한 실제 추진과제 도출을 위해선 세부 필요 기술(시스템, 절차 포함)을 포함하고 있으므로 세부 기술 도출을 위해 계층적 분석을 통하여 전체 8개의 총괄 개선 영역을 중심으로 중점개선영역, 세부개선영역, 세부개선 단계를 도출함.

□ **연구진도보고 및 향후 방향에 대한 의견 (국토교통부 김정민 주무관)**

✓ 기획연구의 목표, 배경/필요성, 추진방향 등 전반적 내용에 대해 최신 개정본 등 동향을 정리하여 반영하고, ASBU 모듈별 기술 요건 등을 분석하여 R&D 항목을 도출하고 총괄 규모를 제시토록 한 본래의 연구목적과 성격에 맞게 customize 되도록 수정·보완

* ASBU Working Document('13.3), ICAO Asia/Pacific Seamless ATM Implementation Guidance Material('13.6) 분석, 국문번역, 요약정리 등 필요

✓ 진도보고 시 8개 분야로 나누어 제시한 세부도출과제는 계층구조를 최대한 단순화시키고, ASBU와의 1:1 비교·분석 등이 용이하도록 ASBU 구조를 바탕으로 재조정

- PIA, Thread, Module, Block을 준용하고, 각 Module별로 개념, 적용범위, 필요요건(기술요건, 제도/절차 등) 등을 분석·제시
- 각 Module별 분석을 바탕으로 시스템/솔루션 개발 등 R&D 추진 필요사항을 발굴하고 예상소요액 등을 제시(단기 적용대상의 경우는 구체적인 RFP도 제시)
- ASBU 내용을 충분히 숙지하여 단순 직역형태 표현을 지양하여 한글화(영문 병기)

✓ 제시한 중점추진과제(안)은 추진 목적, 결과물의 효과 등이 모호하고 시기성, 적용방안 등 실효성 측면에서도 그 효과가 미미하며, 연구과제의 본래목적과 성격과도 괴리가 있는 등 과제선정의 논리 자체가 전반적으로 설득력 없음. 오히려 향후 ASBU 관련 R&D 성과물에 대한 안전성, 상용성 검증 등 기능을 수행하는 Test Lab 기반 구축이 바람직.

* 외국과의 협력은 목적, 범위, 대상과 실효성 등이 명확하여야 하며, 상호 대등한 조건하에서 이루어져야 함. ASBU 이행에 대한 방향을 결정해 나가고 있는 시점에서 정부차원의 협력체계 구축은 현재로서는 시기상조임.

- 중점추진과제로 제시한 지상교통관리 툴 및 출도착 관리 툴은 이미 국내 도입·운영이 결정된 사항으로 현재 인천공항 A-CDM 구축, 출도착관리 솔루션에 대한 국내 프로토타입 개발, ATFM 센터 구축 등을 위한 용역 추진 중
- ICAO ASBU, 아태지역 Seamless ATM 이행 지침을 토대로 모듈별 R&D 항목을 도출하여야 하며, 미래 항공교통전환계획 이행 TF 회의결과 등을 토대로 우선순위, 추진여부 등 결정이 바람직(본 과제의 RFP를 충실히 이행)

- 다만, ASBU 분야 전반에 대한 기초 연구성과와 정보 공유 등 순수 연구기관 간 교류형태 차원의 협력체계 구축 추진에는 이견 없음.(국토교통과학기술진흥원이 판단하여 결정)

✓ 우리나라 미래 항공교통전환계획은 단기(Block 0, 1) 추진계획과 중·장기(Block 1, 2, 3) 추진전략 형태로 마련해 나갈 예정으로 우리나라 현황과 ASBU 과제별 개념, 적용범위 등을 비교·검토하여 이행현황 분석, 이행여부 및 시기 등 결정 필요

- 우리나라 이행 현황 파악에 확보된 기초자료 분석 외에 해당기관/부서 방문 협조, 전문가 자문 등 도구를 활용(TF도 효과적으로 활용하여 필요시 설문도 실시)

✓ 제시한 중간보고서 초안은 정책분야의 선행연구 등 기초자료를 토대로 일반적인 내용위주로 기술되어 R&D 분야 측면의 본 과제를 효과적이고 설득력 있게 표현하는 데는 한계가 있어 보임. 본 연구과제의 성격과 목적에 맞게 customize 하여 수정·보완 필요

✓ 제안요청서(RFP) 상의 과업범위 등을 재확인하여 요구사항 등이 누락되지 않도록 하고 본래 취지에 맞게 진행될 수 있도록 각별히 신경 써서 추진해 줄 것을 당부

<수정·보완 예시 의견>

· 개괄적인 측면에서 ASBU의 대두 배경, 우리나라의 현황, 추진 경과, 향후 추진 필요성과 방향 등을 면밀히 분석하여 보고서 전반에 반영 필요

· 국내외 기술동향은 ASBU 관련 기술부분으로 시간적 범위를 정하여 재조사하여 국외 항공 기술 및 장비 관련 업계(NASA, MITRE, Honeywell, Boeing, RTCA, EUROCAE 등)와 국내 항공 기술 및 장비 관련 업계(항공우주연구원, 한국공항공사 등)의 기술개발 현황과 수준 등을 분석 제시 필요

· 국내외 정책동향은 정책분야 선행연구 결과물 준용보다는 주요내용을 요약하여 제시하고, ASBU 개념 이후 어떠한 변화 가운데 있는지 등의 동향 내용을 보완하여 정리하는 편이 보다 효과적

· SWOT 분석도 본 연구과제의 성격과 주요목적(R&D 과제 도출, 추진)에서 분석 필요

□ **향후 연구 추진 관련 요청 사항 (국토교통과학기술진흥원 백승훈 실장)**

✓ 국토부 과제담당관 의견을 반영한 보고서 개요 재작성 후 송부 요청

□ **"미래 항공교통전환계획 이행 추진 방안 및 TF" 관련 (국토교통부 김정민 주무관)**

✓ ICAO 미래 항공교통전환계획(ASBU) 국내 이행을 위한 단기 및 중장기계획 수립, TF 구성·운영 등 추진 계획을 설명하고 해당 연구진의 TF 참여, 연구 진행 경과 제출, TF 의견 반영 등 적극 협력 당부

✓ 과제수행 주요 결과물 등에 대해 TF를 최대한 활용하여 검증하는 방안을 강구하여 보다 현실성있고 체계적이며 효용성 높은 계획 수립은 물론 실효성있는 R&D 대상 과제를 명확하게 도출하도록 요청

- 현황파악을 위한 설문 협조 등

✓ 미래 항공교통전환계획 개념과 추진 과업에 대한 관련기관/부서 등의 이해도 증진과 홍보를 위해 ICAO ASBU의 개념과 특성 등 개관, R&D 연구과업 개요, 추진방향 및 예상 결과물 등에 대한 설명자료를 작성하여 TF, 세미나/워크숍 등을 활용하여 적극 홍보

* 7월중 개최 예정인 제1차 TF회의 시, ASBU와 추진 과업에 대해 발표(프리젠테이션) 요청

회 의 록	
행 사 명	Aviation System Block Upgrades 국내 적용을 위한 기본기획 연구 제 1차 실무전담팀 회의
개최일시 · 장소	2013년 7월 16일(화) 14:00~16:00 / 국토교통부 세종청사 621호
토 론 인 원	- 원외: 국토해양부 항공관제과장 외 실무전담팀 - 원내: 김준혁 부연구위원, 윤성민 · 박보미 연구원
토론 내용	
❋ 미래 항공교통전환계획(ASBU) 제 1차 실무전담팀 회의	

□ 회의 결과

○ (이해공유) ICAO 전략 목표, ASBU의 개요, 4대 개선분야*, 단계별(B_0~B_3) 이행과제 및 용역 추진방향 등에 대한 브리핑(KOTI)

* 공항운영개선, 글로벌 정보관리 체계, 공역 수용량 및 비행 효율성 증대, 효율적 비행경로 구축으로 분류하고 각 분야를 52개 이행과제로 소분류

○ (성과목표) 전담팀의 최종목표는 미래 항공교통전환계획(ASBU)의 성공적 달성을 위한 국가 전략목표 수립

- 정량적 · 객관적인 전략 목표 수립을 위해 국내 항행시스템의 현황, 항공환경의 변화 추세 및 국가 기술수준 등 분석(KOTI)

- 국가 전략목표를 세부 과제별 이행 단계로 구분하고 단계별 과제 달성에 필요한 시스템 및 기술요건을 정밀 분석

⇒ 단계별 정밀 분석결과에 따라 시스템에 대한 국내 개발/해외 도입 여부를 결정하고 연구개발(R&D) 과제를 선별하기로 함

○ (단기계획) 아태지역에서 선정한 이행과제(18개)*를 국내 단기 추진계획의 목표로 설정하고 이와 관련된 연구 · 분석 진행

* '아태지역 통합 항공교통관리 계획그룹(APSAPG)'회의에서 결정('13.6월)

<아태지역 선정 이행과제(18개)>

- **(공항운영 개선)** GLS CAT I 절차, 실시간 출도착관리 기법, 지상이동안내 및 감시시스템 도입, 후류요란 분리기준 등급 개정 등 **5개 과제**
- **(글로벌 정보관리체계)** 전자항공정보관리체계 및 협력적 환경을 위한 비행흐름정보 환경 구축 등 **3개 과제**(중장기적으로 SWIM으로 전환)
- **(수용량 및 효율성 증대)** 지상감시기능 강화(ADS-B/MLAT), ACAS 성능 개선, 항공교통흐름관리(ATFM) 및 공역 공동활용 체계 구축 등 **7개 과제**
- **(효율적 비행경로 구축)** PBN, 공역체계 개선을 통한 연속강하(CDO) 및 연속상승(CCO) 비행절차 도입 등 **3개 과제**

주) 각 과제별 세부 이행순위는 붙임 참조

- 해외(미국, 유럽, 일본 등)의 마스터플랜, 진행현황에 대한 조사·분석
- 18개 단기 과제별로 세부이행요건 및 예상문제점을 파악하고 국내 시스템, 기술수준 및 관련 기준 등과 비교·분석
- 단기 이행과제 분석결과를 토대로 기술수준 및 경제효과 등을 고려하여 연구개발(R&D) 과제로 선정·제안

□ 향후 계획

○ 제2차 실무 전담반 회의 개최('13.8월 초)

- 18개 단기 과제별 세부 이행요건과 국내 시스템, 기술 수준 및 관련 기준 등의 현황을 비교·분석하여 보고(KOTI)

회 의 록	
행 사 명	Aviation System Block Upgrades 국내 적용을 위한 기본기획 연구 제 2차 실무전담팀 회의
개최일시・장소	2013년 8월 22일(목) 14:00~16:00 / 국토교통부 세종청사 628호
토 론 인 원	- 원외: 국토해양부 항공관제과장 외 실무전담팀 - 원내: 김준혁 부연구위원, 윤성민・박보미 연구원
토론 내용	
※ 미래 항공교통전환계획(ASBU) 제 2차 실무전담팀 회의	

□ 회의 결과

○ 18개 단기 과제의 이행요건과 국내 시스템, 기술 수준 및 관련 기준 등 현황・분석 결과 발표(KOTI) 및 토의

- 관리과제의 명칭은 추진목적에 부합하도록 수정・보완
- 관리과제에 대한 운영개념은 B_0단계('13년~'17년)로 국한하고 단점(이행 전)과 장점(이행 후)을 비교하여 제시
- 현황은 국내・외로 분류하고 R&D 현황과 함께 현재 국내 공항 및 항공사에 적용여부를 조사하여 제시
- 검토 의견은 각 이행 단계별(B0, B1, B2 및 B3)로 구분하고 각 단계에 요구되는 시스템 및 세부요건 등을 제시

○ KOTI는 제시된 사항을 수정・보완하고 특히, 국내・외 현황부분 연구에 대해 전담팀을 적극 활용(의견수렴)

□ 향후 계획

○ 제3차 실무 전담반 회의 개최('13.9월 초)

- 제2차 회의 검토의견을 반영하여 수정・보완된 사항에 대해 보고(KOTI)

회 의 록	
행 사 명	Aviation System Block Upgrades 국내 적용을 위한 기본기획 연구 전문가 자문회의
개최일시 · 장소	2013년 8월 30일(금) 13:00~17:00 / 국토교통부
토 론 인 원	- 원외: 항공교통센터 김진성 과장 외 자문위원 5인 - 원내: 김준혁 부연구위원, 박보미 연구원
토론 내용	
※ ASBU 국내 적용을 위한 전문가 자문회의	

□ **토론내용**

- GBAS CAT-1 기술적으로는 완료가 되었다고 생각됨(SDA 완료)
- 미국의 CAT 2,3 가 완료되는 시점에서 CAT 1을 deploy할 계획임
- 시간 기준이 기술 개발이 아닌 실제 이행을 목표로 한다면 2018년까지 전 세계적으로 GLS CAT - I 이용률이 높아지기는 어려워 보임
- GLS CAT 2,3 의 경우 미국만 SDA(System design approval) 인증 준비, 기술적 측면에서 유럽도 동등하게 가고 있지만 비용, 기간 측면에서 고려하고 있지 않음. 미국은 2017년에 SDA 완료를 목표로 하고 있지만 실제로 목표를 이행 할 수 있을지 의문
- 현재 국내 시험 운용중인 GBAS 연구는 내년 9월 까지 진행 예정
- GLS 이행을 위해서는 지상장비 설치뿐 아니라 항공기에 탑재 장비가 설치가 되어 있어야지만 이용이 가능하기 때문에 항공사의 참여가 매우 필요함
- 그러나 항공사의 경우 항공사의 탑재장비가 현재 사용 가능한 시점을 기준으로 탑재를 하기 때문에, 현재 사용되지 않는 장비에 대해서는 항법 장비를 미리 탑재하지 않음.
- SBAS는 requirement가 낮고, 현재 우리나라에서 수신하는데는 문제가 없음
- GBAS 리시버 CAT-1은 기본 장착(보잉)이며 CAT- 2,3는 옵션사항임

- 호주의 경우 정부에서 GBAS 리시버 탑재에 대한 재정적 지원을 하고 있음. 우리나라도 항공사 참여를 유도하기 위한 유인책 마련 필요

- 도착항공기간의 활주로의 분리기준이 축소되더라도 실제 활주로를 비울 수 있는 유도로의 배열과 깊이 관련됨
- 현재 각 공항에 설치되어 있는 AMOS 장비를 이용해 측풍을 측정할 수 있지만, 설치 거리의 문제로 인해 설치된 장비가 측풍을 정확히 측정해내긴 어려움
- 실제 후류 측정만 전문적으로 하는 장비도 나와 있는 것이 있지만 현재의 기술로는 실시간 측정 후 예측은 어려움

- DMAN 시스템을 통해 항공사와 관제사간의 우선순위에 대한 논란이 줄어들 여지가 있기 때문에 효율적일 것으로 판단(ACDM 단계에서 해결되어야 함)

- AIDC 시스템에서 꼭 전체 시스템(14개기능)을 이용할 필요는 없음.
- AIDC는 FDP 내에 있는 기능 중 하나이며 개별 시스템만 업그레이드하기가 어렵기 때문에 시스템 전체 업그레이드해야 개량이 가능함
- 2011년부터 중국과 AMHS 운영중이며 2017까지 일본과 AMHS/OSI 구축 계획

- 아태지역에서 e-AIM은 한국, 일본만 이행중. 현재 AFTN으로도 항공정보 충분히 이용 가능

- 인터넷을 통해 기상정보를 수신하는 WIFS 체계로 완전 전환('12)
- 항공기상통합정보시스템 사업을 통해 데이터를 기상청 내부에서 쓰이는 포맷형태로 정리하여 외부에서 요구하는 데이터 형태로 전송이 가능하도록 사업을 진행할 예정임.
- '13년까지 기상청 내에서 쓰는 데이터 포맷으로 정리함. 외부에 제공시 데이터 형태로 제공하거나 사용자가 원하는 형태로 가공해서 제공하는 방향도 고려중.

- 공역의 구조가 밀집되어있는 국내 현실에서는 신축적 공역 사용을 통한 자유비행 항로 이행이 실질적으로 어려움. PBN 항공로 활용을 통해 공역 사용률을 높이는 방향으로 접근 필요.

- 우리나라 현실에 맞는 성과지표와 관리과제의 설정이 필요

- 현재 ATFM 시스템 구축에 대한 계획이 수립되어 있으므로 그 결과가 본 ASBU 지향점과 일치하도록 협의와 점검 필요
- MLAT는 안테나 숫자가 늘어나기 때문에 레이더보다 관리 비용이 늘어날 수도 있음
- 미국은 GNSS 마비시 백업용으로 MLAT 이용 고려중

- 터미널용 CPDLC 통신망 구축 계획, 국내 7개 공항대상 (‘14~’20)
- 항공로용 CPDLC는 2020년 이후 계획
- CPDLC 운용을 위한 통신장비는 현재 항공기에 탑재가 되어 있지만, 운용을 위한 어플리케이션 탑재 계획 없음

- 현재 ICAO에서 제시한 성과지표를 충족시킬 수 있도록 추진해 나아가는 방법도 좋으나 기존 계획된 “차세대항공안전수립계획” 에도 성과지표가 설정되어 있으므로 두 기준을 비교하여 성과지표를 수정할 필요가 있음.

- 성과지표에 제시된 국제공항에 대해 명확한 정의가 필요하며, 국내 환경상 100%달성이 불가능하고 일부면 달성할 수 있는 목표과제가 있다면, 국내에서 달성이 가능한 부분에 대해서 100%로 설정하여 진행할 필요가 있음

- 현재 기 연구가 진행되고 있는 내용에 대해서는 우리나라가 기술개발을 시작해서 이행할 수 있도록 방향 설정 필요

회 의 록	
행 사 명	Aviation System Block Upgrades 국내 적용을 위한 기본기획 연구 제 3차 실무전담팀 회의
개최일시・장소	2013년 9월 11일(수) 14:00~16:00 / 국토교통부 세종청사 628호
토 론 인 원	- 원외: 국토해양부 항공관제과 김무원 사무관, 김휘양 주무관 외 실무전담팀 - 원내: 김준혁 부연구위원, 윤성민・박보미 연구원
토론 내용	
※ 미래 항공교통전환계획(ASBU) 제 3차 실무전담팀 회의	

□ 회의내용

- 제2차 실무전담팀 회의 검토결과를 반영하여 수정・보완한 현황분석 발표
- 단기과제 이행에 필요한 요건, 국내시스템, 기술 수준 등에 대한 현황분석
- 실무전담팀은 제출된 보고서에 대해 국내 현황 및 검토의견을 중심으로 세부적 검토 진행 및 추가 정보 제공
- 現 국내 기술 수준에 대한 정확한 분석 결과를 통해 新 항행시스템의 요구 수준과 국내 수준의 비교・분석 필요
- 항행시스템 분야 전문가와 계약 체결을 통해 현황 파악 추진
- 국내 도입・개발중인 항행시스템(MALT 및 A-CDM 등) 구축계획 및 항공기 탑재장비(TCAS 7.1, ADS-B 및 GBAS 등) 현황 등 자료 보완
- 新 항행시스템의 국내 도입 효과 및 활용도에 대해 구체적 사유 및 근거 제시 필요
- 보고서 전반에 제시되는 항행시스템과 관련된 전문용어에 대해 용어정의 등 알기 쉽게 작성 필요

회 의 록	
행 사 명	Aviation System Block Upgrades 국내 적용을 위한 기본기획 연구 전문가 자문회의
개최일시 · 장소	2013년 12월 13일(금) 14:00~18:30 / 한국 항공진흥협회 회의실
토 론 인 원	- 원외: 국토교통부 김휘양 주무관 외 - 원내: 김준혁 부연구위원, 박보미 연구원
토론 내용	
※ ASBU 국내 적용을 위한 과제 도출	

□ Airport Operations

▪ APTA

- PBN 중기계획 2016년까지로 계획되었으나 2015년 마감 예상되며, PBN 로드맵 장기 계획이 없을 예정. 2016년 이후 GBAS는 ASBU에 포함되어 나아가는 것으로 PBN 로드맵 수정 예정될 예정이며, GLS절차는 기존 ILS와 동일하게 만들어서 내년까지 시행 할 예정임. 실제 비행점검 후 운영 투입 계획.
- ILS 설치가 안되는 공항에 대해서 GBAS 설치가 가능한가? 또 국내공항에 ILS를 대신해서 GBAS를 설치하는 것이 효용성이 있는가? 향후 언제가는 ILS가 없어진다고 했을 때 기술소유의 측면에서 정책적으로 필요함.
- GLS가 MLS와 같이 되어버리는 것이 아닌가? GNSS 항법 체제로의 전환은 장기적으로 가는 것이 맞지만, ASBU에서 과제 중요도는 크지 않음. 아이템으로 발전할 필요성은 중요하지 않음. 보고서에 항우연 자문받아서 전체 계획이라던가 정리해서 넣을 것.

▪ WAKE

- 후류 분리 기준 축소는 항공기 탑재된 시스템에서 자동으로 반영하여 분리하여야 하기 때문에 최종 목적은 항공기가 자체적으로 전방 항공기와의 후류를 탐지하여 분리하는 것임.

- 과제 이행 전 경제성 평가가 필요함. 마찬가지로 선행연구를 수행하고, 효과가 있는지 판단한 후에 결정해야함.
- 그러나 뚜렷한 ICAO 기준이 없는 경우에 R&D로 수행했을 경우 리스크가 존재.
- 현재 국내 공항은 분리기준을 축소하여야 할 만큼 수요가 큰가? 일부 공항의 피크타임에는 필요가 있지만, 우리가 선제적으로 나아갈 필요는 없을 것으로 예상. 규정의 경우 변경된 ICAO 규정을 따르고, 센서같은 경우는 과제로 발전시켜 추진.
- 센서 개발의 경우 측풍 탐지 및 예측에 대한 센서를 개발하는게 가장 큰 부문인데 설령 국내업체가 개발한다고 해도 신뢰도이 문제가 발생함.
- ARTS 시스템에 표출이 필요. 항공기에 탑재하여 전방 항공기 후류 탐지 해본 사례가 있음. 이 내용을 ARTS 시스템에 표출할 수 있는 방안을 마련하는 것도 좋음.

▪ RSEQ
- NASA에서는 안전유지 시스템 내에서 Conflict Resolution Detection에 포함되어 수행되고 있음. RSEQ는 ASMGCS, ACDM과 직접적으로 연관됨. 현재 ASMGCS R&D를 추진중이므로 ASMGCS에서 빌드업 되면 SMAN으로 발전시킬 가능성이 있음.
- SURF는 진흥원에서 R&D 진행, RESQ AMAN은 국토부, DMAN 항우연(NASA협력, 내년)에서 진행 예정. 기존에 추진하는 것이 있기 때문에 추가 발굴 필요하지 않을것으로 예상.

▪ SURF
- ACDM, SURF, RESQ는 현재 너무 개별적으로 진행되고 있음. 이 세가지는 나중에 결국 한꺼번에 맞춰져야 할 퍼즐이기 때문에 초기부터 조합을 고려할 필요가 있음.

▪ ACDM
- 인천공항공사에서 R&D 진행 예정임.
- 아태지역 로드맵 수립시에 큰 규모 공항에 ACDM 구축하기로 합의
- ACDM 정책연구로 나아가서 향후 AMAN/DMAN하고 어떻게 연결하고 ATFM과 연결, 각 stakeholder간에 정보를 어떻게 제공하고 공유하는가에 대한

정책에 대한 연구가 필요함.

▪ RATS

- 공항은 비행장 설치 기준에 맞춰서 설치가 되지만 현재 만들어지고 있는 육상 비행장은 관리가 되지 않고 있음.
- 일부 공역은 경량항공기가 몰려있는 곳이 있음.
- 정부시책으로 레저산업을 활성화 하려하기 때문에 육상비행장에 대한 관리가 필요함.
- 따라서 관리 기준이 필요할 것으로 예상되므로 정책과제로 별도로 진행 필요함.

□ Optimum Capacity and Flexible Flights

▪ FRTO

- 정책적인 이슈이기 때문에 목표를 정해놓고 달성하는 타겟을 잡기는 어려움.
- 공역 사용에 관해서는 시스템 적인 측면보다 협의를 통해 이루어져야 하는 것이고, 정책을 누가 담당하고 있는가에 따라서 달라질 수 있는 내용이기 때문에 현재 국토부에서는 지속적으로 연구과제로 나아가고 있긴 하지만 정책적인 부분 이외에는 언급하기 어려움.
- 공역에 대한 부분은 점진적인 접근 방법을 필요로 함. 상황을 봐서 하나씩 풀어나가는 방향으로 진행이 필요함.
- 외국같은 경우는 MOA나 제한공역을 실시간개념으로 사용하고 있음. 예, 훈련이 없는 고도는 민에서 사용. 실시간 개념으로 정보를 교환하여 사용하지 않는 경우에는 오픈해주는 것.
- 현재 우리나라도 토, 일요일은 MOA를 민항에 허가 해줌.
- L512항로의 경우(일본과 협의 하여) 특정 시간대에는 합의서에 의해서 사용함. 단기적으로는 특정 시간대에만 활용하는 방향으로 추진 필요.
- FUA-국내 공역 내에서는 큰 효과 얻기 어려울 것이나 일본, 중국, 동남아 가는 항공로의 경우 효과가 클 것으로 예측됨.
- FUA의 가장 기본 개념은 바람을 따라 가는 것. 인접국가와 협력을 통해서 우리나라를 통과하는 항공기를 유리한 항공로로 유도해주는 것은 효과적임.

▪ ATFM

- 현재 2016운영을 목표로 진행중임. 제 2ACC와 동시 운영을 목표로 하며 ATFM 센터를 별도 건물로 구축하여 군, 항공사 등 이해관계자들을 상주시켜

운영하도록 설계.
- 국내 ATFM은 크게 의미가 없기 때문에 네트워크를 구축하는 방법을 제시하는 것이 필요함.
- 기술축적의 명분으로 R&D 추진이 가능함. (일본은 자체 개발 시스템 사용) ATFM은 운영개념이 강하게 들어가기 때문에 개념이 바뀔때마다 업그레이드를 해줘야 하기 때문에 원천 기술 확보가 필요함.
- ATFM은 보조 시스템이기 때문에 위험성이 낮음.
- 이것을 위해 무엇보다도 용량 스터디가 필요함. 용량 정의, 산정 방법 등.
- 기 계획되어 있는것은 장비 구축이므로 현재 시스템은 도입 하고 국내 개발은 별도 R&D로 진행 필요.

▪ ASUR,
- 항공기에 CDTI라는 디스플레이 장비를 달아야 함.
- ADS-B IN은 2020년 정도쯤 되어야 대부분 항공기에 장착될 것으로 예상.
- 일반 상업용 항공기 이외에 무인항공기에 들어가는 탑재장비에 대한개발은 아직 시장형성이 되지 않은 상태이므로 우리나라가 개발에 뛰어들 경우 시장성이 있을 것으로 예상.

▪ OPFL
- ITP: 대양항로에서 ADS-B가 장착한 항공기는 분리기준을 축소해서 고도변경이 가능함.
- 우리나라 공역에서는 직접적으로 관련은 없음.
- ADS-B IN 기능이 이제 항공기에 소개되고 있는 단계이기 때문에, 장착 항공기가 많지 않기 때문에 늦어질 것으로 예측됨

▪ ASEP
- 당장은 운영하기가 힘들지만 항공교통 체계가 바뀌는 개념이기 때문에 대응이 필요함. 기초연구라도 진행하는 것이 필요함.
- 일본의 경우 파일럿 항공사 지정해서 IM(Block 1)단계까지 수행하고 있음.

▪ SNET
- 정기 항공운송사업용 이외에 시계비행항공기용으로 접근이 효과적일 것으로 생

각됨.

- 정책과제로서 단기사업으로 추진이 가능. 제도화, 법령화 등.
- Alert에 대한 기초 연구가 필요함. 충돌 경보 기술은 원천기술이기 때문에 기술 확보 및 발전시킬 필요가 있음. R&D 보다는 기초연구과제로 추진이 바람직함

회 의 록	
행 사 명	Aviation System Block Upgrades 국내 적용을 위한 기본기획 연구 전문가 자문회의
개최일시 · 장소	2013년 12월 23일(금) 10:00~14:00 / 한국 항공진흥협회 회의실
토 론 인 원	- 원외: 국토교통부 김휘양 주무관 외 - 원내: 김준혁 부연구위원, 박보미 연구원
토론 내용	
❋ ASBU 국내 적용을 위한 과제 도출	

본 자문회의는 지난번 자문회의에 이어 ASBU PIA 2, PIA 4부분에 대한 검토 및 과제 도출

□ Globally Interoperable Systems and Data

▪ FICE

- FFICE는 Block 3까지 장기간에 걸쳐 진행되는 만큼 20년 후까지 예상해가며 발전 계획의 기초를 잡아야 하는 모듈임. 0단계에서는 지상관제기관간의 툴, 1에서는 출발 전 비행정보 툴, 비행계획과 비행계획간, 0, 1 단계에서 틀을 어떻게 잡아줄 것인가를 따져야 함.
- 이 단계가 검토를 할 때 Full FFICE 라는 개념을 가지고 단계별로 넘어가기 위한 준비를 해야 하며 비행에 관련된 전반적인 관계를 같이 볼 수 있는 틀이어야 함.
- FFICE는 SWIM에서 가장 핵심적인 정보 블록임. 비행계획(동계 스케쥴 등. 1년정도 이전) 항공기의 출발부터 도착까지 제반되는 정보가 하나의 틀에서 이용되고 저장되어야 함.
- 각 단계는 시간의 이슈가 아니라 flow의 개념임.
- FFICE를 위해서는 일단은 하드웨어적으로 깔아줘야 하는 망이 필요하고, 그 망을 바탕으로 개발할 수 있는 소프트웨어가 많을 것으로 예상됨.

- Block 0에서는 하드웨어가 필요함.

▪ SWIM

- PIA 2는 그 자체가 SWIM으로 구성됨.
- SWIM은 전체적인 미래 항공정보가 관리되고 공유되는 것.
- SWIM을 구축한다면 누가, 어떻게 공유할 것인가 등에 대해서 전세계적으로 어떻게 표준화 되고 있는지를 참고해서 진행해야 함.
- ATN을 어떻게 구성할 것이며, 어떻게 운영할 것이며, 어떻게 설치할 것인가에 따라서 그 정보를 운영하는 주체는 국가에서 가지고 있는 전체적인 로드맵을 알아야 하고, 그것을 바탕으로 어떤 것을 개발할 것인가를 논의해야함. 그러나 현재 SWIM 이행에 대한 자체 로드맵이 없기 때문에 SWIM에 대한 로드맵을 반드시 수립해서 그에 따라서 수행할 필요가 있음.

▪ DAIM

- 현재 eTOD 만 남아있으므로 이행에 문제 없음.

▪ AMET

- 공항에서 항공기가 입출항 할 때, 항로상에서 악기상이 발생할 때 범위가 얼마나 되고, 시간은 얼마나 되며, 계절적인 문제 등 고려해야 할 사항을 공역 운영 방안과 연계하여 어떻게 활용할 것인가에 대한 틀이 필요함.
- 기상정보를 이용하여 공항의 용량을 어떻게 늘릴 것인가에 대한 고민 필요. 기상정보를 이용한 탄력적인 운영을 통해서 얻을 수 있음. 따라서 기상정보를 이용한 의사결정에 이용될 수 있는 툴이 필요.
- 현재 기상청 로드맵이 나와 있기는 하지만, 이것은 항공기상청 자체의 시스템 업그레이드의 성격이 강함. 따라서 기상청과 연계되는 시스템을 개발하는게 필요함. R&D 가능.
- 정보를 시스템화해서 제공해주고, 의사결정을 지원해줄 수 있는 툴로 개발 가능. 항공사 입장에서는 공항에 이착륙 의사결정을 지원하는 툴도 필요. 또한 관제사의 경험에 의해 결정되는 것들을 정보의 통합을 통해서 전략적인 운영을 할 수 있도록 시스템화 할 수 있음.
- 현재 기상장비의 한계를 인정하고, 우리가 알 수 있는 정보를 최대한으로 이용할 수 있도록 하는 방향으로 개발하는 것이 필요.
- 시계비행에 대한 기상정보 제공(향후 개발내용). 항공기를 통한 정보 수집

(ADS-B)을 통해 항로상의 이슈를 판단해 낼 수 있음.

- 관제기상으로 초점을 맞춰서 기획연구로 제안. 양질의 정보를 공유하는것 부터가 첫걸음.

□ Efficient Flight Path

▪ TBO

- TBO의 기본 조건은 data 통신임. 관제기관에 항공기에 대한 정보가 모두 들어갈 수 있어야 함. CDO나 CCO에 초점을 맞춰서 추진하기보다는 TBO를 추진하면서 CDO와 CCO를 수행해 나아가는 방향으로 설정하는 것으로 추진.
- Full TBO를 이행하기 위해서는 데이터를 이용한 통신과 감시가 필요함.
- B0에서는 TBO 이행을 위한 통신감시 인프라 구축이 필요. 대한항공은 B777, A330같은 주력기는 데이터 통신이 가능함.
- TBO는 타겟의 개념이며, 공역관리가 같이 생각되어야 하는 개념임.
- 데이터 통신은 데이터로 처리되는 대량 정보의 고속처리 측면에서 필요하며, 정보의 축적 측면에서도 필요함.
- 4D 운영에 대한 기획연구 R&D 필요.
- data를 이용한 택시정보 제공은 영어를 사용하지 않는 승무원들에게 매우 좋은 효과를 줄 수 있으며 현재의 기술로도 구현이 가능함.
- CPDLC R&D를 위해서 ATN망의 구축이 필요. 현재 항공기 자체로는 ATN 망으로 진행 불가. 유럽을 벤치마킹 할 필요가 있음.

회 의 록	
행 사 명	Aviation System Block Upgrades 국내 적용을 위한 기본기획 연구 T/F 보고서 검토 회의
개최일시 · 장소	2014년 2월 28일(금) 15:00~19:00 / 한국항공진흥협회 회의실
토 론 인 원	- 원외: 국토교통부 김무원 사무관, 김휘양 주무관, 서울지방항공청 곽수민 주무관, 한국항공진흥협회 강현우 수석 연구원 - 원내: 김준혁 부연구위원 외
토론 내용	
❋ ASBU T/F 보고서 협의	
□ ASBU T/F 보고서 재검토 및 목차 생성] - 기존의 항행안전시설 중장기 종합발전 기본계획 및 중장기 항공안전 종합계획 포맷을 참고 할 것 - 목표치에 대한 선언이 있으면 좋겠으나 현실적으로 이번 보고서에는 담기 어려우므로 NARAE를 참고하여 수록 - 보고서는 너무 길지 않게 되도록 간략하게 요약해야 함 - 3월 19일 TF회의 예정이므로 이전에 샘플 작성하여 국토부와 협의하고 수정하는 방향으로 진행 - TF에서는 검토 및 수정방향을 제시하는 정도로 진행함 - 블록의 타임라인에 맞추어 단기, 중기로 제시함. - 법정계획으로 지정되도록 하여 중장기 계획을 수립하고 해마다 수정하는 형태의 진행이 필요함 - 추진단 및 추진 체계는 정부, 연구기관, 학계, 산업계, 군 등의 관련 종사자가 모두 포함될 수 있는 형태로 추진함이 필요함 - 목차 생성 협의. 다음은 보고서 작성을 위해 수정 협의된 목차임	

· 제1장 배경

- 1.1 수립배경(ICAO, 선진국 예시), 성격, 주요내용, 범위 등

· 제2장 현황

- 2.1 항공교통여건의 변화, 미래 항행 시스템 체제로의 변화, 국내 외 ATM 관련 정책 사례 (PBN, AIM 등)

· 제3장 목표 및 추진전략

- 3.1 비전 및 목표에 대한 서술

- 3.2 ASBU 성능 개선 영역에 따라 전체적인 서술

- 3.3 ASBU B0, B1단계를 모듈별로 세부추진계획 및 전략기술, B0단계는 단기로, B1 단계는 중기로 설정함

· 제4장 추진방안

- 4.1 추진체계: 추진단 및 추진체계 구성방안 서술

- 4.2 핵심기술 국내개발 과제: R&D로 발전시켜야 하는 과제에 대해 서술

· 제5장 결론

- 5.1 미래 항행 시스템 체계 로드맵 작성

- 5.2 ASBU 각 모듈간의 연관도 필요

회 의 록	
행 사 명	Aviation System Block Upgrades 국내 적용을 위한 기본기획 연구 제 4차 실무전담팀 회의
개최일시 · 장소	2014년 3월 20일(목) 14:00~16:00 / 국토교통부 세종청사 433호
토 론 인 원	- 원외: 국토해양부 항공관제과장 외 실무전담팀 - 원내: 김준혁 부연구위원, 윤성민 · 박보미 연구원
토론 내용	
❋ 미래 항공교통전환계획(ASBU) 제 4차 실무전담팀 회의	

□ 회의 결과

○ (KOTI) 국내 · 외 시스템 개발 현황 및 ICAO 이행계획을 분석하여 국내 ASBU 추진계획(안) 보고(4개 추진전략 및 21개 관리과제, 붙임 1참조)

- B_0('13~'17) 및 B_1('18~'22) 단계*까지 이행될 세부 추진 과제, 로드맵 및 전체 항공분야를 포괄 · 선도할 수 있는 추진체 구성방안** 제시

* 당초 단기(B_0, ~'17년)계획 수립을 목표로 하였으나 ICAO에서 정한 B_0 단계 계획을 이미 달성 또는 진행하고 있어 목표치 상향

** (구성) 위원회 및 워킹그룹(정부, 공항, 연구소 및 학계, 항공사 등)으로 이원화
(역할) ASBU 이행현황 관리, 추진계획의 주기적 검토 및 新 과제 발굴 등

○ (실무전담팀) ASBU 계획은 주변 여건, 환경 등에 따라 지속 검토 · 발전되어야 함을 인식하고, 보고된 추진계획(안)에 대한 검토 진행

- (목표) 사고율, 교통량 및 지연율 등 개선분야의 구체적 목표 제시
- (예산) 과제별 총 소요 예산 및 기간별 세부예산의 예측 · 제시
- (일정) 진행중인 사업 및 국제기준의 개정 계획을 재분석하여 보완

□ 향후 계획

○ 제5차 실무 전담반 회의(최종 보고) 개최('14.4월 초 예정)

○ ASBU 추진계획(안)의 총괄 전담팀 보고('14.4월 말 예정)

회 의 록	
행 사 명	Aviation System Block Upgrades 국내 적용을 위한 기본기획 연구 제 5차 실무전담팀 회의
개최일시 · 장소	2014년 4월 24일(목) 14:00~16:00 / 국토교통부 세종청사 629호
토 론 인 원	- 원외: 국토해양부 항공관제과장 외 실무전담팀 - 원내: 김준혁 부연구위원, 윤성민 · 박보미 연구원
토론 내용	
❋ 미래 항공교통전환계획(ASBU) 제 5차 실무전담팀 회의	

□ 회의 결과

○ 제4차 실무 T/F 회의('14.3.20)에서 제기된 의견을 반영한 국내 ASBU 추진계획* 최종(안) 보고(KOTI)

* B_0('13~'17) 및 B_1('18~'22) 단계까지 이행될 세부 추진 과제, 로드맵 및 전체 항공분야를 포괄 · 선도할 수 있는 추진체 구성방안 제시

○ 일부 과제(원격조정 항공기*, 통합정보체계 등)에 대해서는 관련 기관(국방부, 기상청 등)과 일정 조정 및 협업 방안 보완 필요

* 국방부에서는 '18년부터 원격조정 항공기(블랙호크 급)를 운영 예정이므로 원격조정 항공기 운영에 대한 관련 법규 및 표준절차의 우선적 도입 필요성을 언급

○ 현황 등 재검토가 필요한 과제(관제시스템의 안전경보 기능, CPDLC*활용)에 대해서는 재검토 후 계획 변경 또는 추진 여부를 결정

* CPDLC(Controller-Pilot Data Link Communication, 관제사-조종사 간 데이터 통신)

○ 각 관리과제에 대한 추진 및 이행관리를 위해 주관 및 협조부서를 구분하고 부서별로 과제 배정

○ 추진계획에 대한 전체적 이행현황 관리, 주기적 검토 및 新 과제 발굴 등을 위한 통합 추진위원회 구성 필요

□ 향후 계획

○ 과제별 담당부서 배정 및 ASBU 추진계획(안) 보고('14.5)

○ 미래 항공시스템(ASBU) 추진위원회(가칭) 구성방안 마련('14.6)

부록 4. ASBU 이행 추진 실무 전담반 명단

연번	구 분	소 속	직책/직위	성 명	비 고
1	국토부	항공관제과	과장	정의헌	분과장
2		항공정책과	사무관	오성운	
3		항행안전팀	주무관	신정옥	
4		운항정책과	사무관	이호진	
5		항공관제과	사무관	김무원	분과간사
6		공항환경안전과	사무관	김세연	
7		항행시설과	사무관	강훈	
8		서울지방항공청	사무관	이창수	
9		부산지방항공청	주무관	이금아	
10		항공교통센터	사무관	김진성	
11	국방부	공군본부	중령	김정훈	
12		공군비행표준단	사무관	윤병묵	
13	기상청	항공기상청	사무관	윤정빈	
14	공항공사	인천공항공사	계류장관제팀장	전광열	
15			레이더팀장	임강현	
16		한국공항공사	차장	강지석	
17	항공사	대한항공	차장	김도훈	
18		아시아나항공	과장	최용호	
19	연구 단체/협회	한국항공우주연구원	팀장	전향식	
20			선임연구원	전대근	
21			선임연구원	은연주	
22		한국교통연구원	박사	한재현	
23			박사	김준혁	
24		국토교통과학기술진흥원	실장	백승훈	
25		한국항공진흥협회	책임연구원	정형훈	
26			책임연구원	강현우	
27		항행안전시설기술협회	지부장	김서원	
28		GMK	대표	김영기	
29	학계	항공대학교	교수	백호종	
30			교수	이금진	
31		한서대학교	교수	김웅이	
32		인하대학교	교수	이학태	

[별첨 보고서]

Aviation System Block Upgrades 국내적용을 위한 기본 기획 연구

항공기 출발 및 도착 통합관리 기술 연구

주관연구기관 / 한국교통연구원

국 토 교 통 부
국토교통과학기술진흥원

<표지 뒷면>

주 의

1. 이 보고서는 국토교통부에서 시행한 건설교통연구기획사업의 연구보고서입니다.

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

3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개가 금지됩니다.

목 차

1. 연구개발 필요성 ····· 1

2. 국내 외 기술 동향 및 환경 분석 ····· 6

가. 국내 기술 동향 ····· 6

나. 국외 기술 동향 ····· 7

3. 주요 내용 및 추진 전략 ····· 11

가. 주요 내용 ····· 11

4. 핵심기술요소(CTE) 선정 및 기술성숙도(TRL) 목표 ····· 16

가. R&D 유형 분류 ····· 16

나. 단계별 기술성숙도(TRL) 분류 ····· 17

다. 핵심기술요소(CTE) 선정 ····· 19

라. 기술성숙도 목표 설정 ····· 21

마. 핵심기술요소(CTE) 선정 및 기술성숙도(TRL) 목표추진 전략 ····· 24

바. 연차별 기술 및 성과 로드맵 ····· 25

사. 활용방안 및 기대효과 ····· 26

5. 사전타당성 검토 ····· 27

가. 정책적 타당성 ····· 27

나. 기술적 타당성 ····· 30

다. 경제적 타당성 ····· 31

6. 소요예산(연차별 예산) ····· 43

가. 소요예산 산정 방법 ····· 43

7. 과제제안요구서 ····· 54
가. 과제제안요구서(RFP) ····· 54
나. 평가기준 ····· 64

표 목차

[표 1] 접근관제소별 교통량 ····· 2
[표 2] 기술성숙도 적용 절차 ····· 16
[표 3] R&D 유형 분류 ····· 17
[표 4] 건설교통R&D 유형별 TRL 정의 ····· 18
[표 5] 핵심기술요소 후보 ····· 19
[표 6] 핵심 기술요소(CTE) 선정 ····· 20
[표 7] 핵심기술요소(CTE) 목록 ····· 21
[표 8] 시스템 유형 연구개발사업의 TRL 단계별 세부 설명 ····· 22
[표 9] 기술성숙도(TRL) 단계별 목표 ····· 23
[표 10] 기관별 역활 ····· 24
[표 11] 연차별 기술 성과 로드맵 ····· 25
[표 12] 경제적 타당성의 기본 전제 ····· 35
[표 13] SARDA 시스템의 편익 추정치 ····· 37
[표 14] 인천공항 출발 항공기 교통량 예측 ····· 39
[표 15] 출발 관리 시스템 적용 후 예상 효과 ····· 40
[표 16] 연료 감소량 발생 편익 ····· 40
[표 17] 비용-편익 및 순현재가치 분석 ····· 42
[표 18] 경제성 분석 결과 ····· 42
[표 19] 항공기 출발 및 도착 통합 관리 기술 연구 개발비 ····· 44

[표 20] 연차별 인력 투입 계획 ····· 45
[표 21] 공기 출발 및 도착 통합 관리 기술 연구 연구개발비 ····· 46
[표 22] 인건비 산출 기준 ····· 47
[표 23] 인건비 산출 ····· 48
[표 24] 연구 시설 및 장비비 산출 ····· 49
[표 25] 시작품 제작비 산출 ····· 50
[표 26] 여비산출 ····· 51
[표 27] 수용비 및 수수료 산출 ····· 51
[표 28] 기술정보활동비 산출 ····· 52
[표 29] 연구수당 산출 ····· 52
[표 30] 간접비 산출 ····· 53
[표 31] 연차 및 단계별 성과평가 방법 ····· 65

그림 목차

[그림 1] 수도권 지역 상공의 공역 구조 ····· 1

[그림 2] 주요 접근관제소 교통량 ····· 2

[그림 3] 항공기 출발관리 흐름 예시 ····· 3

[그림 4] 항공기 도착관리 시스템 프로토타입 레이더 전시 화면 ····· 6

[그림 5] 유럽내 항공기 도착관리 툴 이용 현황 ····· 7

[그림 6] OSYRIS 프로세스 예시 ····· 9

[그림 7] SMAN/DMAN 통합 운영 개념 ····· 13

[그림 8] 단계별 기술성숙도 분류 ····· 17

[그림 9] 연구 추진체계 ····· 24

[그림 10] 성과평가 체계 및 진행도 ····· 64

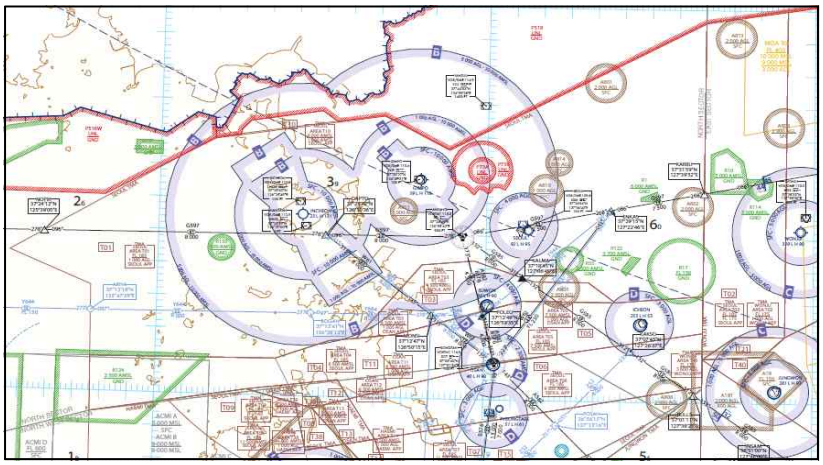
상세기획 - 항공기 출발 및 도착 통합관리 기술 연구

1. 연구개발 필요성

○ 기존의 항공교통관제절차에서는 공항이나 주변공항의 혼잡시 관제사의 능력에 따라서 출발 항공기의 지상대기, 도착항공기의 공중 지연과 같은 방법을 사용하여 출·도착항공기의 흐름을 관리하였음

○ 그러나 이러한 교통량 흐름 관리 방법은 관제사 개인별 기량에 따른 차이가 매우 크고, 공중에서 항공기가 관제사의 레이더 벡터에 따라 유도되기 때문에 관제사의 업무량을 가중시키며, 출발항공기의 경우 게이트에서 푸시백(Push back) 후 활주로 및 유도로 상에서 대기해야하는 비효율적인 측면을 갖기 때문에 최적의(Optimal) 해법을 제시하기가 어려웠음

○ 우리나라의 경우 국내 최대 교통량을 담당하고 있는 인천국제공항과 김포국제공항이 매우 근접해 있어 실제로 공역 구조상 하나의 공역을 사용한다고 해도 무방할 정도이며, 해당 구역은 북으로는 군사 북방 한계선과, 서울시내 상공의 P73A, P73B의 비행 금지 공역을 포함하고 있어 공역 사용이 용이 하지 않은 상황임



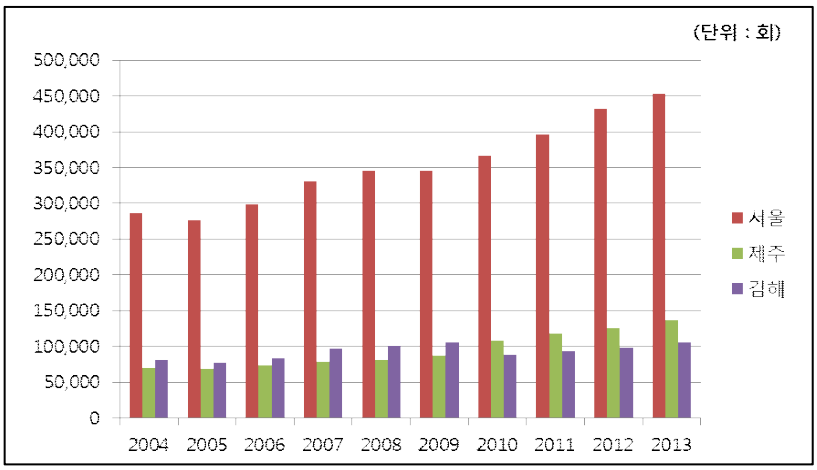
[그림 1] 수도권 지역 상공의 공역 구조

자료 : AIP, Enroute Chart

○ 또한 이 두 공항을 출·도착 하는 대부분의 항공기들의 교통흐름은 항공로 진입을 위해 중간에 병합되거나 하나의 항공로에서 분리되어 나오는 경우

가 많아 두 공항을 이용하는 항공기의 교통흐름은 상호간에 매우 많은 영향을 받고 있는 실정임

○ 과거 10년간 우리나라 주요 접근관제소(서울, 제주, 김해)의 교통량 처리량을 살펴보면 인천국제공항과 김포국제공항을 관할하고 있는 서울접근관제소의 교통량이 월등히 많은 것을 볼 수 있음



[그림 2] 주요 접근관제소 교통량

(단위: 회)

구분	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
서울 접근 관제소	286,225	276,463	298,558	331,487	346,318	346,323	367,104	396,044	432,026	453,237
일평균	784	757	818	908	949	949	1006	1085	1180	1242
증감율 (%)	-0.5	-3.4	8	11	4.5	0	6	7.9	9.1	4.9
제주 접근 관제소	70,313	68,716	73,518	78,271	80,775	86,986	108,521	117,934	125,790	136,675
일평균	193	188	201	214	221	238	297	323	344	375
증감율 (%)	-17.1	-2.3	7	6.5	3.2	7.7	24.8	8.7	6.7	8.7
김해 접근 관제소	80,501	77,908	83,611	97,712	100,613	105,199	88,537	92,857	98,892	105,323
일평균	221	213	229	268	276	288	243	254	270	288
증감율 (%)	-0.8	-3.2	7.3	16.9	3	4.6	-15.8	4.9	6.5	6.5

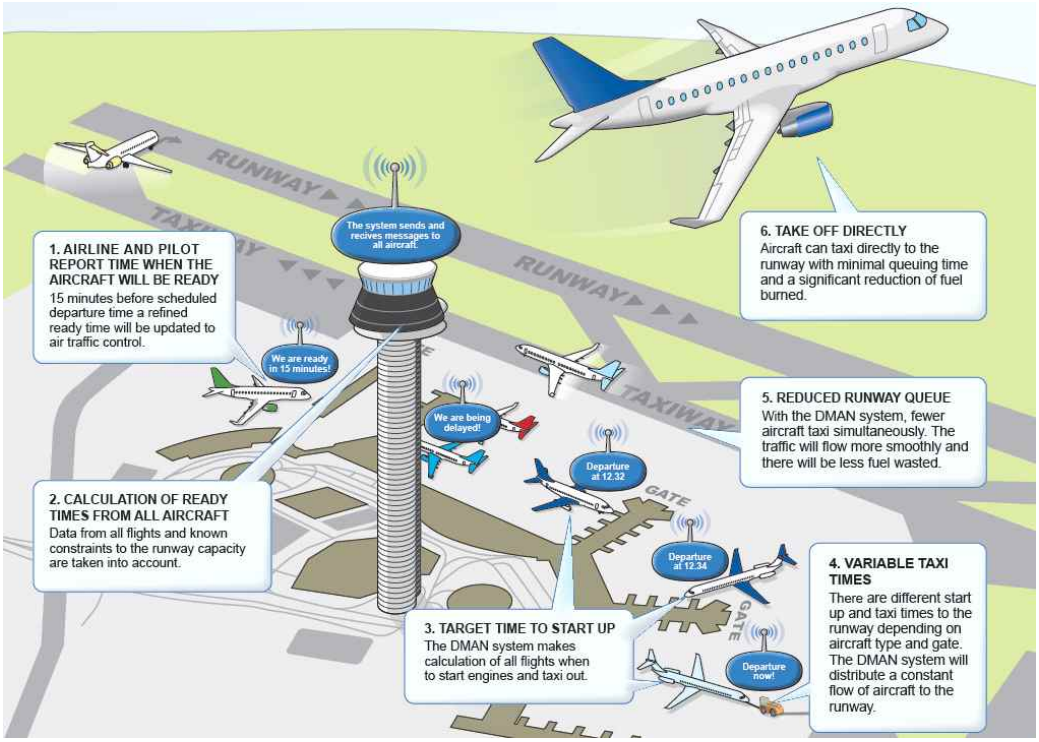
[표 1] 접근관제소별 교통량

자료 : 국토교통통계누리

○ 항공기 출발 및 도착 관리 기술은 항로, 접근, 타워 관제사간에 항공기 도착과 출발 제어에 관련된 작업 부하를 분산 또는 지연시킴으로써 연료 소비를 최소화하고, 공역 및 활주로 용량 최적 활용 달성 가능

○ 항공기 출발 및 도착 관리 기술의 기본적인 운영 개념은 효율적인 교통량 분산을 위해 예상되는 지연시간을 계산하고 각 항공기에 분산시킨 후 항공로 상에 운항하고 있는 항공기나 지상의 출발대기 항공기에 각각 흡수시켜 공항주변의 공역에서 항공기 흐름이 부드럽게 출발 또는 도착할 수 있도록 관리하는 것임

○ 항공기 출발 관리 기술(Departure Management)은 활주로 용량과 터미널 공역을 최적으로 사용하기 위해 이륙항공기에게 지체(Delay) 없고 안전한 이륙 스케쥴과 항공기 궤적을 제공함으로써 출발 교통량을 최적으로 관리하기 위한 기술임



[그림 3] 항공기 출발관리 흐름 예시

자료: Luftfartsverket

○ 항공기 출발관리 기술은 보다 효과적인 항공기 순서배열(Sequencing)과 항행서비스 제공자의 의사결정을 돕기 위한 최적화된 미터링, 스케쥴링 기능

을 제공함으로써 출·도착 교통량의 기본적인 배열관리(Queue management)를 제공하는 것을 목표로 함

○ 항공기 출발 관리 기술은 특히 대형 공항 주변의 혼잡공역이나 대도시의 공항 밀집 지역에서 공역이 중첩되어 있는 경우, 항공기의 궤적 예측을 통해 운항 안전성을 확보하고, 공중 및 공항 내에서 지상 활주 중 발생할 수 있는 지연을 최소화하여 항공기 운항 효율성을 증대하기 위해 필요함

○ 출발관리(DMAN)는 출발관리는 시간 기반의 미터링을 이용하여 터미널 공역 내 교통흐름 상황에 최적화된 출발허가를 발부하며, 지상에서의 활주시 대기열 최소화를 위한 지상교통 관리(SMAN)를 포함 또는 연계하는 개념임

○ 특히 인천국제공항과 김포국제공항은 중국 상하이 FIR과 매우 인접해 있으므로 국내 공역의 특성상 국제선 항공편 출발시 중국 측의 공역 상황에 따라 항공기 흐름이 구애 받는 경우가 많이 발생하므로 국내에서의 출발 관리 연구는 이러한 공역 특성을 구속조건으로 고려하여 최적화할 필요 있음

○ 항공기 도착관리(Arrival Management) 기술은 도착 항공기들의 순서배열과 시간을 지속적으로 계산하여 도착항공기들에게 최적화된 도착 순서를 제공함으로써 공역 활용능력과 활주로 수용량 향상시킬 수 있음

○ 항공기 순서배열은 항공기가 접근참조지점(Reference approach fix)에 도착하기 전까지 감소시켜야 하는 시간을 제공하여 비행 효율성을 높이고 공중에서 체공하는 횟수 및 시간을 감소시킴

○ 국내에서는 도착관리의 경우 출발관리에 비해 그 개념과 용도가 먼저 명확화 되었으며, 도착관리를 위한 관제지원시스템 구축이 국토교통부의 발주하에 용역사업으로 진행되고 있으며, 인천공항의 레이더 관제시스템 개량사업에도 도착관리시스템이 포함되어 있음

○ 그러나 미래 교통상황에서는 개별 공항을 대상으로 하는 도착관리만으로는 항공교통 흐름의 효율화를 이루기가 힘들며, 공항을 기준으로 In-Bound 항공기들의 지연 흡수를 En-Route 상에서 소화하고, 인접 En-Route 상의 교통상황을 고려하여 Out-Bound 항공기들의 출발을 관리하는 형식의 출발관리/도착관리의 연계운영이 필요함

○ 또한 ICAO에서 제공하는 ASBU 이행 계획에서는 항공기 출발 및 도착관리 기술과 관련하여 Block 0 단계에서는 각각 독립적인 출발관리와 도착관리 자동화를 목표로 하며, Block 1 단계에서 도착관리의 확대 적용 및 출발관리 및 지상관리(SMAN)의 통합, Block 2 단계에서 완전한 출·도착 관리 시스템의 통합 운영을 목표로 하고 있음

○ 따라서 보다 완전하고 통합적인 미래 시스템 운영을 위해서는 항공기 도착관리 기술 연구 속도와 병행하여 항공기 출발관리 기술에 대한 연구를 수행하는 것이 필요하며 의 향후 두 기술을 통합 운영하는 기술에 대한 연구도 요구됨

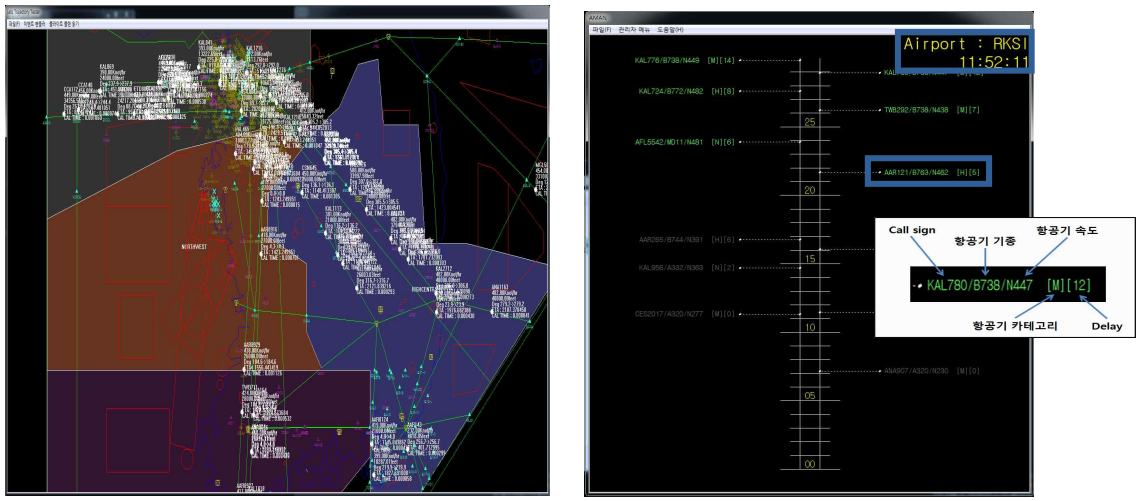
2. 국내 외 기술 동향 및 환경 분석

가. 국내 기술 동향

○ 현재까지 국내에서 항공기 출발관리 기술과 관련하여 본격적인 연구는 진행된 바가 없으며, 학계 및 연구기관에서도 항공기 출발관리 기술 기초연구에 대한 관심과 수행이 미흡한 실정임

○ 국내에서는 2012년, 2013년에 걸쳐「성능기반항행(PBN) 전환용역」을 통해 항공기 도착관리 기술 중 하나인 포인트 머지(Point Merge) 절차를 인천, 제주 국제공항 표준터미널접근절차(STAR)에 수립하였음

○ 2013년에는 「성능기반항행(PBN) 전환용역」의 세부 연구 중 하나로 「도착관리시스템(AMAN) 구축을 위한 프로토 타입 개발」을 통해 항공기 도착관리 연구를 처음으로 수행하였음



[그림 4] 항공기 도착관리 시스템 프로토타입 레이더 전시 화면

자료 : 국토교통부, 제 4차 성능기반항행(PBN)전환 용역

○ 2014년 현재 국토교통부를 통해 「도착관리(AMAN) 시스템 구축 용역」을 발주하였으며 제주공항에 도착하는 항공기를 대상으로 시스템 구축 용역이 착수된 상태임. 향후 본 시스템은 항공교통센터 및 제주공항에 설치 · 운영될 예정임

○ 이와는 별도로 인천공항에서는 레이더관제시스템(ARTS) 개량사업을 통해 시스템 상에 출·도착관리 기능을 구축하고, 향후 인천공항 3단계 A-CDM 준공(2017.9.) 이후에 전 시스템을 연계하여 운영하는 것을 추진하고 있음

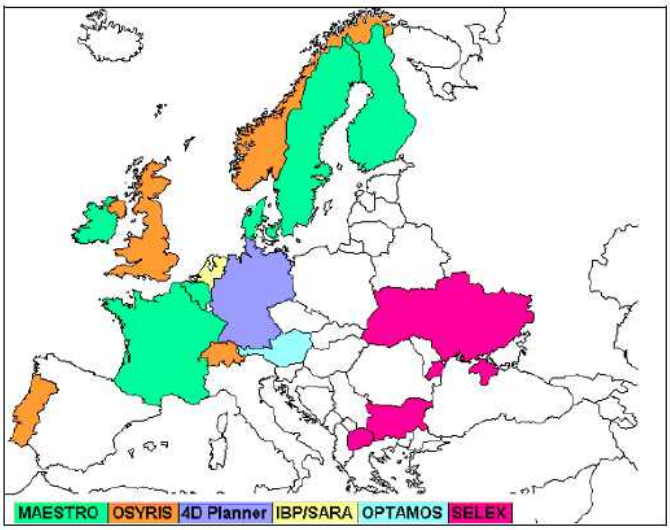
○ 항공기 출발관리 기술의 중요한 구성요소 중 하나인 지상관리(SMAN)에 대해서는 2013년부터 국토교통기술 연구개발 사업인「항공기 지상이동유도 및 통제시스템(A-SMGCS) 개발」연구를 통해 일부가 진행 중에 있음

나. 국외 기술 동향

1) 유럽

○ 항공기 출발관리 연구는 Eurocontrol이 DLR[1)]과 공동으로 2000년 DMAN 프로토타입을 개발한 이래 연구기관과 기업을 중심으로 많은 연구가 진행되었으며, 샤를드골공항 등 유럽 주요공항에 배치, 운용 중에 있음

○ 항공기 도착관리 연구는 1990년대 후반부터 연구가 활발하게 진행되었으며 벨기에, 덴마크, 프랑스, 영국 등 일부 국가에서는 실제로 공항에 항공기 도착관리 시스템을 도입하여 기본적인 AMAN을 이행 중이거나 이행 계획을 가지고 있음



[그림 5] 유럽내 항공기 도착관리 툴 이용 현황

자료 : Eurocontrol, Arrival Manager

1) German Aerospace Center

○ 항공기 대기열 관리를 통한 도착관리 지원 툴로서 MAESTRO, OSYRIS, 4D Planner, IBP/SARA, OPTAMOS, SELEX 등의 프로그램이 개발 되어 유럽 내 여러 공항에서 이용 중이며 이 중, MAESTRO와 OSYRIS는 항공기 출발관리와 도착관리를 통합하여 지원이 가능함

가) MAESTRO

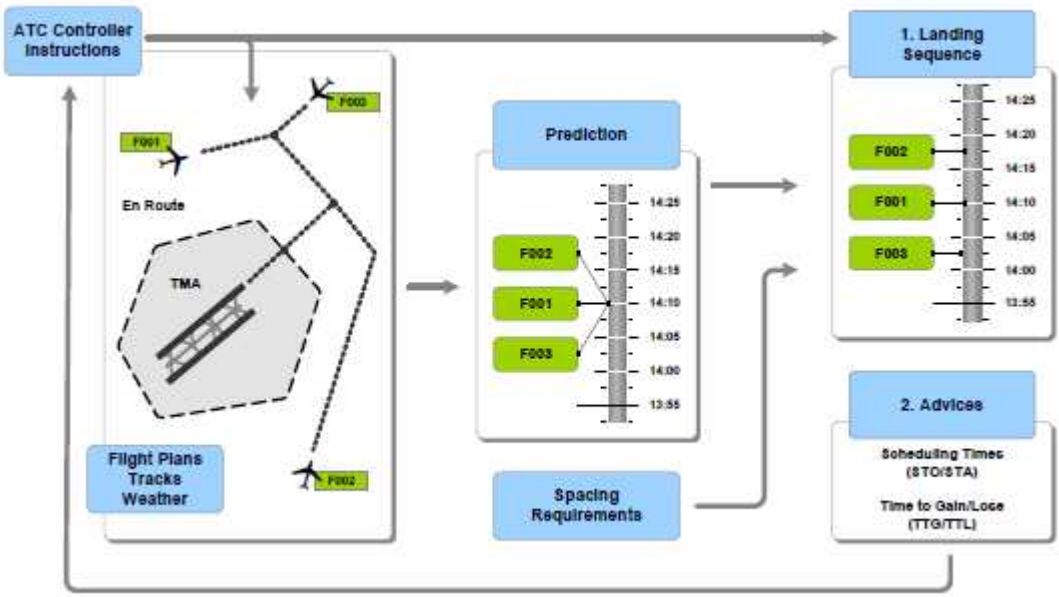
- 프랑스 Egis Avia사와 DSNA(French Air Navigation Service Provider가 합작으로 개발한 프로그램으로 항공기 도착관리 및 출발관리가 모두 지원 가능한 항공기 순서배열(Sequencing) 지원 도구임

- 1990년대 초 개발이 시작되어 1996년 첫 AMAN 프로그램을 코펜하겐 공항에서 사용하였으며, 2008년부터 AMAN과 DMAN 서비스를 모두 제공하고 있음
- 이용 공항은 코펜하겐공항을 비롯하여 10개국(France, Denmark, Finland, Suede, Ireland, Australia, South Africa, Thailand) 17개주요 공항이며 프랑스 (Lyon, Paris Charles de Gaulle, Paris Orly), 벨기에, 대만에 설치 예정임

나) OSYRIS

- 벨기에 BARCO사에서 개발한 프로그램으로 궤적예측(4D Trajectory Prediction)를 통한 도착관리(Arrival Manager), 출발관리(Departure Manager)를 제공하며 출발 미터링(Depature Metering), 지상관리(Surface Manager), 통합흐름관리(Collaborative Flow Manager) 기능을 수행 가능

- Eurocontrol, Changi 공항, Stuttgart 공항, Oslo 공항, Hong Kong 공항, Airways New Zealand 등에서 OSYRIS 프로그램을 이용하여 공항 이용 효율에 향상에 대한 프로젝트를 진행하였음



[그림 6] OSYRIS 프로세스 예시

자료 : Eurocontrol, Arrival Manager

○ 2014년 현재, 파리, 취리히, 브뤼셀 등에서 HITL[2] 시뮬레이션을 통해 DMAN/SMAN, AMAN/DMAN, AMAN/DMAN/SMAN 등의 통합된 시스템에 대한 검증 수행 중임

2) 미국

○ FAA에서는 2009년 출발흐름관리(Departure Flow Management)의 프로토타입을 개발하였으며 미국 내 두 개 지역에서 출발 흐름 관리에 대한 시험 운용을 계획 중

○ 항공기 출발 관리는 JFK 공항이 4개월 간 활주로 보수작업으로 인해 일부 활주로를 폐쇄하였을 때 출발 항공기 대기열 관리를 통하여 많은 효과를 보았으며 이를 계기로 활주로 보수작업 후에도 지속적으로 항공기 대기열 관리를 운영 중에 있음

○ 미국 내 20개의 항로교통센터(ARTCC)에서는 시간기반 자동화 툴로서 TMA(Traffic Management Advisor)를 사용 중이며, 현재 RNAV/RNP 절차를 지원하는 터미널 미터링의 시뮬레이션을 수행 중임. 이는 2018년까지

2) HITL: Human-In-The-Loop

TBFM(Time Based Flow Management)에 통합될 것으로 예상됨

○ NASA에서는 유럽의 DMAN에 해당하는 SARDA(Spot and Runway Departure Advisor) 프로그램을 이용하여 미국 Dallas Fort Worth 공항(DFW)을 모델링한 후, 2012년 5월 NASA Ames Research Center에서 HITL 모의시험을 수행하였음

○ 그 결과 Medium Traffic(기준교통량의 1.2배)을 기준으로 항공기 대당 평균 3분(45%)의 지연 감소 효과를 얻을 수 있었으며, 대당 평균 45kg(22%)의 연료 감소 효과를 얻을 수 있었음

○ Heavy Traffic(기준교통량의 1.5배)으로 시나리오를 변경한 경우 항공기는 대당 평균 5.5분(60%) 지연 감소효과를 얻을 수 있었으며, 대당 평균 70kg(34%)의 연료 감소 효과를 얻어, 이를 금액으로 환산시 연간 약 740만 달러 절감 효과가 예상된다는 결론을 얻은 바 있음

○ 또한, 항로 공역 교통상황과 지상교통을 통합적으로 고려한 통합 출발 관리 시스템인 PDRC(Precision Departure Release Capability)에 대한 연구를 수행하였으며 현재 FAA에 기술 이전을 진행 중에 있음

3. 주요 내용 및 추진 전략

가. 주요 내용

○ 항공기 출발 및 도착 통합관리 기술 연구개발은 1단계인 “항공기 출발관리 기술연구(5년)”와 2단계 “항공기 출발 및 도착 통합관리 기술 연구(3년)”로 나누어 총 8차년에 걸쳐 수행하도록 함

○ 1단계인 “항공기 출발 관리 기술 연구” 단계에서는 기 수행되고 있는 항공기 도착관리 기술 연구와의 기술 개발 격차를 감소하여 향후 항공기 출발 및 도착 통합관리 기술 연구 단계에 접어들기까지 항공기 출발관리 기술과 도착관리 기술 연구가 병행하여 수행될 수 있도록 함

○ 2단계인 “항공기 출발 및 도착 통합관리 기술 연구” 단계에서는 앞서 수행된 항공기 출발관리 기술 연구와 도착관리 기술 연구 내용을 바탕으로 두 기술이 통합적 환경에서 동시에 적용되어 운영될 수 있는 기술 개발을 수행함

1) 1단계 : 항공기 출발 관리 기술 연구

○ 국내 항공교통 환경 분석 및 운용개념 수립

- 항로/접근/공항지상관리 관련 국내 운용 환경 분석
- 항공기 출발 및 지상 이동 관련 주요 마일스톤 분석
- 마일스톤 별 외부 시스템과의 정보 공유 체계 분석
- 출발 관리 운용개념 연구
- 사용자 및 시스템 요구사항 도출

○ 출발 스케줄링을 위한 공역 교통상황 모니터링 및 예측 기술 연구

- 항로공역 및 접근관제공역 교통상황 모니터링
- 정밀 궤적 예측을 통해 출발항공기의 합류 지점 및 합류 예상 시점에서의 공역 교통상황 예측
- 출발 항공기의 출발절차 및 합류 시점의 교통상황 고려한 출발관리 기법

연구

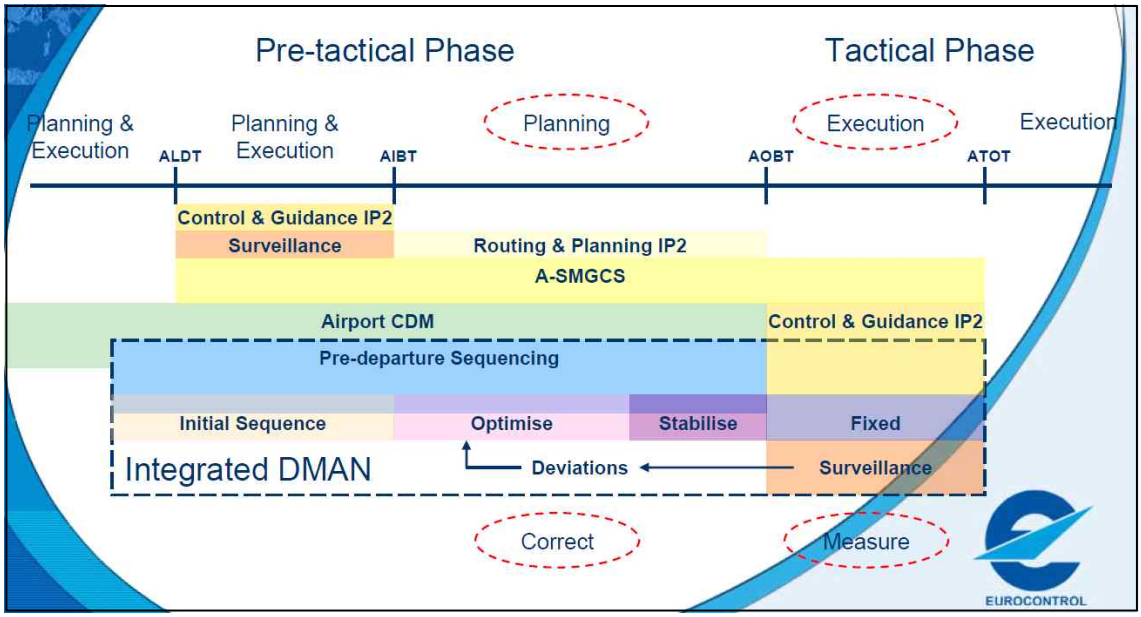
○ 출발 스케줄링을 위한 가변 활주 시간(VTT[3]) 정밀 예측 연구

- 지상운용환경 및 파라미터 분석(공항/활주로 배치, 항공기 종류, 과거이력, 운용조건 등)을 통한 VTT 정적 예측기술 연구
- 공항 지상감시기술 및 항공기 지상 이동경로 배정 기술을 이용한 VTT 정밀 동적 예측 기술 연구 (※ 기 수행 중인 A-SMGCS 연구개발 과제 성과와의 연계 또는 성과 활용 방안 제시 필요)

○ 출발 스케줄링 핵심 기술 연구

- 출발관리 주요 마일스톤 별 외부 시스템과의 정보(CTOT[4], EOBT[5], TOBT[6] 등) 연계 방안 수립
- 가변 활주 시간(VTT) 적용(공항 지상감시기술 및 항공기 지상 이동경로 배정 기술 통합)
- 합류지점의 공역 교통상황 예측 결과 및 항공기 간 분리 기준(예: 후류분리, SID[7] 분리) 등 최적화 구속조건 반영
- 대기열(활주로 및 주기장 출구 등) 최소화를 위한 최적 출발 순서, 출발 시각(TTOT[8]) 산출
- TSAT[9] 및 주요 지점 진입 시각 및 순서 결정
- 실시간 공항 지상 교통상황 반영하여 스케줄링 자동 변경

3) VTT: Variable Taxi Time
4) CTOT: Calculated Take-Off Time
5) EOBT: Estimated Off-Block Time
6) TOBT: Target Off-Block Time
7) SID: Standard Instrument Departure
8) TTOT: Target Take-Off Time
9) TSAT: Target Startup Approval Time



[그림 7] SMAN/DMAN 통합 운영 개념

자료 : Eurocontrol, DMAN integration in Airport CDM & A-SMGCS

○ 출도착 통합 관리를 위한 도착관리 시스템 기능 확장

- Point Merge(또는 일반 STAR) 절차를 활용한 접근관제구역 내에서의 도착관리 스케쥴링 및 관제 조언 생성
- 기 개발 구축된 도착관리 시스템(국토부 용역 성과) 시범운용 중 제시된 사용자 추가 요구사항 반영

※ 기 개발/구축된 도착관리 시스템(국토부 용역 성과) 활용

기 개발/구축된 도착관리시스템 (국토부 용역 성과)	출도착 통합 관리를 위한 도착관리 시스템 기능 확장
• ETA[10]는 도착공항 착륙 활주로 시작 지점까지 산출 • STA[11] 등 관제 조언은 TMA[12] 진입 지점까지만 생성	• Point Merge(또는 일반 STAR)를 활용한 TMA 내 관제 조언 정보 생성 • ETA 정확도 향상 방안 연구(실시간 기상정보 활용성 검토 등) • 기타 시범 운용 중 제시된 사용자 추가 요구사항 반영

○ 외부 시스템 연동 프로그램 개발

- 외부 입력 및 출력 데이터 정의
- 비행 계획 제공 시스템(AFTN[13], FDP[14] 등)과 연동
- 항적 제공 시스템(SDP[15], ASDE[16], A-SMGCS 등)과 연동
- 기타 연동 시스템 정의 및 연동

○ 사용자 프로그램 개발

- 관리자 및 관제석(계류장/지상/국지 관제)별 HMI[17] 개발
- 항공기별 각종 조언 정보 현시

○ 시스템 제어 및 모니터링 프로그램 개발

- 서버 프로세스, 통신 상태, 시스템 관리 기능
- 시스템 로그 및 사용 이력에 대한 조회 기능 등

○ 시험 평가 기술 연구

- Fast-Time 시뮬레이션을 통한 스케쥴링 알고리즘 검증
- 실제 교통상황과 유사한 시뮬레이션 시나리오 생성
- 생성된 시나리오 별 Fast-Time 시뮬레이션 수행 및 분석
- HITL 시뮬레이션을 통한 출발관리의 효용성 분석 및 도입에 따른 편익 평가
- 테스트베드 공항에서의 시범 운용

(※ 시험 평가 과정에서 국제 공동 연구를 통해 획득될 수 있는 기술 또는 툴을 적극 활용하도록 노력)

10) ETA: Estimated Time of Arrival
11) STA: Scheduled Time of Arrival
12) TMA: Terminal Maneuvering Area
13) AFTN: Aeronautical Fixed Telecommunication Network
14) FDP: Flight Data Processor
15) SDP: Surveillance Data Processor
16) ASDE: Airport Surface Detection Equipment
17) HMI: Human Machine Interface

2) 2단계 : 항공기 출발 및 도착 통합 관리 기술 연구

○ 운용개념 수립

- 국외 최신 기술동향 분석
- 국내현황 및 국내 항공교통상황 분석
- 항로/접근/공항관제 센터 간 교환 필요한 데이터 선별 및 활용 방안 연구
- 통합 운용 개념 수립

○ 출발 및 도착 통합관리 운용 기술 연구

- 출발/도착에 따른 공역 교통상황 정밀 예측
- 활주로에서의 출발/도착 교통량 밸런싱
- 접근관제구역 내 출도착 항공기간 간섭 최소화
- 활주로 및 공역의 동적 변경 및 재구성
- 통합 스케쥴링 알고리즘 연구

○ 통합 및 연동 시스템 구축

- 필요한 외부 입력 데이터 및 연동 시스템 정의
- 시스템 연동 방안 수립
- 인터페이스 설계/구현

○ HMI 및 시스템 모니터링/제어 프로그램 확장

- 관리자 및 관제석별 사용자 인터페이스 수정
- 시스템 모니터링 및 제어 기능 확장

○ 통합 관리시스템 시험 및 검증

- Fast-Time 시뮬레이션을 통한 통합 스케쥴링 알고리즘 검증
- Real-Time 시뮬레이션 시스템 구축
- HITL 시뮬레이션을 통한 출도착 통합관리의 효용성 분석 및 도입에 따른 편익 평가
- 현장 시범 운용

4. 핵심기술요소(CTE) 선정 및 기술성숙도(TRL) 목표

○ 기술성숙도(TRL: Technology Readiness Level)는 개발기술의 성숙도 또는 이행단계를 평가하기 위한 정량화된 측정지표로서 연구자-관리자-사업자간의 공통된 의사소통 수단으로 활용될 수 있음

○ 기술성숙도를 적용하여 관리함으로써 연구개발의 기획단계부터 사업화까지 단계별 기술 수준을 투명하게 제공할 수 있으며, Top-down 프로세스로서 사업자의 요구사항을 기획단계에서부터 반영이 가능 함

○ R&D과제 연구목표를 설정함에 있어 표준화된 기술성숙도(TRL)를 적용하여 사용함으로써 주관적이고 모호하지 않은 객관적이고 정량적인 목표 설정을 유도하고 핵심기술요소의 성능목표 달성여부를 관리하여 연구과제 핵심성과 중심의 관리를 지향하기 위함임

○ 기술성숙도 적용 절차는 먼저 국토교통 R&D 성과특성을 고려하여 기술성숙도 관리를 위해 5가지 분류 유형 중 R&D 유형을 선택하고, 해당유형에 따라 단계별로 기술 성숙도를 분류하며, 목표 연구개발 사업의 핵심기술요소를 선정한 후 기술 성숙도를 평가하는 절차로 이루어 짐



[표 2] 기술성숙도 적용 절차

자료 : 국토교통과학기술진흥원, 기술성숙도(TRL) 시범적용 방안

가. R&D 유형 분류

○ 국토교통과학기술진흥원의 기술성숙도(TRL) 시범적용 방안에서는 국토교통 R&D 성과특성을 고려한 기술성숙도 관리를 위하여 R&D 유형을 아래 표와 같이 5가지 유형으로 분류함

R&D 유형	정의	사례
시스템	다양한 장치와 소프트웨어 등이 결합하여 운영되는 R&D	철도, 공조시스템 등
공법·기법	기존과 차별화되는 제작 및 시공 방법 등을 제시하는 R&D	시공방법, 설계기법 등
재료·자재	기존 원료 및 재료를 대체할 수 있는 R&D	FRP, 강화 콘크리트 등
소프트웨어	특화된 요구를 충족시키는 소프트웨어 R&D	설계 프로그램, D/B등
장비·장치	기존과 달리 대체 또는 개선된 장비/장치 R&D	기계, 부품, 측정 장치 등

[표 3] R&D 유형 분류

자료 : 국토교통과학기술진흥원, 기술성숙도(TRL) 시범적용 방안

○ “항공기 출발 및 도착 통합관리 기술” 연구개발은 최적화된 항공기 출발 도착 관리 기능을 수행하기 위해 조직화되고 규칙적으로 상호 작용하는 구성요소들의 집합으로서 [표 3]을 참고하여 다양한 장치와 소프트웨어가 결합하여 운영되는 시스템 유형으로 분류함

나. 단계별 기술성숙도(TRL) 분류

○ 단계별 기술성숙도는 연구개발환경(실험실, 유사환경, 실제환경), 연구개발 결과물(시제품, 완제품), 기술수준(개념, 시현, 성능검증)에 따라 분류하는 기술성숙도로서 기초연구, 실험, 시작품, 실용화, 양산의 R&D 5단계와 9세부 단계로 분류할 수 있음



[그림 8] 단계별 기술성숙도 분류

자료 : 국토교통과학기술진흥원, 기술성숙도(TRL) 시범적용 방안

국가R&D사업 조사.분석 (국가과학기술위원회)		건설교통 R&D 사업			
단계	정의 (OECD)	TRL 단계			단계별 정의
기초 연구	특수한 응용 또는 사업을 직접적 목표로 하지 않고, 자연현상 및 관찰 가능한 사물에 대한 새로운 지식을 획득하기 위하여 최초로 행해지는 이론적 또는 실험적 연구	기초연구	1	【기초실험】 기본원리발견	·기초이론 정립 단계
			2	【개념정립】 기술개념과 적용분야의 확립	·기술개발 개념 정립 및 아이디어에 대한 특허 출원 단계
응용 연구	기초연구의 결과 얻어진 지식을 이용하여 주로 실용적인 목적과 목표 아래 새로운 과학적 지식을 획득하기 위한 독창적인 연구	실험	3	【기본성능검증】 분석과 실험을 통한 기술개념 검증	·실험실 환경에서 실험 또는 전산 시뮬레이션을 통해 기본 성능이 검증될 수 있는 단계 ·개발하려는 부품 또는 시스템의 기본 설계도면을 확보하는 단계 등
			4	【부품/시스템 성능검증】 연구실 환경에서의 Working Model 개발	·시험샘플을 제작하여 핵심성능에 대한 평가가 완료된 단계 ·3단계에서 도출된 다양한 결과 중에서 최적의 결과를 선택하는 단계 ·컴퓨터 모사가 가능한 경우 최적화를 완료하는 단계
		시작품	5	【장치/시스템 시제품 제작】 유사 환경에서의 Working Model 검증	·확정된 공법/재료/시스템의 실험실 시제품 제작 및 성능 평가가 완료된 단계 ·개발 대상의 생산을 고려하여 설계하나 실제 제작한 시제품 샘플은 1~수개 미만인 단계 ·경제성을 고려하지 않고 기술의 핵심성능으로만 볼 때, 실제로 판매가 될 수 있는 정도로 목표 성능을 달성한 단계
개발 연구	기초.응용연구 및 실제경험으로부터 얻어진 지식을 이용하여 새로운 제품 및 장치를 생산하거나 이미 생산 또는 설치된 것을 실질적으로 개선하기 위한 체계적인 연구		6	【시제품 성능평가】 유사 환경에서의 프로토타입 개발	·파일롯 규모(복수 개 ~ 양산규모의 1/10 정도)의 시제품 제작 및 평가가 완료된 단계 ·파일롯 규모 생산품에 대해 생산량, 생산용량, 수율, 불량률 등 제시 ·파일롯 생산을 위한 대규모 투자가 동반되는 단계 ·생산기업이 수요기업 적용환경에 유사하게 자체 현장테스트를 실시하여 목표성능을 만족시킨 단계 ·성능평가 결과에 대해 가능하면 공인인증 기관의 성적서 확보
		실용화	7	【시제품 신뢰성평가】 실제 환경에서 시제품 데모	·실제 환경에서 성능 검증이 이루어지는 단계 ·장치 및 재료개발의 경우 수요업체에서 직접 파일롯 시제품을 현장 평가(성능뿐만 아니라 신뢰성에 대해서도 평가) ·가능하면 KOLAS 인증기관 등의 신뢰성 평가 결과 제출 등
			8	【시제품 인증】 상용제품 시험평가 및 신뢰성 검증	·표준화 및 인허가 취득 단계
-	실용화/기술이전사업	양산	9	【사업화】 상용제품생산	·본격적인 양산 및 사업화 단계

[표 4] 건설교통R&D 유형별 TRL 정의

다. 핵심기술요소(CTE) 선정

○ 핵심기술요소(CTE: Critical Technology Elements)는 과제의 성패를 좌우하는 중요한 기술로서 개발 기술이 완성되기 위하여 충족되어야 할 필수기술을 의미함

- CTE는 기술개발 최종 목표의 성공여부를 결정짓는 소재나 부품, 시스템으로 그 자체로 시연이 가능하여 시험평가 항목에 대한 측정이 가능하여야 하며, 세부과제당 1개 이상 도출될 수 있음

○ 본 “항공기 출발 및 도착 통합관리 기술” 연구개발을 위 도출된 핵심기술요소는 아래 표와 같음

No.	CTE 명
후보 1	TMA Metering 기술
후보 2	Departure Scheduling 기술
후보 3	Surface Metering 기술
후보 4	외부 시스템 연동 기술
후보 5	Human-Machine 연계 기술
후보 6	시스템 제어 및 모니터링 기술
후보 7	항공교통관리 시뮬레이션 기술
후보 8	Arrival Scheduling 확장 및 연계 기술
후보 9	통합 시스템 최적화 기술
후보 10	시험평가 기술

[표 5] 핵심기술요소 후보

○ 위와 같이 선정된 10개의 핵심기술요소 후보는 관련 전문가 자문과 설문조사 작업을 통해 아래 [표 6]의 체크리스트를 통해 검토 되었으며, 체크리스트 검토 작업을 거쳐 총 10개의 핵심기술 요소가 도출되었음

체크리스트	후보1	후보2	후보3	후보4	후보5	후보6	후보7	후보8	후보9	후보10	비고
1. 이 기술이 사용요구조건, 비용, 일정 등에 직접적으로 영향을 미치는가?	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	반드시 충족
2. 해당기술을 개발하거나 시연하는데 중대한 (실패)위험이 예상되는가?											하나 이상 충족
3. 해당기술이 새롭거나 독창적인가	○	○	○					○	○	○	
4. 기존에 성공적으로 적용된 이후에, 이번에 개발시 변경된 기술인가?								○			
5. 해당기술이 유사환경에서 실현되도록 재개발되는가?				○	○	○	○				
6. 이 기술이 임의의 환경에서 작동할 것으로 기대되거나 당초의 설계 의도 혹은 규정된 성능을 뛰어넘는 성능을 달성할 것으로 기대되는가?	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
핵심기술요소(CTE) 선정여부	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	

[표 6] 핵심 기술요소(CTE) 선정

라. 기술성숙도 목표 설정

○ 전문가의 체크리스트 검토를 통해 도출된 아래 10개의 핵심기술요소는 아래의 [표 8]과 연구개발사업의 목표와 기술개발수준, 시장성 등을 고려하여 상용제품 시험평가 및 신뢰성 검증을 통해 표준화 및 인허가를 취득하는 단계인 기술성숙도 7단계를 최종 목표로 설정하였음

CTE	유형	CTE명	최종 TRL
1	시스템	TMA Metering 기술	TRL 7
2	시스템	Departure Scheduling 기술	TRL 7
3	시스템	Surface Metering 기술	TRL 7
4	시스템	외부 시스템 연동 기술	TRL 7
5	시스템	Human-Machine 연계 기술	TRL 7
6	시스템	시스템 제어 및 모니터링 기술	TRL 7
7	시스템	항공교통관리 시뮬레이션 기술	TRL 7
8	시스템	Arrival Scheduling 확장 및 연계 기술	TRL 7
9	시스템	통합 시스템 최적화 기술	TRL 7
10	시스템	시험평가 기술	TRL 7

[표 7] 핵심기술요소(CTE) 목록

○ 향후 연구 개발사업 진행시 연차별 사업성과 관리의 기준이 될 연차별 마일스톤 설정은 1단계 “항공기 출발관리 기술 연구”와 2단계 “항공기 출발 및 도착 통합관리 기술 연구” 개발 순서 및 일정에 따라 [표 9]와 같이 설정하였음

TRL 단계 정의		단계별 세부설명
TRL 1	기본적인 과학 원리 관찰 및 파악 단계 (순수이론단계)	가장 낮은 기술개발단계로 과학적 연구결과가 응용연구개발로 전환되기 시작하는 단계 개발하고자 하는 공법/기법 관련 기술의 개념이 정립됨. 관련 기술의 기본 속성에 관한 문헌연구나 물리적인 관찰을 토대로 한 실험적 연구 등이 포함됨.
TRL 2	기술적 응용개념 또는 아이디어 형성 단계	순수 아이디어에서 응용연구로 나아가는 단계 가능성이 확인되지 않은 공법/기법을 새로운 형태의 기술 개념으로 정의하고 제안함. 연구의 대부분은 관련 기술을 응용하기 위한 보다 구체적인 문헌 및 자료 분석으로 이루어지며 TRL 1 단계에서 관찰 된 기본원리를 규명하기 위한 실험적 연구의 설계로 발전됨.
TRL 3	해석적 연구와 실험적 연구를 통한 개별 요소의 기능과 특성 정립 단계	관련기술의 연구개발이 본격적으로 활발하게 진행되는 단계 개념 증명 또는 가능성 확인을 위해 실험실 환경에서 단위 요소기술에 대한 기초기술을 확보하는 단계 기술의 개념 및 문헌 연구 수준을 넘어 관련 개념을 기술적으로 구현하기 위한 실험적 연구를 수행 중요한 하위 시스템을 분석하고 필요할 경우 물리적 실험을 보완하는데 모델링과 시뮬레이션을 사용
TRL 4	실험실 환경에서 구성 시스템의 성능평가 및 신뢰성 시험 단계	개념 증명 또는 타당성 확인을 위해 구성 시스템을 시험하여 성능을 검증하는 단계 최종 운영 시스템/환경과의 차이점을 고려하여 실험실 규모의 테스트 결과를 분석
TRL 5	유사환경에서 구성시스템의 성능평가 단계	거의 모든 측면에서 최종 환경과 유사한 상태에서 개발 시스템의 기술 구성요소가 통합되고 기본적인 성능을 시험하는 단계 실험실 규모의 테스트 결과 및 실험실과 최종 운영 시스템/환경과의 차이점에 관한 분석을 포함 TRL 4단계, 즉 실험실 환경에 개발된 기술의 정확도와 신뢰도를 유사환경 하에서 향상시킴.
TRL 6	유사환경에서 시스템 프로토타입 모델의 신뢰성 및 안전성 평가 단계	개발 기술이 실제 현장에서 구현 될 수 있도록 발전시키는 단계 시스템 프로토타입은 실제 요구되는 모든 기능을 수행할 수 있어야 하며 적합한 신뢰도를 갖추었는지를 수요자 또는 고객의 실제사용 환경과 유사한 환경에서 검증 해당 시스템에 대한 특허 출헌이 이루어 짐.
TRL 7	시범운영을 통해 시스템 프로토타입의 실제 환경 사용 가능성 증명 단계	제한된 실제 현장에서 시스템 프로토타입의 시연이 이루어 짐. 유사환경과 실험실 환경에서의 테스트 결과 차이점에 대한 분석이 수행되어야 하며, 시험결과가 최종 결과물에 어떤 의미를 갖는 지에 대한 분석이 요구 됨
TRL 8	시스템 완제품의 제한된 실제 환경에서 사용 가능성 증명단계	해당 기술이 완제품의 형태로서 제한된 실제 환경 또는 예상되는 조건하에서 작동하는 지를 입증되는 단계로 사실상의 기술개발 종료 단계 개발 된 공법/기법이 실제 사용 현장에서 의도한 목적을 충실히 달성할 것인지를 시험하고, 검증
TRL 9	시스템 완제품의 실제 환경 사용적합성 증명 단계	기술이 최종형태로 완성되며, 실제 적용 환경 운용되는 단계 실제 환경에서 성능 검증이 이루어지며 기술개발사업의 목표가 대부분 달성됨.

[표 8] 시스템 유형 연구개발사업의 TRL 단계별 세부 설명

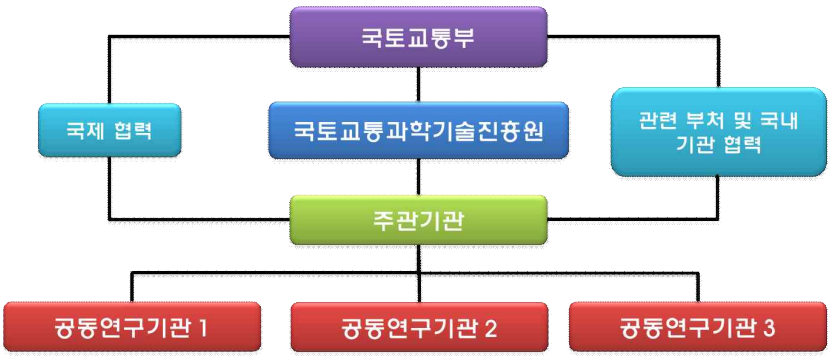
연구과제명	항공기 출발 및 도착 통합 관리 기술 연구			유형		시스템			
프레임워크		선행단계		시제품 제작 및 시연		현장적용		제품화/실용화	
마일스톤		현재 TRL	마일스톤 목표 TRL						
			1차 년도	2차 년도	3차 년도	4차 년도	5차 년도	6차 년도	7차 년도	8차 년도 (종료)
마일스톤 일정		2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
CTE No.	기술명									
CTE 1	TMA Metering 기술	TRL 1	TRL 2	TRL 3	TRL 5	TRL 6	TRL 7	-	-	-
CTE 2	Departure Scheduling 기술	TRL 1	TRL 2	TRL 3	TRL 5	TRL 6	TRL 7	-	-	-
CTE 3	Surface Planning 기술	TRL 1	TRL 2	TRL 3	TRL 5	TRL 6	TRL 7	-	-	-
CTE 4	외부 시스템 연동 기술	TRL 3	TRL 3	TRL 4	TRL 5	TRL 5	TRL 6	TRL 6	TRL 7	TRL 7
CTE 5	Human-Machine 연계 기술	TRL 3	TRL 3	TRL 4	TRL 5	TRL 5	TRL 6	TRL 6	TRL 7	TRL 7
CTE 6	시스템 제어 및 모니터링 기술	TRL 3	TRL 3	TRL 4	TRL 5	TRL 6	TRL 6	TRL 6	TRL 7	TRL 7
CTE 7	항공교통관리 시뮬레이션 기술	TRL 3	TRL 3	TRL 4	TRL 5	TRL 6	TRL 6	TRL 7	TRL 7	TRL 7
CTE 8	Arrival Scheduling 확장 및 연계 기술	TRL 3	TRL 3	TRL 4	TRL 5	TRL 6	TRL 6	TRL 7	TRL 7	TRL 7
CTE 9	통합 시스템 최적화 기술	TRL 3	-	-	-	-	-	TRL 3	TRL 5	TRL 7
CTE 10	시험평가 기술	TRL 1	TRL 1	TRL 2	TRL 3	TRL 4	TRL 5	TRL 6	TRL 7	TRL 7

[표 9] 기술성숙도(TRL) 단계별 목표

마. 핵심기술요소(CTE) 선정 및 기술성숙도(TRL) 목표추진 전략

1) 연구추진체계 제안

○ 본 연구는 R&D 일반과제로 추진하는 것이 바람직하며 주관기관을 중심으로 국토교통부 항공정책실의 관리감독 아래 다음과 같이 구성될 수 있음



[그림 9] 연구 추진체계

가) 연구추진체계 기관별 역할

○ 위의 추진체계를 바탕으로 “항공기 출발 및 도착 통합 관리 기술 연구” 사업의 기관별 역할을 아래 표와 같이 정의할 수 있음

체 계		역 할	비 고
국토교통부		정책수립, 사업감독, 예산지원	
국토교통과학기술진흥원		사업관리	
총괄 주관기관		시스템 통합, 시험평가, 국제협력	필요에 의해 위탁 연구를 진행할 수 있음
협력 기관	국외 협력기관	기술협력, 자문	
	관련 부처 및 국내 협력기관	자료 획득 지원, 테스트	
개발 기관	공동연구기관	국내외 항공교통환경 분석, 운용개념 수립, 핵심 기술 연구, 시뮬레이션 기술 연구, 통합 및 확장 기술 연구, 시험평가 기술 연구	

[표 10] 기관별 역할

바. 연차별 기술 및 성과 로드맵

○ “항공기 출발 및 도착 통합관리 기술 연구”의 차년별 과업내용과 성과물 등 로드맵은 다음과 같이 설정함

구분	주요 기술 및 Activity	1차 년도	2차 년도	3차 년도	4차 년도	5차 년도	6차 년도	7차 년도	8차 년도	최종성과물
운용개념 정립	국내외 항공교통 환경 분석	■	■				■			분석 보고서
	운용개념 수립	■	■				■			
알고리즘 개발	TMA Metering 기술 연구	■	■	■	■	■				항공기 출발관리 스케쥴링 모델
	Departure Scheduling 기술 연구	■	■	■	■	■				
	Surface Planning 기술 연구	■	■	■	■	■				
시스템 개발	외부 시스템 연동 기술 연구	■	■	■	■	■	■	■	■	항공기 출발 및 도착관리 시스템 구축
	Human-Machine 연계 기술 연구	■	■	■	■	■	■	■	■	
	시스템 제어 및 모니터링 기술 연구	■	■	■	■	■	■	■	■	
통합기술 연구	Arrival Scheduling 확장 및 연계 기술 연구	■	■	■	■	■				항공기 출발관리와 도착관리 기술 통합 시스템 구축
	통합 시스템 최적화 기술 연구						■	■	■	
관리 시스템 시험 및 검증	항공교통관리 시뮬레이션 기술 연구	■	■	■	■	■	■	■	■	시스템 운용성 검증 및 도입에 따른 편익 평가
	시험평가 기술 연구	■	■	■	■	■	■	■	■	

[표 11] 연차별 기술 성과 로드맵

사. 활용방안 및 기대효과

○ 항공기 출발 및 도착관리 통합관리 시스템은 관제사가 이용하는 레이더 시스템에 함께 탑재되어 터미널 공역 상황 및 공항 교통상황을 고려하여 항공교통관제사에게 자동으로 항공기 출발 순서 및 도착 순서를 정립을 위한 조언을 제공할 수 있으며 이는 관제사가 항공기 출발 허가 및 도착 허가 발부 시 의사결정을 지원하는 툴로서 사용될 수 있음

○ 항공기 출발관리 시스템은 항공기가 지상 활주부터 터미널 공역을 거쳐 항로(Enroute) 공역에 도착하기 까지 지체 없이 안전하게 비행할 수 있도록 도와줌

○ 항공기 출발관리 시스템은 항공기가 지연되지 않고 이륙할 수 있도록 적합한 시점을 계산하여 알려줌으로서 항상 원활한 항공교통흐름을 위해 교통량을 조절해야하는 항공교통관제사의 업무량을 감소시키는 역할을 하며, 특히 교통량이 한꺼번에 몰리는 첨두 시간에 특히 가중되는 관제사의 업무량을 경감시켜 줌

○ 항공기 출발관리 시스템은 지상에서부터 이륙 교통량을 통제하여 공항 주변 터미널 공역의 혼잡도를 완화하고 혼잡한 터미널 공역에서 교통량 흐름 관리를 위한 관제사에 의한 레이더 벡터 횟수를 감소시키며, 계획적인 교통흐름 구현을 통해 항공기의 궤적 예측을 용이하게 하여 항공기 운항 안전성을 확보할 수 있음

○ 항공기 출발 대기열 관리 및 지상 지연 최소화는 항공기가 유도로에서 불필요하게 대기하는 시간을 감소시킬 수 있으며, 이는 항공기가 엔진 시동이후 불필요하게 지상에서 대기하는 시간을 줄여 항공기 연료 소모량을 감소시킬 수 있음. 이는 공항 주변에서 항공기 배출가스에 의한 환경오염을 줄일 수 있고 공항주변 지역의 대기 오염 완화를 가져올 수 있음

○ 항공기 출발관리 시스템은 도착관리 시스템 및 지상관리 시스템과 연동되어 이용될 수 있으며, 교통량의 유입·유출량 예측을 가능하게 하여 수요의 불균형에서 오는 문제를 해결하고 공항 및 터미널 교통 수요의 예측성을 향상시킴

○ 항공기 출발관리 시스템은 출발항공기에 대한 최적화된 흐름을 제시함으로서 항공사나 지상 조업사들이 소유하고 있는 자원 활용에 대한 합리적인 계획을 세울 수 있게 하고 작업 운영 효율성을 높일 수 있음

○ 항공기 출발관리 시스템은 활주로의 일시적인 폐쇄와 같은 예상치 못한 사고 발생 시 재빠르고 합리적인 해결책을 제시하여 사고로 인해 올 수 있는 손실을 감소시킬 수 있으며, 이용객에게도 편리를 제공할 수 있음

○ 항공기 도착관리 시스템과 연동된 출발관리 시스템은 제한된 터미널 공역 내에서 항공 교통량을 보다 효율적으로 수용하는데 기여할 것이며, 출발항공 교통량으로 인한 도착항공기의 공중 체공을 감소하여 항공기 운항의 안전도 향상 및 경제성 향상에 효과를 가져 올 수 있음

○ 지상관리 시스템과 출발관리 시스템의 연동은 항공기가 주기장을 벗어나 최적의 지상 경로를 통해 최단 거리로 막힘없이 이동하여 지상 활주, 이륙할 수 있는 최적의 경로를 제공해 줄 수 있으며 이는 항공 운항의 경제성 향상 및 안전도 향상에 기여함

○ 항공기 출발관리, 도착관리는 항공교통흐름관리(ATFM)에도 영향을 미치며, 향상된 출·도착 관리 시스템은 보다 효율적인 항공교통흐름관리 역할을 지원함

○ 공항 및 터미널 공역에서부터 시작하는 항공기 출발관리, 도착관리의 성능 향상은 나아가 항로상 교통량의 출·도착 흐름 향상에도 기여할 것이며 최종적으로 국제항공산업사회가 궁극적으로 추구하는 이음매 없는(Seamless) 운항을 가능하도록 하는데 크게 기여 할 것임

5. 사전타당성 검토

가. 정책적 타당성

1) 국가 전략적 중요성 및 시급성

○ 우리나라는 국내 최대의 교통량을 담당하고 있는 주요 두 공항(김포공항,

인천공항)이 매우 인접해 있어 교통량이 두 공항을 중심으로 집중되는 경향을 나타내고 있으며, 두 공항의 거리가 매우 가깝기 때문에 양 공항에서 출·도착하는 항공기는 상대 공항의 출·도착 항공기의 교통량에 영향을 받음

○ 현재 복수공항지역 터미널공역인 수도권공역의 교통흐름은 교통량 증가에 따라 점차 악화되고 있으며, 레이더 벡터 등 일시적인 관제지시의 증가로 인하여 관제사의 업무량이 증가하고 변동적인 항공기 운항 경로 요구로 인해 항공기 안전에 영향을 미침

○ 공역의 교통흐름상황을 고려하지 않은 상황에서 출발항공기에 대한 공역진입허가는 지상과 터미널 및 항로공역 교통흐름의 심각한 불균형을 초래하며, 이는 항공기 안전을 위협하는 요소로 작용할 수 있음

○ 우리나라와 같이 좁은 공역구조를 가진 유럽의 경우 EUROCONTROL을 중심으로 오래전부터 공항 주변 터미널 공역의 원활한 교통흐름을 위해 출발 및 도착관리를 수행해 왔으며, 시뮬레이션 단계에 이어 실제 운영을 준비하고 있음

○ 미국의 경우 NASA를 중심으로 항공기 출·도착 프로그램을 연구 개발해 오고 있으며 해당 프로그램을 시뮬레이션을 이용하여 검증한 결과 출·도착 관리 기법의 적용 이전과 비교하여 항공기 지연, 연료소모량 감소 효과를 도출해 낼 수 있었음

○ 향후 미국과 유럽은 연구 개발을 통해 얻어진 출·도착 관리 시스템을 실제 공항에 적용하여 운용할 계획이며, ICAO ASBU 이행 모듈에서도 모든 체약국이 단계적으로 발전·이행 해 나아가야 할 부분이라고 제시하였음

○ 따라서 우리나라도 출발항공기의 효율적 대기열관리를 통하여 유도로 점유시간과 출발대기시간을 감소하여 불필요한 연료소비를 줄이며 운항 정시성 개선할 필요가 있으며, 향후 현재 연구 국토교통부 연구과제로 개발 중인 도착관리 시스템과 통합 운영하기 위해서도 항공기 출발 관리 기법에 대한 연구를 조속히 수행하는 것이 필요함

2) 사업 추진의 적합성

○ 우리나라는 항공분야에 있어 주로 정부기관을 중심으로 학계 연구 기관과 연계하여 미래 항공교통시스템 구축 계획을 수립하고 관련 연구 개발을 수행 중에 있음

○ 우리나라는 국내 공역 사용 혼잡도를 완화하기 위해 2011년부터 성능기반 항행 구축 사업을 통해 항공로 복선화, 성능기반 항공로 구축, 위성기반 출·도착 절차 구축 등을 수행하고 있음

○ 터미널 공역의 혼잡을 인식하고 2013년 도착관리 시스템 프로토 타입 개발을 완료 하였으며, 제주공항에 도착하는 항공기를 대상으로 도착관리 시스템 구축 사업을 진행 중에 있음

○ 출발관리 시스템과 도착관리 시스템은 ASBU 이행 모듈상 동일선상에서 단계적으로 발전하여 차후 지상관리 시스템과 함께 세 시스템이 모두 연동될 수 있어야 하므로 도착관리 시스템 개발과 더불어 출발관리 시스템도 동시에 연구 개발이 진행되어야 함

○ 본 연구는 안전하고 효율적인 항공교통시스템 환경 구축을 위해 필요한 연구개발 내용을 제시함에 따라, 국가 항공발전에 기여할 수 있음

3) 정부지원 타당성

○ ICAO Global Air Navigation Plan(Doc 9750) 및 ICAO ASBU Framework 문서에 따르면 국제민간항공기구(ICAO)에서는 체약국들이 ASBU 각 이행 모듈을 시기적절하게 이행하도록 권고하고 있음

○ 항공교통업무는 항공법 제70조에 의하여 국토교통부에서 관할하고 있으며, 우리나라의 공역 서비스 제공자는 국가이므로 원활한 항공교통관리를 위해 항공기 출발 및 도착 관리 기술 연구 개발을 정부가 지원하는 것이 필요함

○ 항공기 출발 관리와 동일선상에서 연구 개발이 진행이 요구되는 항공기 도착관리, 지상관리 시스템은 현재 국가 주도로 연구개발이 진행되고 있으며 향후 세 시스템은 모두 통합·연동 되어 운영되어야 하므로 다른 두 연구와 동일하게 정부 지원 개발을 통해 연구 효과를 극대화 하며 초기 단계부터 향후 통합을 위한 조정을 해 나아가는 것이 필요함

○ 원활한 교통흐름으로 얻어진 항공기 운항의 경제성 및 효율성은 개별 항공사의 연료 소비량 감소뿐만 아니라 동시에 항공기 배출가스 감소와 같은 외부효과를 가져오며, 이는 배출권 거래 제도의 시행을 준비하고 있는 현 상황에서 국가적 차원에서 이익을 가져올 수 있음

○ 또한 출발 항공기 대기열 관리를 통한 지연시간 감소는 개별 항공기 이용객들의 여행시간(대기시간) 감소를 발생시키며, 이는 개별 여행자의 전체 여행시간 감소를 통한 간접적인 사회 경제적 효과를 가져 올 수 있으며, 공항 이미지 제고 및 국가 이미지 제고에 영향을 줌

나. 기술적 타당성

1) 기존 사업과의 중복성 및 연계방안

○ 2013년부터 진행되고 있는 「항공기 지상이동유도 및 통제시스템(A-SMGCS) 개발」 연구에서는 “항공기 지상관리(SMAN) 연구”가 포함되어 있음

- 현재 진행 중인 A-SMGCS 연구에 포함되어 있는 항공기 지상관리(SMAN) 연구는 기초적인 단계로 항공기 출발 관리 시스템과의 통합을 위해 본 연구에서는 보다 심도 있는 연구를 진행하는 것이 필요함

○ 1단계인 “항공기 출발관리 기술 연구”는 항공기의 출발 흐름관리(Departure Flow Management)와 항공기 지상 운영 관리(Surface Management)를 통합하여 운영하는 기술을 연구하는 것이 목표이므로 항공기 출발관리 기술 연구 시 “항공기 지상관리 연구” 결과를 참고 또는 반영하여 수행하도록 함

○ 현재 「도착관리(AMAN) 시스템 구축 용역」을 통해 제주공항에 도착하는 항공기를 대상으로 도착관리 시스템을 구축하는 용역을 진행 중에 있음

○ 1단계에서는 「도착관리(AMAN) 시스템 구축 용역」을 통해 도출된 기술을 2단계인 “항공기 출발 및 도착 통합관리 기술 연구” 단계에서 통합 운영이 가능할 수 있도록 기능을 확장하는 내용을 중심으로 연구하도록 하며, 2단계에서는 출발관리 기술과 도착관리 기술을 통합하여 운영하는 기술을 개발하도록 함

2) 기술개발 계획의 우수성

○ 본 연구 개발은 기존에 국내에서는 시도된 적이 없는 과제이며, 두 개의 주요 공항이 매우 근접해 있는 우리나라 수도권 공역의 특수성을 감안할 때 적용이 시급한 과제임

○ ASBU 이행계획은 단일 국가 또는 몇몇 지역만을 대상으로 하는 것이 아니라 전 세계가 달성해 나아가야 할 방향을 제시하고 있으므로, 항공기 출발 및 도착 통합 관리 시스템 기술 연구와 ASBU 모듈의 이행은 우리나라뿐 아니라 모든 항공관련 체약국이 함께 수행해 나아가야 하는 과제임

○ 때문에 본 연구개발을 통하여 현재 일부 몇몇 국가에서만 보유하고 있는 출발 관리 시스템 이행을 위한 신기술을 연구 개발하고, 항공기 도착관리 시스템과 통합 관리 기술을 연구하는 것은 새로운 부가가치를 창출하고 외산기술의 국산화를 통해 국부를 창출하는 기회가 될 수 있음

○ 또한 본 연구 개발은 새로운 장비나 부품을 만들어 내는 것이 아니라 고도화된 기술을 바탕으로 새로운 시스템을 개발하는 것으로서 투자금액에 대비하여 고부가가치를 창출 해 낼 수 있음

3) 기술 수준 및 성공가능성

○ 본 연구개발은 완제품의 형태로 제한된 실제 환경 또는 예상되는 조건 하에서 작동하는 지를 입증되는 사실상의 기술개발 종료 단계까지 개발하는 것을 목표로 하고 있음

○ 현재 Eurocontrol의 DMAN, NASA의 SARDA와 같은 국제적인 연구가 진행되고 있으므로 국외 기관과의 연구 개발 협력 등을 통하여 국내 실정에 가장 최적화된 기술개발을 성공할 수 있을 것으로 예측됨

다. 경제적 타당성

○ 대형 국가연구개발사업과 같은 공공투자사업의 경제성 분석은, 해당 사업의 추진에 의해 국민경제 전체에서 발생이 예상되는 편익과 비용을 추정하고

이를 이용해 편익-비용분석(Benefit-Cost Analysis)을 수행하는 방법을 사용하는 것이 일반적임

1) 분석 기법

○ 편익/비용 비율(B/C ratio)은 개별 대안사업별로 편익의 현재가치를 비용의 현재가치로 나눈 값이 가장 큰 대안을 선택하는 방법임

- 사업의 비용, 편익은 장시간에 걸쳐 투입되거나 발생하기 때문에 할인율을 적용하여 이를 특정기간(일반적으로 현재년도)에 발생하는 것으로 환산하여 비교하게 되는데 이를 '현재가치화'라고 함

- 각 사업의 편익-비용비는 현재가치로 환산된 편익과 비용으로 나타내는 것이 일반적이며 일반적으로 편익/비용 비율이 1.0보다 크면 경제성이 있다고 판단함

$$\text{편익/비용비율}(B/C) = \sum_{t=0}^{n} \frac{B_t}{(1+r)^t} \;/\; \sum_{t=0}^{n} \frac{C_t}{(1+r)^t}$$

여기서, B_t: t 기의 편익, C_t: t 기의 비용

r: 할인율(이자율), n: 사업의 내구연도(분석기간)

- 그러나 위 식에서 보듯이 편익/비용비율(B/C ratio)은 사업의 비용 1단위당 편익이 얼마인가를 보여주는 것이므로 자연히 소규모 사업이 상대적으로 높은 편익/비용 비율을 갖게 되는 경우가 많으며 비용과 편익을 명확히 구분하기 어려울 때가 많음

- 따라서 사업의 우선순위를 결정하는 데 있어 편익/비용 비율기준만으로 큰 의미가 있다 할 수 없음

○ 순현재가치(Net Present Value: NPV)는 현재가치로 환산된 장래의 연차별 순편익의 합계에서 초기 투자비용 및 현재가치로 환산된 장래의 연차별 비용의 합계를 뺀 값을 의미한다. NPV>0이면 경제성이 있다고 판단

$$\text{순현재가치}(NPV) = \sum_{t=0}^{n} \frac{B_t}{(1+r)^t} - \sum_{t=0}^{n} \frac{C_t}{(1+r)^t}$$

○ 내부수익률(Internal Rate of Return: IRR)은 편익과 비용의 합계가 동일하게 되는 수준의 현재가치 할인율을 의미함

- 즉, 어떤 사업의 순현재가치의 값을 '0'으로 하는 특정한 값의 할인율을 의미함

- 내부수익율이 시장이자율보다 높은 경우 혹은 공공사업에 대해 사회적으로 용인할 수 있는 이자율보다 높게 나타나면 그 사업은 타당성이 있다고 평가를 함

$$\text{내부수익률}(IRR): \sum_{t=0}^{n} \frac{B_t}{(1+R)^t} = \sum_{t=0}^{n} \frac{C_t}{(1+R)^t}$$

○ 각 방안별 문제점을 간략하게 지적하면 우선, 편익/비용 비율과 IRR을 사용함에 있어 애매한 경우가 다소 있음

- 구체적으로 편익/비용 비율은 재투자 비용이 드는 사업을 평가함에 있어 재투자 비용을 비용측으로 산정할 것인지 혹은 음의 수익으로 산정할 것인지에 따라 다른 값을 가짐

- IRR은 사업규모가 다른 경우 IRR만으로는 우열을 가리기 힘들다는 문제가 있으며 사업간 상호 독립적이란 가정 하에 도출하는데, 만약 사업간 상호배타적인 경우, 즉 경쟁적 관계의 사업에서 다수의 IRR을 가지는 경우가 발생할 수 있는 문제점이 있음

- IRR 및 편익/비용 비율의 문제점으로 인해 일반적으로 NPV가 우월하다고 알려져 있지만, NPV 또한 예산상 제약이 있는 경우 한계가 있음

- 대규모사업이 소규모사업에 비해 큰 순현재가치가 발생하게 되어 대규모사업이 통상 유리하게 평가되는데, 예산제약으로 인해 하나의 대규모 사

업과 여러 개의 소규모 사업 중 선택해야 하는 경우가 있는데, 이 경우 NPV는 올바른 평가를 수행할 수 없음

○ 결국 어떤 사업의 경제적 타당성의 유무판단기준으로서 어느 한 기준에 전적으로 의존하는 것은 문제가 있음을 인식해야 하며, 결론적으로 순현재가치, 내부수익률 및 편익/비용 비율 세 가지를 모두 적절하게 고려한 후 의사결정을 내리는 것이 타당함

2) 기본 전제

○ 경제성 분석에 있어 비용과 편익은 모두 사회적 비용 및 편익으로 간주할 수 있는데 일반적으로 공공투자시설의 경우 비용은 실질적으로 투자되어 쓰여진 비용을 계상하는 반면 편익은 회수방법을 통한 실제수익이 아닌 사회적 편익을 기준으로 함

○ 본 연구에서도 먼저 비용 및 편익을 산정하고 이로부터 사업의 경제성을 분석함

○ 본 연구의 경제적 타당성 분석에서는 국내 연구개발 사업을 통해 개발 될 항공기 출발 관리 기술(DMAN)연구를 통해 구축되는 시스템의 편익에 대해서만 추정할 예정이며, 향후 항공기 도착 관리 기술(AMAN)과의 통합 시스템 구축 시의 편익에 대해서는 별도의 분석이 필요할 것으로 사료됨

○ 경제적 타당성 분석은 1단계인 항공기 출발 관리 기술 연구가 시작하는 2014년부터 5년인 2018년까지를 연구 개발 기간으로 설정하고 2019년부터 시스템을 실제 관제 현장에 투입한다고 가정함

○ 현재가격은 2014년을 기준으로 사업의 비용 및 편익에 적용하고 분석기간 동안 예상되는 비용과 편익에 사회적 할인율을 적용하여 현재가치로 환산하여 평가함

○ 본 연구는 인프라를 구축하는 사업이 아닌 기초 연구가 포함되는 순수 R&D 사업이므로 적합한 분석 대상기간을 설정하여 분석할 수 있으며, 따라서 본 경제성 분석에서는 비용 분석 기간으로는 연구 개발 기간 5년과 향후 유지관리 기간 10년, 편익발생 기간은 2018년 연구 완료 이후 10년으

로 설정함

○ 일반적으로 시스템 구축시의 유지관리비용은 전체 투자비용의 10~15%가 투입될 것으로 예측하며, 본 연구에서는 전체 투자비용의 10%를 시스템 유지 관리 비용을 설정하여 분석함

○ 비용과 편익의 미래 흐름을 비교하기 위하여 사용되는 할인율은 자원의 기회비용, 즉 투자사업에 사용된 자본이 다른 투자사업에 사용되었을 경우 얻을 수 있는 수익을 추정하게 할 뿐 아니라 사람에 따라 혹은 사회에 따라 그리고 시대에 따라 다를 수 있는 시간의 객관적인 가치를 나타냄

○ 할인율 개념의 적용에 있어서는 많은 이견이 있으나 특정 투자사업이 정부에 의해 주도되는 경우에는 사회적 할인율의 개념을 적용하고 민간자본에 의해 추진되는 경우에는 시장이자율에 근거한 재무적 할인율을 적용하는 것이 일반적임

○ 사회적 할인율은 통상 시장이자율보다 낮은 수준으로 책정되는데 그 이유는 사회적 할인율을 사용하여 사업타당성을 평가하는 주체가 주로 정부이며 정부로서는 미래사업의 중요성이 더 높게 평가되어야 하기 때문임

○ 대부분의 국가는 투자사업의 특성에 따른 할인율을 자국의 경제성장률, 물가상승률, 경제적 잠재능력 등을 고려하여 개괄적인 방법으로 정부가 추정하여 사용하고 있는데 일반적으로 개발도상국 사회간접자본의 경우는 7~8% 이상, 선진국의 경우는 보통 5~6% 수준을 적용하고 있음

○ 본 연구에서는 한국개발연구원에서 발간한 “연구개발부문 사업의 예비타당성조사 표준지침 연구(2008)”에서 제시한 5.5%를 적용함

구분	적용값
분석기간	비용분석 : 2014~2028 편익분석 : 2019~2028
유지관리비용	연간 구축 비용의 10%
사회적 할인율	5.5%

[표 12] 경제적 타당성의 기본 전제

3) 편익의 산정

○ 항공기 출발 및 도착관리 기법의 도입은 항공기 도착 예측률 향상, Block off 시각 및 지상 활주 시간 정확도 향상, 항공기 이륙 시각 정확도 향상 등을 통해 활주로 사용률을 높이고, 터미널 주변 공역의 불필요한 체공 및 레이더 유도를 줄이는 등의 편익을 기대할 수 있음

○ 현재 상용화 되어 있는 항공기 출발 및 도착관리 프로그램인 Maestro의 경우 해당 기술의 도입 이후 덴마크 코펜하겐 공항의 수용력을 10% 향상시켰으며, 프랑스 니스 공항에서는 기존의 시간당 평균 26대이던 항공기 도착률을 시간당 평균 28대로 향상시키는 결과를 나타냈음

- 파리 샤를드골 공항에서는 항공기 출발 정시율을 10% 향상시켰으며, 일일 14 톤의 연료를 절감하고, 44 톤의 이산화탄소 배출량을 감소시키는 효과를 얻을 수 있었고, 시드니 공항은 2000년 올림픽 당시 7백만 호주달러(한화 약 67억원)의 연료를 절감하는 효과를 보였음

○ 보다 정확한 편익을 산정하기 위해서는 시뮬레이션 기법을 이용해 개선 전 모델과 개선 후 모델을 비교하여 얻어질 수 있는 편익(수용량, 예측률, 항공기 지연 등)을 측정하는 방법이 바람직하나, 현재 국내에는 기존의 교통상황과 비교하여 항공기 출발 및 도착 관리 기술이 얼마만큼의 효과를 보여줄 수 있을지 비교를 할 수 있는 모델 및 시스템이 구축되어 있지 않음

○ 따라서 본 연구에서는 미국의 SARDA 시스템을 통해 검증된 편익을 참고하여 예상 편익을 산정하기로 함

○ SARDA 시스템은 미국 Dallas Fort Worth을 모델링하여 HITL 모의 시험을 수행하였고, 그 결과 교통량을 1.2배 증가하였을 때 출발 항공기 대당 평균 3분 지연 감소, 45kg의 연료 소모량 감소 효과를 나타냈으며, 교통량을 1.5배 증가하였을 때 출발 항공기가 대당 평균 5.5분 지연 감소와 70kg의 연료 소모량 감소 효과를 가져 올 수 있었음

교통량 추이	대당 평균 지연시간 감소	대당 평균 연료 소모량 감소
1.2배	3분	45kg
1.5배	5.5분	70kg

[표 13] SARDA 시스템의 편익 추정치

○ 따라서 SARDA 시스템은 항공기 출발관리 시스템 도입 시 얻어질 수 있는 편익이 항공기의 지연시간 감소와 연료 소모량 감소로 나타났다고 설명함

○ 이 중 항공기 지연시간 감소는 출발관리 시스템 도입을 통해 얻어질 수 있는 편익이 확실하지만 편익-비용 분석을 위해 화폐가치로 환산하기에는 무리가 있다고 판단하여 분석에서 제외하였으며, 시스템 적용 후 감소한 항공기 연료 소모량은 국제 항공유가를 이용하여 화폐가치로 환산하는 것이 가능하므로 편익-비용 분석에 이용하였음

○ 항공기 출발 관리 기술 연구는 개발 후 인천공항에 우선적으로 적용될 것이라고 가정하고 향후 인천공항의 교통량 증가 추세를 이용하여 항공기 지연 감소 효과 및 연료 소모량 감소를 통해 얻을 수 있는 편익을 산정해 봄

○ 인천공항 교통량 증가 추세는 2011년에 수립한 「제 4차 공항개발 중장기 종합계획」중 중간 값인 중성장 성장률(국내선 2.86%, 국제선 5.17%)을 이용하였으며, 기본년도 교통량은 2013년 교통량을 사용하였음

○ 편익은 1단계 항공기 출발관리 기술연구가 종료된 이후 2019년부터 실제 투입된다고 가정하여 2028년까지 이후 10년 동안의 편익을 산출함

○ 아래 인천공항 출발항공기 교통량 예측 표를 보면 국내선의 경우 2019년부터 2026년까지의 교통량은 기준년도 교통량의 약 1.2배에서 1.4배 이므로 편익 추정시에 SARDA 편익 추정치의 1.2배 기준값을 적용하였으며, 2027년과 2028년에는 1.5배의 기준값을 적용하였음

○ 국제선의 경우 2019년과 2020년에는 기준년도 교통량의 1.4배로 성장하므로 SARDA 편익 추정치의 1.2배 기준값을 적용하였고, 2021년부터 2028년까지의 교통량은 약 1.5배에서 2.1배까지 성장하므로 편익 추정치의 1.5배의 기준값을 적용하였음

○ 편익의 화폐가치 환산을 위한 국제 유가는 IATA Jet Fuel Price Monitor에서 제시한 정보를 사용하였으며, 아시아 태평양지역 유가[18]인 338.1$/ton을 적용함

○ 달러당 원화 환율은 한국외환은행에서 제시한 1달러당 1,018원을 적용함[19]

○ 국내선 항공기와 국제선 항공기의 증가율 차이에 따라 기준년도 대비 교통량의 비율이 다르므로 교통량 증가 규모에 따라 각기 다른 SARDA 편익 추정치를 도입하여 편익을 산출한 후 합산하여 총 지연 감소 시간과 총 연료 감소량을 구함

○ 연료 감소량의 총합은 위의 제시한 국제 유가 및 환율을 이용하여 편익-비용 분석에 이용할 수 있도록 화폐가치로 환산함

18) 2014년 6월 17일 기준
19) 2014년 6월 17일 기준

구분	국내선		국제선	
	출발 항공기(대)	기준년도 대비 교통량	출발 항공기(대)	기준년도 대비 교통량
	성장률 (2.86%)		성장률 (5.17%)	
2013	3,300	1.0	132,303	1.0
2014	3,394	1.0	139,143	1.1
2015	3,491	1.1	146,337	1.1
2016	3,591	1.1	153,902	1.2
2017	3,694	1.1	161,859	1.2
2018	3,800	1.2	170,227	1.3
2019	3,908	1.2	179,028	1.4
2020	4,020	1.2	188,284	1.4
2021	4,135	1.3	198,018	1.5
2022	4,253	1.3	208,256	1.6
2023	4,375	1.3	219,022	1.7
2024	4,500	1.4	230,346	1.7
2025	4,629	1.4	242,255	1.8
2026	4,761	1.4	254,779	1.9
2027	4,897	1.5	267,951	2.0
2028	5,037	1.5	281,804	2.1

[표 14] 인천공항 출발 항공기 교통량 예측

구분	국내선		국제선		합계	
	지연 감소시간	연료감소량 (Kg)	지연 감소시간	연료감소량 (Kg)	지연 감소시간	연료감소량 (Kg)
2019	11,725	175,876	537,084	8,056,260	548,809	8,232,135
2020	12,060	180,906	564,851	8,472,768	576,912	8,653,674
2021	12,405	186,080	1,089,099	13,861,260	1,101,504	14,047,340
2022	12,760	191,401	1,145,405	14,577,888	1,158,166	14,769,289
2023	13,125	196,875	1,204,623	15,331,564	1,217,748	15,528,440
2024	13,500	202,506	1,266,902	16,124,206	1,280,402	16,326,712
2025	13,887	208,298	1,332,401	16,957,828	1,346,287	17,166,126
2026	14,284	214,255	1,401,286	17,834,547	1,415,570	18,048,803
2027	14,692	342,818	1,473,732	18,756,594	1,488,425	19,099,411
2028	27,706	352,622	1,549,924	19,726,309	1,577,630	20,078,932

[표 15] 출발 관리 시스템 적용 후 예상 효과

구분	연료감소량 (Kg)	연료감소량 (Ton)	달러 환산 (달러)	원화 환산 (원)	원화 환산 (천원)
2019	8,232,135	8,232	2,783,285	2,833,384,018	2,833,384
2020	8,653,674	8,654	2,925,807	2,978,471,640	2,978,472
2021	14,047,340	14,047	4,749,406	4,834,894,945	4,834,895
2022	14,769,289	14,769	4,993,497	5,083,379,553	5,083,380
2023	15,528,440	15,528	5,250,166	5,344,668,502	5,344,669
2024	16,326,712	16,327	5,520,061	5,619,422,567	5,619,423
2025	17,166,126	17,166	5,803,867	5,908,336,650	5,908,337
2026	18,048,803	18,049	6,102,300	6,212,141,543	6,212,142
2027	19,099,411	19,099	6,457,511	6,573,746,138	6,573,746
2028	20,078,932	20,079	6,788,687	6,910,883,176	6,910,883

[표 16] 연료 감소량 발생 편익

4) 비용의 산정

○ 항공관련 사업 시행 시 사업 목적의 달성을 위하여 설정된 대안별로 비용이 발생하며, 이들 비용에는 정부, 공공단체, 혹은 특정 그룹이 지출하거나 소비한 자본, 노동력, 천연자원 등이 필수적인 요소가 포함됨

○ 비용은 일반적으로 연구개발비(Research and Development Cost), 투자비(Investment Cost), 운영유지비(Operations and Maintenance Cost), 시스템 폐기 및 회수비용(Termination Cost) 등으로 구분됨

○ 본 “항공기 출발 및 도착 통합 관리 기술 연구” 는 소프트웨어 시스템을 개발하는 연구로서 천연자원 등을 소요하지 않음

○ 따라서 비용은 연구개발 및 소프트웨어 개발 비용과 운영 유지비용으로 추정할 수 있으며, 시스템 폐기 및 회수 비용은 무시함

○ 본 경제성 분석에서는 1단계인 항공기 출발 관리 기술에 대해서만 분석을 수행할 계획이므로 연구개발기간인 2014년부터 2019년까지 총 5년 동안의 투자비용과 향후 10년간 2028년까지의 연간 유지관리 비용인 투자비용의 10%를 편익-비용분석의 비용으로 산정함

○ 향후 5년간 1단계 연구개발을 위해 필요한 투자비용은 아래 [표 6-17]과 같이 연간 소모한다고 가정하였으며 총 14,305,372 천원으로 추정됨

○ 연간 유지관리 비용은 1단계 연구개발사업 총 투자비용의 10%인 1,430,537 천원으로 설정함

5) 경제성 분석 결과

○ 사회적 할인율 5.5%를 적용하여 비용현가와 편익현가를 계산하고, 순현재가치(NPV)를 계산하면 다음 표와 같음

(단위 : 천원)

구분	연도	편익	편익현가	비용	비용현가	순현재가치
연구 개발 단계	2014	0	0	1,058,208	1,058,208	- 1,058,208
	2015	0	0	3,971,939	3,764,871	- 3,764,871
	2016	0	0	3,245,868	2,916,258	- 2,916,258
	2017	0	0	3,281,522	2,794,589	- 2,794,589
	2018	0	0	2,747,835	2,218,098	- 2,218,098
개발 완료	2019	2,833,384	2,167,919	1,430,537	1,094,553	1,073,366
	2020	2,978,472	2,160,124	1,430,537	1,037,491	1,122,633
	2021	4,834,895	3,323,685	1,430,537	983,404	2,340,281
	2022	5,083,380	3,312,324	1,430,537	932,136	2,380,188
	2023	5,344,669	3,301,024	1,430,537	883,542	2,417,482
	2024	5,619,423	3,289,782	1,430,537	837,480	2,452,302
	2025	5,908,337	3,278,598	1,430,537	793,820	2,484,778
	2026	6,212,142	3,267,472	1,430,537	752,436	2,515,036
	2027	6,573,746	6,573,746	1,430,537	713,210	5,860,537
	2028	6,910,883	3,265,872	1,430,537	676,028	2,589,844
합계		52,299,329	33,940,546	28,610,742	21,456,124	12,484,422

[표 17] 비용-편익 및 순현재가치 분석

○ 위의 비용-편익 분석 결과를 이용 경제성 분석 결과는 다음 표와 같음

구분	편익/비용 비율	순현재가치(천원)	내부수익률(%)
값	1.58	12,484,422	9

[표 18] 경제성 분석 결과

○ 비용-편익 분석에서 일반적으로 편익-비용 비율>1일 경우 경제적 타당성이 있는 것으로 판단되는데, 본 연구개발의 경우 편익/비용 비율이 1.58로 1.0 보다 크고, 순현재가치가 0보다 크며, 내부수익률은 사회적 할인율 5.5%를 상회함

○ 따라서 본 연구개발은 경제적 타당성을 확보했다고 볼 수 있음

6. 소요예산(연차별 예산)

가. 소요예산 산정 방법

○ 본 연구는 세부기획과제 도출을 위한 기본기획연구로 절차 개선, 구축, 시스템 개발 등 사업의 우선순위를 정하여 중점 추진이 시급한 세부 기획과제를 도출하였고 그 중 해당 예산은 R&D 필요성이 있는 중점추진과제『항공기 출발 및 도착 통합 관리 기술 연구』에 대한 예산 및 인력투입 계획임

○ 기획연구의 특성상 투입된 정부출연금의 금액 및 투입인력은 기획연구 수행체계의 특성을 고려하여 일부 증액이 될 수 있음을 가정하였음

1) 총 연구 개발비

○ 과업명: 항공기 출발 및 도착 통합 관리 기술 연구

○ 총 연구 기간 : 2014 ~ 2022 (8년)
- 1단계 : 2014 ~ 2019 (5년)
- 2단계 : 2019 ~ 2022 (3년)

○ 총 소요예산 : 22,000 백만원

단위 : 천원)

비목		1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	6차년도	7차년도	8차년도	합계
직접비	인건비	596,700	2,000,700	2,070,900	2,176,200	1,965,600	1,860,300	1,614,600	1,474,200	13,759,200
	직접비	962,007	3,610,854	2,950,789	2,983,202	2,498,032	2,950,963	2,173,666	1,898,524	20,028,037
간접비		96,201	361,085	295,079	298,320	249,803	295,096	217,367	189,852	2,002,803
합계		1,058,208	3,971,939	3,245,868	3,281,522	2,747,835	3,246,059	2,391,033	2,088,376	22,030,840
		1단계 소계		14,305,372			2단계 소계		7,725,468	

[표 19] 항공기 출발 및 도착 통합 관리 기술 연구 개발비

2) 인력투입계획

주요 기술 및 Activity	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	6차년도	7차년도	8차년도	합계
국내외 항공교통 환경 분석	1.0	2.0	-	-	-	2.0	-	-	5.0
운용개념 수립	1.0	2.0	-	-	-	2.0	-	-	5.0
Enroute Metering 기술 연구	1.0	3.0	5.0	5.0	4.0	-	-	-	18.0
Departure Scheduling 기술 연구	1.0	5.0	7.0	6.0	6.0	-	-	-	25.0
Surface Routing 기술 연구	1.0	2.0	2.0	2.0	2.0	-	-	-	9.0
외부 시스템 연동 기술 연구	0.5	2.0	2.0	3.0	2.0	2.0	2.0	2.0	15.5
Human-Machine 연계 기술 연구	0.5	4.0	5.0	5.0	4.0	4.0	4.0	4.0	30.5
시스템 제어 및 모니터링 기술 연구	0.5	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	14.5
항공교통관리 시뮬레이션 기술 연구	0.5	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	1.0	13.5
Arrival Scheduling 확장 및 연계 기술 연구	0.5	0.5	0.5	1.0	1.0	2.5	3.0	2.0	11.0
통합 시스템 최적화 기술 연구	-	-	-	-	-	6.0	6.0	6.0	18.0
시험평가 기술 연구	1.0	4.0	4.0	5.0	5.0	4.0	4.0	4.0	31.0
합계	8.0	28.0	29.0	30.0	27.0	28.0	24.0	22.0	196.0

[표 20] 연차별 인력 투입 계획

3) 소요예산 상세설계

가) 연구개발비 총계

(단위 : 천원)

비목			1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	6차년도	7차년도	8차년도	합계	구성비(%)
인건비			596,700	2,000,700	2,070,900	2,176,200	1,965,600	1,860,300	1,614,600	1,474,200	13,759,200	62.5%
직접비	연구 장비 및 재료비	연구기자재 및 시설비	40,000	170,000	45,000	50,000	-	100,000	20,000	-	425,000	1.9%
		시작품 제작비	200,000	1,000,000	400,000	300,000	100,000	600,000	200,000	100,000	2,900,000	13.2%
	연구 활동비	여비	29,835	120,042	103,545	108,810	117,936	93,015	80,730	88,452	742,365	3.4%
		수용비 및 수수료	17,901	60,021	62,127	65,286	58,968	55,809	48,438	44,226	412,776	1.9%
		기술정보 활동비	17,901	60,021	62,127	65,286	58,968	55,809	48,438	44,226	412,776	1.9%
	연구수당		59,670	200,070	207,090	217,620	196,560	186,030	161,460	147,420	1,375,920	6.2%
소계			962,007	3,610,854	2,950,789	2,983,202	2,498,032	2,950,963	2,173,666	1,898,524	20,028,037	90.9%
간접비			96,201	361,085	295,079	298,320	249,803	295,096	217,367	189,852	2,002,804	9.1%
합계			1,058,208	3,971,939	3,245,868	3,281,522	2,747,835	3,246,059	2,391,033	2,088,376	22,030,840	100.0%
			1단계 소계				14,305,372	2단계 소계		7,725,468		

[표 21] 공기 출발 및 도착 통합 관리 기술 연구 연구개발비

나) 인건비 기준

① 월기준단가	② 증액률	③ 확장율	월 인건비 (①×②×③)
4,500,000원	110%	120%	5,850,000원

과제난이도	인건비 증액률	증액률 산정
세계선도 최초기술	130%	
세계수준 동일기술	120%	
국내 최고수준	110%	√
국내 자립기술	100%	

기술준비도 수준	인건비 산정범위(%)	확장인건비 산정
개발연구	120%	√
응용연구	110%	
기초연구	100%	

[표 22] 인건비 산출 기준

다) 인건비 산출

(단위 : 천원)

주요 기술 및 Activity	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	6차년도	7차년도	8차년도	합계
국내외 항공교통 환경 분석	70,200	140,400	-	-	-	140,400	-	-	351,000
운용개념 수립	70,200	140,400	-	-	-	140,400	-	-	351,000
Enroute Metering 기술 연구	70,200	210,600	351,000	351,000	280,800	-	-	-	1,263,600
Departure Scheduling 기술 연구	70,200	351,000	491,400	421,200	421,200	-	-	-	1,755,000
Surface Routing 기술 연구	70,200	140,400	140,400	140,400	140,400	-	-	-	631,800
외부 시스템 연동 기술 연구	35,100	140,400	140,400	210,600	140,400	140,400	140,400	140,400	1,088,100
Human-Machine 연계 기술 연구	35,100	280,800	351,000	351,000	280,800	280,800	280,800	280,800	2,141,100
시스템 제어 및 모니터링 기술 연구	35,100	140,400	140,400	140,400	140,400	140,400	140,400	140,400	1,017,900
항공교통관리 시뮬레이션 기술 연구	35,100	140,400	140,400	140,400	140,400	140,400	140,400	70,200	947,700
Arrival Scheduling 확장 및 연계 기술 연구	35,100	35,100	35,100	70,200	70,200	175,500	210,600	140,400	772,200
통합 시스템 최적화 기술 연구	-	-	-	-	-	421,200	421,200	421,200	1,263,600
시험평가 기술 연구	70,200	280,800	280,800	351,000	351,000	280,800	280,800	280,800	2,176,200
합계	561,600	1,965,600	2,035,800	2,106,000	1,895,400	1,965,600	1,684,800	1,544,400	13,759,200

[표 23] 인건비 산출

라) 연구시설 및 장비비 산출

(단위 : 천원)

연차	장비명	용도	비용	합계
1차년도	개발 자료 관리 서버	개발 자료 관리	10,000	40,000
	요구도 관리 시스템	요구도 관리	15,000	
	문서관리 및 개발 소프트웨어 (Acrobat,Visio,VisualStudio등)	개발 문서 관리	15,000	
2차년도	형상 관리 시스템	형상 관리	20,000	170,000
	알고리즘 설계 구현 툴(MATLAB)	알고리즘 설계 및 구현	50,000	
	어플리케이션 서버 (2중화)	알고리즘 개발 및 시범 운용 시스템 구축	50,000	
	인터페이스 서버 (2중화)	DMAN 시범 운용 시스템 구축	50,000	
3차년도	데이터베이스 서버	DMAN 시범 운용 시스템 구축	25,000	45,000
	DBMS	DMAN 시범 운용 데이터 관리	20,000	
4차년도	스토리지, 방화벽, 운영 PC, 서버랙 등	DMAN 시범 운용 시스템 구축	50,000	50,000
5차년도	-	-	-	-
6차년도	어플리케이션 서버 (2중화)	DMAN/AMAN 통합 시스템 구축	50,000	100,000
	인터페이스 서버 (2중화)	DMAN/AMAN 통합 시스템 구축	50,000	
7차년도	노후 장비 업그레이드	노후 장비 업그레이드	20,000	20,000
8차년도	-	-	-	-
합계			425,000	425,000

[표 24] 연구 시설 및 장비비 산출

마) 시작품 제작비 산출

(단위 : 천원)

연차	시작품명	용도	비용	합계
1차년도	통합 시범 운용 시스템 설계	시스템 설계	100,000	200,000
	지상 및 항공교통 시뮬레이션 시스템 설계	DMAN 알고리즘 개발 및 시험	100,000	
2차년도	지상 및 항공교통 시뮬레이션 시스템 설계/구현	DMAN 알고리즘 개발 및 시험	900,000	1,000,000
	Human-Machine Interface 설계	Situation Awareness 및 Advisory 현시	100,000	
3차년도	시스템 제어 및 모니터링 설계	시스템 제어 및 모니터링	100,000	400,000
	Human-Machine Interface 구현	Situation Awareness 및 Advisory 현시	300,000	
4차년도	시스템 제어 및 모니터링 구현	시스템 제어 및 모니터링	300,000	300,000
5차년도	시험 평가 기법 연구 용역	시험평가 절차서 수립 및 시험 평가 수행	100,000	100,000
6차년도	AMAN 시스템 업그레이드	주요공항 AMAN 확대 적용	400,000	600,000
	AMAN/DMAN데이터연동	AMAN/DMAN 통합	200,000	
7차년도	시스템 제어 및 모니터링 기능 확장	시스템 제어 및 모니터링	100,000	200,000
	Human-Machine Interface 기능 확장	Situation Awareness 및 Advisory 현시	100,000	
8차년도	통합 시스템 시험 기법 연구 용역	시험평가 절차서 수립 및 시험 평가 수행	100,000	100,000
합계			2,900,000	2,900,000

[표 25] 시작품 제작비 산출

바) 여비산출

(단위 : 천원)

연차	인건비	비율	합계
1차년도	596,700	5.0%	29,835
2차년도	2,000,700	6.0%	120,042
3차년도	2,070,900	5.0%	103,545
4차년도	2,176,200	5.0%	108,810
5차년도	1,965,600	6.0%	117,936
6차년도	1,860,300	5.0%	93,015
7차년도	1,614,600	5.0%	80,730
8차년도	1,474,200	6.0%	88,452
합계			742,014

[표 26] 여비산출

사) 수용비 및 수수료 산출

(단위 : 천원)

연차	인건비	비율	합계
1차년도	596,700	3.0%	17,901
2차년도	2,000,700	3.0%	60,021
3차년도	2,070,900	3.0%	62,127
4차년도	2,176,200	3.0%	65,286
5차년도	1,965,600	3.0%	58,968
6차년도	1,860,300	3.0%	55,809
7차년도	1,614,600	3.0%	48,438
8차년도	1,474,200	3.0%	44,226
합계			412,776

[표 27] 수용비 및 수수료 산출

아) 기술정보활동비 산출

(단위 : 천원)

연차	인건비	비율	합계
1차년도	596,700	3.0%	17,901
2차년도	2,000,700	3.0%	60,021
3차년도	2,070,900	3.0%	62,127
4차년도	2,176,200	3.0%	65,286
5차년도	1,965,600	3.0%	58,968
6차년도	1,860,300	3.0%	55,809
7차년도	1,614,600	3.0%	48,438
8차년도	1,474,200	3.0%	44,226
합계			412,776

[표 28] 기술정보활동비 산출

자) 연구수당 산출

(단위 : 천원)

연차	인건비	비율	합계
1차년도	596,700	10.0%	59,670
2차년도	2,000,700	10.0%	200,070
3차년도	2,070,900	10.0%	207,090
4차년도	2,176,200	10.0%	217,620
5차년도	1,965,600	10.0%	196,560
6차년도	1,860,300	10.0%	186,030
7차년도	1,614,600	10.0%	161,460
8차년도	1,474,200	10.0%	147,420
합계			1,375,920

[표 29] 연구수당 산출

차) 간접비 산출

(단위 : 천원)

연차	직접비	비율	합계
1차년도	962,007	10.0%	96,201
2차년도	3,610,854	10.0%	361,085
3차년도	2,950,789	10.0%	295,079
4차년도	2,983,202	10.0%	298,320
5차년도	2,498,032	10.0%	249,803
6차년도	2,950,963	10.0%	295,096
7차년도	2,173,666	10.0%	217,367
8차년도	1,898,524	10.0%	189,852
합계			2,002,804

[표 30] 간접비 산출

7. 과제제안요구서

가. 과제제안요구서(RFP)

연구과제명	항공기 출발 및 도착 통합 관리 기술 연구
1. 연구개발 목표	
○ 항공기 출발 및 도착 효율 향상을 위한 통합 관제 최적화 및 관리 기술	
2. 연구개발 필요성 및 기술동향	
□ 연구개발 필요성	○ 공항 주변 혼잡 및 중첩공역에서의 출발관리(DMAN[20]) 및 도착관리(AMAN[21])는 운항 안전성 확보, 지연 최소화, 효율성 증대를 위해 필요함. ○ 본 연구에서의 출발관리는 시간 기반 미터링을 이용한 대기열 관리, 항로 공역상황에 최적화된 출발허가 발부, 지상교통 관리(SMAN[22]) 등을 포함 또는 연계하는 개념임. ○ 국내의 경우, 공역에서의 항공교통 흐름을 통합적으로 고려하여 중국/일본 등 인접국의 교통상황 및 국내 공역 상황에 탄력적으로 대비할 수 있는 출발관리 시스템이 필요함. ○ 출발관리 관련 국내 교통 상황을 살펴보면, 인천공항과 김포공항이 매우 근접해 있어 양 공항에서 출발한 항공기들이 서로 영향을 미치며, 중국 상하이 FIR[23]과 서울 TMA[24]가 인접함으로 인해 국제선 항공편 출발 시 공역 상황에 구애 받는 경우가 많음. 따라서, 국내에서의 출발 관리 연구는 이러한 공역 특성을 구속조건으로 고려하여 최적화할 필요 있음. ○ 도착관리의 경우 출발관리에 비해 그 개념과 용도가 먼저 명확화 되었으며, 도착관리를 위한 관제지원시스템이 국토교통부의 발주 하에 용역사업으로 진행되고 있음. 인천공항 레이더 관제시스템 개량사업에도 도착관리시스템이 포함되어 있음. ○ 미래 교통상황에서는 개별 공항 대상의 도착관리만으로 교통

	효율화를 이루기 힘들며, 공항 기준 In-Bound 항공기들의 지연 흡수를 항로 상에서 소화하고, 인접 항로 상의 교통상황을 고려하여 Out-Bound 항공기들의 출발을 관리하는 형식의 출발관리/도착관리의 연계운영이 요구됨. ○ 우리나라의 경우, 교통량이 집중되는 서울 TMA-제주 TMA 간 구간에서 청주, 대구, 김해 공항에서 출발하는 항공기들이 중간에 합류하는 경우가 많아, 효율적인 교통흐름을 위해 출도착 통합관리가 필요함. ○ ASBU[25]의 Block 0 단계에서는 각각 독립적인 AMAN과 DMAN 자동화를 목표로 하며, Block 1 단계에서 AMAN의 확대 적용 및 SMAN/DMAN의 통합, Block 2 단계에서 AMAN/DMAN 통합 운영을 목표로 함.
□ 국내외 기술동향	○ 국내 기술 동향 - 국내에서는 「성능기반항행(PBN[26]) 전환용역」을 통해 인천, 제주공항에 Point Merge 절차를 설계하였으며, 「도착관리시스템(AMAN) 구축을 위한 프로토타입 개발」을 통해 AMAN 프로토타입이 개발됨. - 2014년 현재, 「도착관리(AMAN) 시스템 구축 용역」을 통해 제주공항에 도착하는 항공기를 대상으로 시스템 구축 용역이 착수된 상태이며, 개발 이후 항공교통센터 및 제주공항에 시스템이 설치될 예정임. - 현재까지 국내에서 DMAN 관련 본격적인 연구는 진행된 바 없음. - 서울접근관제소 관제시스템 개량사업에 AMAN/DMAN 기능을 구축하고, 인천공항 3단계 A-CDM[27] 준공(2017.9.), 이후 연계 운영 추진 예정임. - 2013년부터「항공기 지상이동유도 및 통제시스템(A-SMGCS[28]) 개발」 연구가 진행 중임. ○ 국외 기술 동향 - 유럽 • 1990년대 후반부터 AMAN 개발이 시작되어, 현재 MAESTRO, OSYRIS, 4D Planner 등 상업용 프로그램

이 다수 개발 되어 사용 되고 있음. 벨기에, 덴마크, 프랑스, 영국 등 일부 국가에서 기본 AMAN을 이행 중이거나 이행 계획을 가지고 있음.

- Eurocontrol이 DLR과 공동으로 2000년 DMAN Prototype을 개발한 이래 연구기관과 기업을 중심으로 많은 연구가 진행되었으며, 드골공항 등 유럽 주요공항에 배치, 운용 중에 있음.
- SMAN에 해당하는 일부 기능이 A-SMGCS의 일부분으로 간주되어 2010-2015 내에 향상된 감시기능을 통한 필드 테스트가 예정됨.
- 2014년 현재, 파리, 취리히, 브뤼셀 등에서 HITL[29] 시뮬레이션을 통해 DMAN/SMAN, AMAN/DMAN, AMAN/DMAN /SMAN 등의 통합된 시스템에 대한 검증 수행 중임.

- 미국

- NASA에서는 유럽의 DMAN에 해당하는 SARDA[30]를 이용하여 미국 달라스 포트워쓰 공항(DFW)을 모델링한 후, 2012년 5월 NASA Ames에서 HITL 모의시험을 수행함. 그 결과 Medium Traffic 기준, 평균 3분 지연 감소 (45% 감소), 대당 평균 45kg 연료 감소 (22% 감소), Heavy Traffic 기준, 평균 5.5분 지연 감소 (60% 감소), 대당 평균 70kg 연료 감소 (34% 감소), 연 740만 달러 절감 효과가 예상된다는 결론을 얻은 바 있음.
- 또한, 항로 공역 교통상황과 지상교통을 통합적으로 고려한 통합 출발 관리 시스템인 PDRC[31]에 대한 연구를 수행하여 현재 FAA에 기술 이전을 진행 중임.
- FAA에서 2009년 출발흐름관리(Departure Flow Management)의 프로토타입을 개발하였으며 미국 내 두 개 지역에서 출발흐름관리에 대한 시험 운용을 계획 중이며, 초기운용능력(Initial Operation Capacity)은 2014년 예상됨.
- JFK 공항이 4개월 간 활주로 보수작업으로 인해 일부

활주로를 폐쇄, 이 기간 중 출발 항공기 대기열 관리를 통하여 많은 효과를 보았으며, 보수작업 후에도 지속적으로 절차를 운영 중에 있음.

- 미국 내 20개의 항로교통센터에서 시간기반 자동화 툴로서 TMA[32]를 사용 중이며, 현재 RNAV[33]/RNP[34] 절차를 지원하는 터미널 미터링의 시뮬레이션을 수행 중임. 이는 2018년까지 TBFM[35]에 통합될 것으로 예상됨.

3. 연구개발내용

□ 1단계 : 항공기 출발 관리 기술 연구

○ 국내 항공교통 환경 분석 및 운용개념 수립
- 항로/접근/공항지상관리 관련 국내 운용 환경 분석
- 항공기 출발 및 지상 이동 관련 주요 마일스톤 분석
- 마일스톤 별 외부 시스템과의 정보 공유 체계 분석
- 출발 관리 운용개념 연구
- 사용자 및 시스템 요구사항 도출

○ 출발 스케줄링을 위한 공역 교통 모니터링 및 예측 기술 연구
- 항로공역 및 접근관제공역 교통상황 모니터링
- 정밀 궤적 예측을 통해 출발항공기의 합류 지점 및 합류 예상 시점에서의 공역 교통상황 예측
- 출발 항공기의 출발절차 및 합류 시점의 교통상황 고려한 출발관리 기법 연구

○ 출발 스케줄링을 위한 가변 활주 시간(VTT[36]) 정밀 예측 연구
- 지상운용환경 및 파라미터 분석(공항/활주로 배치, 항공기 종류, 과거이력, 운용조건 등)을 통한 VTT 정적 예측기술 연구
- 공항 지상감시기술 및 항공기 지상 이동경로 배정 기술을 이용한 VTT 정밀 동적 예측 기술 연구 (※ 기 수행 중인

A-SMGCS 연구개발 과제 성과와의 연계 또는 성과 활용 방안 제시 필요)

○ 출발 스케쥴링 핵심 기술 연구
- 출발관리 주요 마일스톤 별 외부 시스템과의 정보(CTOT[37], EOBT[38], TOBT[39] 등) 연계 방안 수립
- 가변 활주 시간(VTT) 적용(공항 지상감시기술 및 항공기 지상 이동경로 배정 기술 통합)
- 합류지점의 공역 교통상황 예측 결과 및 항공기 간 분리 기준(예: 후류분리, SID[40] 분리) 등 최적화 구속조건 반영
- 대기열(활주로 및 주기장 출구 등) 최소화를 위한 최적 출발 순서, 출발 시각(TTOT[41]) 산출
- TSAT[42] 및 주요 지점 진입 시각 및 순서 결정
- 실시간 공항 지상 교통상황 반영하여 스케쥴링 자동 변경

○ 출도착 통합 관리를 위한 도착관리 시스템 기능 확장
- 접근관제구역 내에서의 Point Merge(또는 일반 STAR) 절차를 활용한 도착관리 스케쥴링 및 관제 조언 생성
- 기 개발 구축된 도착관리 시스템(국토부 용역 성과) 시범운용 중 제시된 사용자 추가 요구사항 반영

(※ 기 개발/구축된 도착관리 시스템(국토부 용역 성과) 활용)

○ 외부 시스템 연동 프로그램 개발
- 외부 입력 및 출력 데이터 정의
- 비행 계획 제공 시스템(AFTN[43], FDP[44] 등)과 연동
- 항적 제공 시스템(SDP[45], ASDE[46], A-SMGCS 등)과 연동
- 기타 연동 시스템 정의 및 연동

○ 사용자 프로그램 개발
- 관리자 및 관제석(계류장/지상/국지 관제)별 HMI[47] 개발
- 항공기별 각종 조언 정보 현시

○ 시스템 제어 및 모니터링 프로그램 개발

- 서버 프로세스, 통신 상태, 시스템 관리 기능
- 시스템 로그 및 사용 이력에 대한 조회 기능 등

○ 시험 평가 기술 연구
- Fast-Time 시뮬레이션을 통한 스케쥴링 알고리즘 검증
- 실제 교통상황과 유사한 시뮬레이션 시나리오 생성
- 생성된 시나리오 별 Fast-Time 시뮬레이션 수행 및 분석
- HITL 시뮬레이션을 통한 출발관리의 효용성 분석 및 도입에 따른 편익 평가
- 테스트베드 공항에서의 시범 운용

(※ 시험 평가 과정에서 국제 공동 연구를 통해 획득될 수 있는 기술 또는 툴을 적극 활용하도록 노력)

□ 2단계 : 항공기 출발 및 도착 통합 관리 기술 연구

○ 운용개념 수립
- 국외 최신 기술동향 분석
- 국내현황 및 국내 항공교통상황 분석
- 항로/접근/공항관제 센터 간 교환 필요한 데이터 선별 및 활용 방안 연구
- 통합 운용 개념 수립

○ 출발 및 도착 통합관리 운용 기술 연구
- 출발/도착에 따른 공역 교통상황 정밀 예측
- 활주로에서의 출발/도착 교통량 밸런싱
- 접근관제구역 내 출도착 항공기간 간섭 최소화
- 활주로 및 공역의 동적 변경 및 재구성
- 통합 스케쥴링 알고리즘 연구

○ 통합 및 연동 시스템 구축
- 필요한 외부 입력 데이터 및 연동 시스템 정의
- 시스템 연동 방안 수립
- 인터페이스 설계/구현

○ HMI 및 시스템 모니터링/제어 프로그램 확장
- 관리자 및 관제석별 사용자 인터페이스 수정
- 시스템 모니터링 및 제어 기능 확장

○ 통합 관리시스템 시험 및 검증
- Fast-Time 시뮬레이션을 통한 통합 스케쥴링 알고리즘 검증
- Real-Time 시뮬레이션 시스템 구축
- HITL 시뮬레이션을 통한 출도착 통합관리의 효용성 분석 및 도입에 따른 편익 평가
- 현장 시범 운용

4. 연구 추진방법

□ 추진전략 및 체계

○ 국내 관산학연 공동 연구
- 국내 항공교통 환경 분석, DMAN 운용 및 AMAN/DMAN 통합 운용을 위한 운용개념 수립, 핵심 알고리즘 개발, HITL 시뮬레이션 및 시범 운용 등을 위해 국토교통부, 전문 연구원, 기업, 공항공사 및 학계의 원활한 협력이 필수적임

○ 국내 기 획득 기술 활용
- 구축 진행 중인 AMAN 사업, 기타 연구 개발 완료 또는 진행 중인 관제 관련 과제에서 기 획득한 요소 기술(4-D 궤적 모델링 기술, Real-Time ATM 시뮬레이션 기술, 공항 지상이동 경로배정 및 감시 기술, 감시 자료 처리 기술, 관제 Advisory 정보 생성 기술, 다양한 목적함수에 대한 최적화 기술 등)을 효과적으로 활용

○ 국제 공동 연구를 통한 교통관리 시험 평가 기술 획득 추진
- NASA 등 선진 항공교통관리 연구기관과의 협력을 통한 기술 격차 해소 노력
- ATM 기술 개발 및 효용성 검증 프로세스 관점(운용개념 수립 - 시제개발 - 시뮬레이션 - 시범 운용 - 현장 운용)에서 선진 해외연구기관의 경험 및 기술 획득 추진

5. 최종성과물

□ 1단계 : 항공기 출발 관리 기술 연구

○ 분석 보고서 및 운용 개념 기술서
- 국내 ATM 환경 분석 및 필요 자료 분석 보고서
- 운용 개념 기술서

○ 출발관리 시스템
- 공역 교통상황 모니터링 및 예측 프로그램
- 항공기 출발관리를 위한 스케쥴링 프로그램
- 외부 시스템 연동 프로그램
- 사용자 프로그램
- 시스템 제어 및 모니터링 프로그램
- 시스템 요구사항 명세서
- 소프트웨어 개발 및 시험 문서
- 시스템 시험 결과서

○ 출발관리 검증용 시뮬레이션 도구
- Fast-Time 시뮬레이션 프로그램
- Real-Time 시뮬레이션 시스템

○ 결과 보고서
- Fast-Time, Real-Time 시뮬레이션 기반, 편익 분석 보고서
- 시범 운용 결과 보고서

□ 2단계 : 항공기 출발 및 도착 통합 관리 기술 연구

○ 분석 보고서 및 운용 개념 기술서
- 국내 항공교통상황 분석 보고서
- 출도착 통합 관리 운용 개념 기술서

○ 출도착 통합 관리 시스템
- 통합용 AMAN, DMAN 프로그램
- 외부 시스템 연동 프로그램
- 사용자 프로그램

- 시스템 제어 및 모니터링 프로그램
- 시스템 요구사항 명세서
- 소프트웨어 개발 및 시험 문서
- 시스템 시험 결과서

○ 통합관리 검증용 시뮬레이션 도구
- Fast-Time 시뮬레이션 프로그램
- Real-Time 시뮬레이션 시스템

○ 결과 보고서
- Fast-Time, Real-Time 시뮬레이션 기반, 편익 분석 보고서
- 시범 운용 결과 보고서

6. 연구기간 및 소요예산

○ 총 연구기간 : 2014 - 2022 (8년)
- 1단계 : 2014 - 2019 (5년)
- 2단계 : 2019 - 2022 (3년)
- 당해년도 연구기간 : 2014 - 2015 (협약일로부터 6개월)

○ 총 소요예산 : 22,000 백만원
- 당해년도 소요예산 : 1,000 백만원

7. 기타

○ 본 과제는 “지식서비스 분야”의 과제로 「국토교통기술연구개발사업 관리지침」에 명시되어 있는 “별표5. 내부인건비 지급 세부기준”에 따름

20) DMAN : Departure Management(또는 Manager)
21) AMAN : Arrival Management(또는 Manager)
22) SMAN : Surface Management(또는 Manager)
23) FIR : Flight Information Region
24) TMA : Terminal Maneuvering Area
25) ASBU : Aviation System Block Upgrade
26) PBN : Performance Based Navigation
27) A-CDM : Airport Collaborative Decision Making
28) A-SMGCS : Advanced Surface Movement Guidance and Control System
29) HITL: Human-In-The-Loop
30) SARDA : Spot and Runway Departure Advisor
31) PDRC : Precision Departure Release Capability
32) TMA : Traffic Management Advisor

33) RNAV : Area Navigation
34) RNP : Required Navigation Performance
35) TBFM : Time Based Flow Management
36) VTT : Variable Taxi Time
37) CTOT: Calculated Take-Off Time
38) EOBT: Estimated Off-Block Time
39) TOBT : Target Off-Block Time
40) SID : Standard Instrument Departure
41) TTOT: Target Take-Off Time
42) TSAT: Target Startup Approval Time
43) AFTN : Aeronautical Fixed Telecommunication Network
44) FDP : Flight Data Processor
45) SDP : Surveillance Data Processor
46) ASDE : Airport Surface Detection Equipment
47) HMI : Human Machine Interface

나. 평가기준

1) 평가 기준 설정

○ 연구개발사업의 효율성 및 투명성을 제고하기 위해서 국토교통과학기술진흥원을 중심으로 항행시스템 및 관련분야의 전문가 등으로 구성된 위원회 구성하여 연구 개발 사업 수행 정도를 평가하도록 함

- 평가위원회는 기존의 국토부 미래 항공교통시스템 전환 계획의 TFT 멤버로 구성하거나, 향후 전환계획 추진의 일환으로 구성될 Working Group의 멤버들로 구성될 수 있음

○ 구성된 성과평가위원회는 사업관리 실태를 평가하는 기관역량평가와 사업성과평가를 실시하여 성과평가 종합보고서를 작성하고 해당 부처 및 기관에 송부하여 업무에 활용할 수 있도록 함

○ 사업 연차 및 단계평가와 전체 사업 평가를 연계하고, 사업초기 및 연도별 사업년도 초기의 지표설정 단계에서부터 참여기관간 공동대응



[그림 10] 성과평가 체계 및 진행도

구 분	연차평가	실사평가
주 기	연차별 진도관리평가 및 최종평가	중요 시스템개발단계
실시시기	연차별 과제종료 시점	중요 시스템개발단계 수행 후
주 체	국토교통과학기술진흥원	국토교통부
내 용 및 방 법	연구책임자는 당해연도 연구결과를 발표하고 당해연도 사업 평가를 성과평가위원회로부터 받음	연구책임자는 중요 시스템개발단계 수행 후 해당 사업의 시스템개발단계의 평가를 성과평가위원회로부터 받음
결 과	지적사항에 대한 조치 및 승인 후 차년도 진행	지적사항에 대한 조치 및 승인 후 다음 단계 진행

[표 31] 연차 및 단계별 성과평가 방법