

論文

우리나라의 차세대 자유비행 인프라구축 전략에 관한 연구

한재현*, 김장환**, 강자영***

A Study for Master plan of Infrastructure Establishment of Next Generation Free Flight Concept

Jae-Hyun Han*, Chang-Hwan Kim**, Ja-Young Kang***

ABSTRACT

International organizations related to air transport such as ICAO, IATA, ACI are forecasting that the number of passenger will grow about 4.4% annually up to 2015. Therefore, the innovation of given system, technology and operation procedure is required in global scale to cope with the increase of air traffic demand. CNS/ATM infrastructure based on satellite is considered to play key role in order to solve the problems due to the dramatic increase of air traffic demand over the world.

Free flight concept in the air transport operation has been proved with CNS/ATM infrastructure especially in USA and Europe. Therefore, it is necessary to develop key technologies to overcome technology gap and to secure international competitiveness in Korea.

ADS-B is an important issue, and new element technologies should be considered as essential items which were shown in Capstone project. Nowadays, the free flight concept is combined to Air Transport Road Map such as NextGen project in USA, SESAR in Europe. In this process, free flight is included in the concepts such as ATM(Air Traffic Management), aviation security and safety, environmental protection and economy development, wide area weather variable reduction service, information integration and application between the related authorities (civil/military) etc.

The purpose of research is to establish mid-term and long-term infrastructure plan and strategy for free flight realization in Korea. The analysis of action target and equipment construction status, phase construction plan of infrastructure has been performed by considering mid-term and long-term free flight plans of USA and Europe.

Key Words : Free Flight(자유비행), CNS/ATM(차세대항행기술), Next-Gen(차세대), self-separation(자체분리), ATC(항공교통관제)

1. 서론

ICAO, IATA, ACI 등 국제적으로 권위를 인정받고 있는 항공관련 기구는 물론 Boeing, Airbus 등 주요 항공기 제조사는 향후 20년 이내에 항공수요가 현재보다 약 2~3배 수준으로 급격한 증가추세를 형성할 것이라는 공통적인 전망

† 2008년11월26일 접수 ~ 2008년12월26일 심사완료

* 한국교통연구원 항공교통연구실 책임연구원

** 한국교통연구원 항공교통연구실 연구원

*** 한국항공대학교 항공경영대학 항공운항학과 교수
연락처, E-mail : jhhan@koti.re.kr
경기도 고양시 일산서구 대화동 2311번지

을 하고 있다. 항공여객은 향후 2015년까지 연평균 약 4.4% 성장할 것으로 전망하고 있고, 전 세계 국제선 여객은 10억 명, 국내선은 15억 명으로 총 25억 명 정도로 전망하고 있다¹⁾.

이러한 항공수요 급증에 비하여 항공기를 수용할 수 있는 공역, 공항 등의 물리적 자원은 상대적으로 매우 제한적이기 때문에 항공교통 지연과 혼잡의 증가, 이로 인하여 발생하는 불필요한 비용의 발생은 현재보다 대폭 증가할 것이 필연적이다. 특히, 수요증가에 따라 단위 공역내의 항공기 밀도가 높아지게 되면 항공기 충돌사고 등 안전 저해 요인이 가중되는 결과를 초래한다.

이러한 점은 지난 40년 동안 산업계에서 활용되어 오던 현행 항공교통시스템과 관리·운영방식으로는 미래의 항공수요에 적절히 대응할 수 없음을 의미하며 혁신적 운영기술 및 개념이 필요하다는 결론에 도달한다. 이와 같은 수요 증가의 전망과 우려에 따라 국제적으로 이에 대응하기 위한 기술개발, 운영개념 정립, 관산학연의 전방위적인 협력체계 구축 등 관련 활동이 활발하게 전개되고 있다.

1991년 제10차 국제항행회의에서 위성을 기반으로 하는 CNS/ATM을 장래의 국제적 표준 항행시스템으로 채택하고 ICAO가 각 계약국에 이의 구축을 의무화하고 있다는 사실은 위와 같은 대응 동향의 대표적 사례에 해당한다.

CNS/ATM 체제로의 전환이 완료되면 항공기 운항 안전성과 경제성이 향상될 것으로 평가되고 있다^[1]. 초기에는 이러한 편익(Benefit)의 발생을 강조하여 국가, 항공사, 사용자 등 각 주체에게 강한 동기를 유발하려는 접근이 시도되었으며 현재 지역별 실행계획에 따른 Global CNS/ATM의 구축 진행 중에 있다^[2]. 아울러 기존의 규정·제도적 틀도 재정비함으로써 수용량을 증대하고 보다 효율적인 항공교통관리를 가능하게 할 수 있도록 하는 방안도 병행하고 있는데 수직분리기준 축소(RVSM)는 이를 잘 설명하고 있다.

1995년 항공무선기술위원회(RTCA)는 CNS/ATM 인프라를 기반으로 하여 보다 효율적이고 안전하게 운항할 수 있는 진보된 개념의 자유비행(Free Flight)을 제시하였다^[3]. 이후 RTCA와 미연방항공청(FAA), EU 등을 중심으로 자유비행 개념을 점차 현실에서 적용할 수 있는 실현 가능한 개념으로 검증·확립되고 있다^[4].

따라서 본 연구의 목표는 우리나라의 자유비

행 실현을 위한 항공선진국의 중장기적 자유비행 추진 목표, 시설구축 현황 및 단계적 시설 구축 계획을 조사 분석하고, 국내의 항공교통량 분석 등을 통하여 자유비행을 위한 중장기적 인프라 구축 및 운용전략을 도출한 후 향후 각 공항, 관제소 및 항로시설을 연계시키는 단계별 구축방안을 제시하고자 한다.

II. 자유비행의 운영 개념

2.1. 정의 및 특징

자유비행이란 CNS/ATM 인프라 기반위에서 실현되는 운영개념으로서 항공기(조종사)가 관제기구의 조인 없이도 자체적으로 분리(self-separation)할 수 있는 능력을 갖추고 비행 중 기상 및 교통상황 등을 고려하여 자유롭게 항로를 선택할 수 있는 결정권을 보유하는 새로운 개념의 운항방식으로 이해할 수 있다^[5].

다만, "Free Flight"의 단어적인 의미로 본다면 항공기가 제한 없이 자유롭게 운항하는 것으로 오인될 수 있는 개연성이 매우 높는데, 자유비행은 어디까지나 계기비행규칙(IFR)의 원칙하에서 적용되는 개념이다.

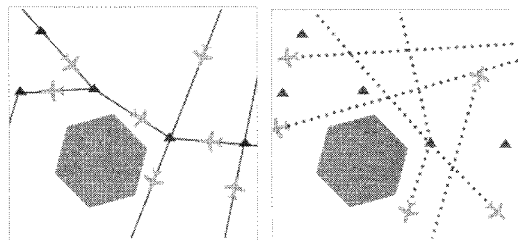


Fig 1. 기존의 고정항로와 자유항로 개념의 비교

즉, 자유비행이 도입될지라도 항공교통관제(ATC)가 불필요해지거나 현행 항로비행의 개념이 전면 폐지되는 것은 결코 아니라는 점을 인지할 필요가 있다. 이는 항공기 분리 및 항공교통통제를 수행하는 현행 ATC의 업무를 경감시키고 이로 인한 인적요인의 오류방지, 항공교통관리 효율화를 기하는 것이며 항공안전의 확보를 위해서는 언제든지 제한사항이 발부될 수 있다.

1) ICAO, Outlook for Air Transport to the Year 2015, Circular 304, 2004

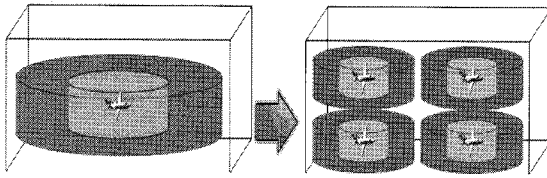


Fig 2. 현행 분리기준(좌)과 향후 자유비행 인프라 구축에 따라 감소되는 분리기준(우)

2.2. 목표 및 효과

자유비행은 모든 비행단계에서 조종사와 관제사 모두에게 유연성·안전성·효율성을 향상하여 보다 조화롭고 협력적 의사결정(CDM)이 가능한 업무환경을 조성하는 것을 목표로 하고 있다[6]. 미국 회계감사원(GAO)이 의회에 제출한 보고서에 따르면 자유비행 인프라가 일정 수준이상 구축될 경우, 장래에 항공수요가 대폭 증가하더라도 지연이 비례적으로 증가하지 않게 되어 공항 등의 혼잡이 극심하지 않을 것임을 분명하게 명시하고 있다(자유비행 인프라 구축은 수용량 증가의 함수.)²⁾

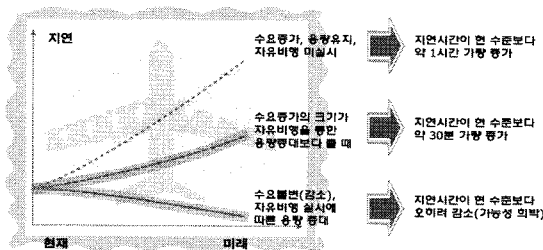


Fig 3. 항공교통 수요, 용량, 지연의 관계 그래프

III. 항공선진국의 자유비행 계획의 시사점

3.1. 일반사항

미래의 국제항공에 대한 전망과 예측은 국가는 물론 국내 관련 산업의 육성을 목표로 반드시 필요한 과정이었던 바, 근래에 논의되는 주요 이슈는 항공자유화, 보안, 안전, CNS/ATM, LCC 등

다양하게 분류되고 있으나 결국 대부분 “급증하는 항공수요”에 대한 대응으로 귀결되고 있다[7].

발표하는 기관 및 연도, 인용결과, 대상국가에 따라 구체적인 수치는 조금씩 상이하지만 대략 2020년을 전후로 현재보다 여객 2배, 화물 3배의 증가가 예상되고 있다. 이에 대응하기 위해서는 기존의 시스템과 기술, 운영방식으로부터의 혁신이 요구되며, 대부분의 국가에서 위성기반의 CNS/ATM 인프라 구축이 수요급증의 문제를 해결할 수 있는 핵심적 역할을 할 것으로 인식하였다는 점은 보편적인 현상이다.

그러나 지금까지 국내에서 CNS/ATM은 하드웨어적인 개념에서 고려되어 온 측면이 매우 강하며, 이러한 인프라를 구축한 기반위에서 어떻게 안전하고 효율적으로 항공기를 운항할 것인가에 관한 운영개념은 상대적으로 간과되었던 것으로 평가할 수 있다[8].

3.2. 주요 인프라의 도출

CNS/ATM 인프라를 기반으로 하는 미래 항공기 운영개념으로서 자유비행(Free Flight)은 이미 미국, EU, 일본 등 주요 항공 선진국을 중심으로 일정수준까지 검증 과정이 진행되어온 바[9], 국내에서도 관련 핵심기술 개발 등 적극적 대응체제를 형성하는 것이 기술격차를 줄이고 국제 경쟁력을 확보할 수 있을 것으로 판단된다.

주요 시스템적 대안은 ADS-B가 단연 부각되고 있으며, 종래에는 CNS/ATM의 범주에 포함되지 않았거나 비교적 중요하게 고려되지 않던 새로운 요소기술인 Capstone 등 실증 프로젝트의 추진과정에서 필수적인 항목으로 지위를 확고히 하는 경향이 있다. 이러한 새로운 요소기술은 TIS-B, FIS-B, UAT, Networked Operation, PBN, MFD, 영향평가 및 각종 항공교통관리 Tool 등으로 요약된다.

3.3. 자유비행 인프라 구축 진행현황 및 진보

주목할 만한 내용은 기존의 자유비행 개념이 국가적 공역체계와 양립, 혹은 구분되는 개념이 아니라는 점이 부각되면서 국가적 차원의 미래 항공로드맵을 수립하는 형태로 프로젝트간의 융합·접목되고 있다는 점이다. 이 과정에서 기존

2) GAO-01-932 FAA's Free Flight Program, 여기에서의 '일정수준'은 초기 미국에서 실시한 자유비행 1단계(Free Flight Phase 1)에서 제시한 인프라를 의미함

3) 알래스카의 Capstone Program과 Ohio River Valley의 항공운송 실태조사가 반영된 FAA 보고서에 따르면, ADS-B는 NAS에 적용될 준비가 되어 있다고 보고된 바 있음

의 Free Flight 개념은 비행과 관제의 개념을 넘어 항공안전 및 보안, 환경보전 및 경제발전, 전 공역 기상변수 경감운항, 이해당사자(특히 민간) 간의 정보통합 및 활용 등이 부가되면서 미국의 NextGen, 유럽의 SESAR와 같은 보다 폭넓은 개념으로 흡수되고 있다[10].

IV. 국내 자유비행 인프라 구축 필요성

4.1. 기술적 측면

우선 국제민간항공기구의 차세대 항행시스템 전환계획(Global/Regional Plan) 추진에 부합하는 국내 구축계획 및 기술개발 계획의 수립이 필요하다. 차세대 CNS/ATM 기술은 2015년 이후 본격 실현이 예상되며, 기술 진보에 따른 시스템 변화가 향후 더욱 가속화 될 것으로 전망된다. 따라서 미래 CNS/ATM 기술 분야의 변화를 유연하게 수용할 수 있는 항공교통서비스 인프라 구축과 신 시스템 도입과 기존 시설과의 병행 사용에 따른 기술적 혼란을 방지할 대책 마련이 필요하다.

국내 기술개발 부재시 기술 선도국에 의한 기술종속, 직접 도입으로 인한 운용유지비용 과다 소요 등 항공교통 기반기술 부재로 인한 악순환 지속이 예상된다. 또한, 항공교통량의 지속적 증가로 항공교통관리 기술의 중요성이 부각되고 있다. 국내 항공교통 관제량은 1994년 244천회, 2004년 371천회로 연평균 4.28% 증가⁴⁾되었으며, 향후 2009년에는 457천회, 2014년에는 564천회로 각각 증가될 것으로 예상된다.

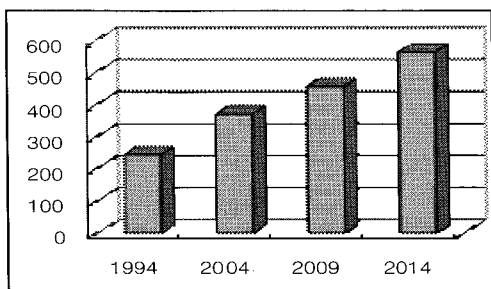


Fig 4. 국내 항공 관제량 증가 추세

아시아지역 증가 추세가 서구 선진국을 능가하며, 한국의 경우 휴가 성수기인 1월~4월의 경우 '07년 전년 동기 대비 교통량 15.7% 급증 추세⁵⁾이고, 향후 항공체증으로 인한 이착륙 지연 증가가 예상되므로 기술적 및 제도적 대처 방안 수립이 필요하다.

4.2. 경제·산업적 측면

항공교통 수요의 지속적인 증가⁶⁾가 가장 큰 원인으로 국제선 여객(부정기 포함)은 1994년 13,076천 명, 2004년도 26,931천 명으로 연평균 7.49% 증가하였으며, 2014년은 2004년도 여객 수송량의 2배를 초과할 것으로 예상되며, 국내 및 국제선 총 화물 수송은 1994년도 1,419천 톤, 2004년도 2,978천 톤으로 연평균 7.69% 증가하였으며, 2014년도는 2004년도 화물량의 2.5배를 초과할 것으로 예상된다.

중대형 항공기의 운송은 국내선의 증가보다는 국제선의 증가 추세에 대처하는 전략 수립이 필요하며, 국내선의 경우는 소득증대에 따른 고급화, 레저 스포츠로서의 욕구 증대에 따른 초경량 및 소형 항공기의 증가에 대처할 전략 수립이 필요할 것으로 예상된다.

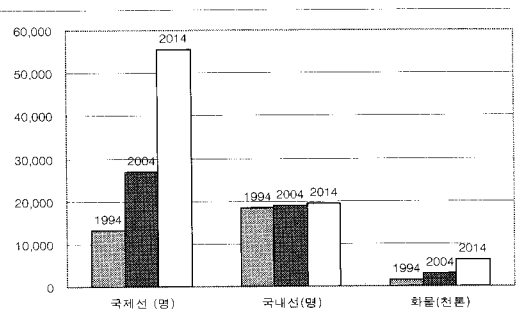


Fig 5. 국내 항공 운송량 증가 추세

또한, 국내 공항의 결항률을 최소화하여 항공 운항 효율 증대가 필요하다. 결항의 가장 큰 원인은 기상이 64.78%로 가장 높고, 항공기 접촉문제 22.88%, 기타 10.37% 및 정비가 0.99%로 분석되었다. 특히 지방공항의 경우 시설수준 문제로 인해 기상영향이 76.96%로 더욱 문제시 되는 것으로 분석⁷⁾되었다. 중단기적으로 기존 항행안전

4) 건설교통부, 항공교통센터, '항공교통관제량' 통계자료, 2006

5) 인천국제공항공사, 항공통계, 2007

6) 항공진흥협회, 항공통계, 2006

시설과 병행 사용이 예상되는 CNS/ATM 기술의 적용으로 조종사와 관제사의 주변상황인식 능력을 향상시켜 일정 부분의 기상영향 및 관제 문제로 발생하는 결항 및 지연의 최소화가 가능할 것으로 판단된다.

4.3. 사회 · 문화적 측면

우선 생산 효율 중심에서 운송 및 서비스 효율 중심으로의 경제적 변화를 들 수 있다. 단순 항공기 개발에서 경제성과 이용자의 편의성을 중시하고 운송 서비스의 질에 더 큰 가치를 두는 방향으로의 항공 산업구조의 변화와 항공 수요 충족을 위한 저가 항공사 등장, 전세 항공기 증가, 초대형 민항기, 무인기 등 다양한 항공기 출현에 대처하는 안전하고 효율적인 항행안전 인프라 구축의 필요성이 부각되고 있다.

그리고 지역중심에서 글로벌 중심 인프라로의 사회적 변화가 진행 중이다. 통신을 이용한 전 세계 실시간 네트워크화 및 IT기술에 기반을 둔 항공운송 관리수단의 변화로 다양한 정보공유 및 대용량 정보처리에 기반을 둔 항공운항관리체계와 위성항법을 통한 전 세계의 동일 규격화된 인프라 및 운영체계 적용 등 글로벌 표준에 적합한 항공운항서비스의 필요성이 중요시 되고 있다.

마지막으로 아시아 태평양 지역의 항공교통관리 중심국 경쟁이 주요 쟁점으로 나타나고 있다. 아시아 태평양 지역은 중국의 급성장과 동남아 국가들의 발전으로 타 지역에 비해 항공교통량의 증대가 상대적으로 높다. 특히 한 · 중 · 일 인접국의 영공방어 및 정치적 논리에 의해 자국의 항공운송 편의성을 극대화하는 정책을 추구하고 있다.

V. 국내 항행안전 관련 계획 검토

5.1. 항행안전시설 중장기 발전계획(2003. 9)

본 계획은 1990년대 이후 증가된 항공교통량을 지원하기 위한 기존의 항행안전시설 개량, 증설, 현대화 등의 요구가 증대되었기 때문이다[11].

기본원칙은 항행안전시설의 선진국 수준 확충 및 현대화를 통한 안전성 강화, 경제적 항공운항 여건 조성이지만 본 계획에서 고려하는 대상은 기존의 지상기반 항행안전시설 및 등화장비 등에 해당하며 자유비행 인프라 측면의 관련성은 미약한 것으로 평가되었다.

5.2. CNS/ATM 구축계획(2005. 12)

본 계획은 ICAO의 차세대 위성기반 항행시스템 표준결의에 따르는 대응 및 종래 지상기반 시설의 한계 극복(수용량 및 효율 증대)으로 관련 기술을 자체 연구 개발하여 동북아 항공 중심국 구현 및 항공 산업의 국제 경쟁력 강화가 기본원칙이다[12]. 본 계획은 기술개발 및 구축을 통하여 2015년까지 기존시설과 병행 운영하는 계획을 갖고 있으며 CNS/ATM은 자유비행 구현을 위한 기본 인프라로서 필수적인 요소이다.

5.3. 항공선진화 R&D 사업(2006. 건설교통부 R&D 혁신 로드맵)

본 계획은 정부의 연구개발 실효성을 증대하기 위하여 항공분야는 2006년 수립된 '건설교통부 R&D 혁신 로드맵'을 기반으로 통신, 항행, 감시 및 항공교통관리, 공항의 4대 분야로 구성되었고, CNS/ATM 분야는 기존의 구축계획을 대부분 반영하여 수립되었다.

하지만 TIS-B, FIS-B, MFD, UAT, Airborne Equipment, Integrated Network, 절차 개발(RNP, RNAV 기반) 등 자유비행을 위한 많은 세부 요소 기술은 반영되어 있지 않은 것으로 분석되었다.

VI. 국내 자유비행 인프라 구축 방안 도출

RTCA, FAA, NAS, NextGen과 같은 거대 프로젝트는 사전에 계획이 수립된 이후 장기간 사업이 진행되는 것이 통상적인데, 현실에서는 다양한 변수에 따라 환경이 급변할 가능성이 있어 계획의 변경이 요구될 수 있다는 점이 문제로 거론되었다. 잠재되어 있고 불확실성을 갖는 이러한 위협요인을 제거(감소)하기 위해서는 다년간 프로젝트에 연차별 재평가(Annual re-evaluation, Annual revision) 항목을 하나의 과제로 운영하는 것이 필요하다.

국내에서 자유비행과 관련된 인프라의 기술개발의 세 가지 계획 중, 항행안전시설 종합발전 기본계획은 현재 지상에서 운용중인 ILS, VOR, DME, Lightning 등의 시설에 대한 계획이므로 자유비행과 직접적인 연관은 없는 것으로 조사되었다. CNS/ATM 계획과 항공선진화 연구개발은 위성기반의 차세대 항공기술을 개발하는 것을 주된 내용으로 하고 있으며 자유비행을 위한 필수 인프라의 역할을 하게 될 것으로 전망된다.

이미 구체적인 계획이 수립되어 연차별 계획에

따라 진행될 예정이나, 상술한 TIS-B, FIS-B, UAT 등의 세부기술은 반영되지 않고 있으므로 국내에서 자유비행이 실현되기 위해서는 이에 대한 인프라 구축 전략이 필요할 것으로 판단된다. 또한, 국내에 선진국 사례분석을 통한 인프라 구축전략을 수립함에 있어 우리의 실정과 다른 부분에 대해서 최적화된 발전전략을 수립할 필요가 있다.

초기 FFP 1, 2에서 진행된 MC-TMA, SC-TMA, pFAST, SMA 등의 영향평가 및 ATM 도구는 현재 국내 실정에는 적합하지 않은 것으로 판단되었으며, 이러한 이유는 미국과 우리나라의 레이더 접근관제소, 항로관제소의 관할 범위가 상이하며 현재 미국 내에서도 FFP 단계의 사업이 더 이상 추진되고 있지 않기 때문이다.

특히, 현재 국내의 ACC는 인천의 항공교통센터가 유일한데, 대부분 항로비행 단계에서 분리가 제공되며 이후 접근관제소로 관제이양(Hand-Off)되고 있는 실정이다. 또한, 관할범위가 매우 협소한 국내 접근관제소에 FFP ATM tool을 도입할 경우 오히려 업무부하가 발생할 가능성이 높은 것으로 사료된다. 다만, 항로비행 단계에서 적용되는 URET는 인천 ACC에 도입될 필요성이 있다고 판단된다.

추진체계 및 방법은 해외사례에서 보이는 바와 같이 항공분야의 각 분야별 전문가로 구성된 운영위원회를 지속적으로 운영하여 평가, 검증을 수행하고 이를 통해 도출되는 결과물이 현실에 반영되어야 할 것으로 판단된다.

국내 적용단계의 문제점 개선 및 성과물의 품질향상을 목표로 Capstone와 같은 실제 환경에서의 검증과정 운영이 반드시 필요하며[13], 특히, 협소한 공역 내에서 다수의 군 관할 공역이 존재하는 국내 특성상 군과의 긴밀한 협조와 협력적 이해가 필수적으로 요청된다.

VII. 자유비행 인프라 구축을 위한 주요 계획

7.1. 원칙

RTCA 자유비행 실행계획 보고서, FAA의 자유비행 실행계획, Safe Flight 21의 Capstone 프로그램, 유럽의 지중해 자유비행 프로그램, NAS 현대화 계획, NextGen 계획 등의 해외사례 분석 결과 및 국내 현황분석을 통하여 도출된 시사점을 반영하는 것을 주요 원칙으로 한다. 또한, 선택과 집중, 사업의 중복투자 방지를 통한 최적의

인프라 구축전략을 수립하기 위하여 투자대비 효과성이 우수할 것으로 기대되는 주요 시스템적 대안을 설정하도록 한다.

7.2. 자유비행 도입을 위한 주요 전략과제 선정

상기 원칙에 의거 국내에서 자유비행 개념 도입을 위해 최우선적으로 시행해야 하는 주요 시스템 및 인프라를 5대 분야별 전략 및 21개의 세부과제로 선정하여 추진하도록 한다. 본 연구에서 해외 사례 검토를 통하여 우리나라의 자유비행기반 인프라 구축전략을 단기계획, 중기계획, 장기계획의 3단계로 나누어 도출하였다.

우선 단기계획 단계(2008~2011년)에서는 ‘차세대 자유비행 추진체계 확립을 위한 법령 및 시행령 제정’, ‘성공적인 자유비행 구축을 위한 국가항공교통위원회(가칭) 활동’, ‘공역의 효율성 및 안전성 증대를 위한 차세대 항공교통 시스템 기초연구’를 주요 추진 전략으로 설정하였다.

중기계획 단계(2012~2018년)에서는 ‘자유비행기반 인프라 구축을 위한 차세대 항공교통 시스템 개발’을 추진 전략으로 설정하였고, 장기계획 단계(2019~2025년)에서는 ‘완전한 자유비행 개념의 운영 방식 및 신개념 시스템 구축확립’을 추진 전략으로 설정하였다. 차세대 자유비행기반 인프라 구축 전략은 다음과 같다.

전략 1. 차세대 자유비행 추진체계 확립을 위한 법령 및 시행령 제정

우리나라의 자유비행 개념 도입을 위한 중장기 계획 전반에 걸쳐 모든 진행이 운영위원회에 의해 진행되어야 하며, 운영위원회의 법적인 책임과 의무, 권한을 부여하기 위해서 대통령령으로 제정한 항행안전시스템관련 진흥법과 이에 따른 시행령, 시행규칙들이 제정되어야 할 것으로 생각된다.

현재 우리나라에는 과학기술부의 우주개발진흥법을 포함한 26여개의 진흥법이 있는데 그 중 우주개발진흥법[제정 2005.5.31 법률 7538호] 제6조(국가우주위원회)에서 국가우주위원회를 규정하고, 우주개발진흥법 시행령[일부개정 2006.7.4 대통령령 제19606호] 제4조와 제5조, 제6조에서 국가우주위원회의 구성에 대하여 규정하고 있다.

따라서 자유비행 구현을 위해 항공교통기술개발 진흥법을 제정하여 국가항공교통위원회를 규정하고, 항공교통기술개발진흥법 시행령에서 국가항공교통위원회 구성에 대하여 규정할 필요가 있다.

전략 1의 세부 과제는 '항공교통기술개발 진흥법(가칭) 제정'과 '국가항공교통위원회(가칭) 구성 및 관련 소위원회 규정'이다.

전략 2. 성공적인 자유비행 구축을 위한 국가항공교통위원회(가칭) 활동

운영위원회는 구축 계획이 진행되는 동안 각종 운영평가와 분석을 통해 시스템 개발 및 구축의 올바른 방향정립 및 품질향상을 위하여 요구되는 제반 사항에 대하여 권고사항을 제시한다. 우리나라의 자유비행 개념 도입을 위한 운영위원회는 새로운 CNS/ATM 능력에 있어서의 정부/산업간 합의가 주요 목적이고, 차세대 자유비행개념 구축 계획에 따른 개발과 평가를 지속적으로 모니터링하는 역할이다. 운영위원회는 실행기간 동안 특정한 권고와 이론적 분석을 하고, 처음 수립된 로드맵의 변경을 요구할 수도 있다.

전략 2의 세부 과제는 '조직체계 정립', '비용편의 분석 연구(경제성 분석)를 통한 예산안 정립', '실행 전략 및 세부과제에 대한 검증 및 평가'이다.

전략 3. 공역의 효율성 및 안전성 증대를 위한 차세대 항공교통 시스템 기초연구

공역은 다양한 사용 목적에 따라 구분되어지며, 오랜 시간동안 축적되어 온 제도, 규칙, 운영개념 등이 종합적이고 유기적으로 연계·운영되는 물리적 공간이다. 자유비행과 같이 새로운 운영개념이 기존의 공역체계에 조화롭게 적용되기 위해서는 안전성을 확보할 수 있고 보다 효율적인 운영이 가능하도록 분석·검증·개선과정이 필수적이다. 특히, 공역 수용량이 포화상태에 도달한 현실에 비추어 볼 때, 장래 항공수요 급증에 대한 전망과 우려는 국제 항공분야에서 다양한 접근방법과 새로운 운영개념·기술의 등장을 촉진시키고 있는 바, 국내에서도 이에 관한 기초연구의 추진이 절실히 요청된다.

전략 3의 세부 과제는 '절차, 제도개선 및 보완, 운영평가, 분리권한 위임 및 보증 연구', '대기권 비행체 및 우주 비행체의 항공교통관리 일원화', '성능기반항법(PBN(RNP, RNAV))도입 방안 연구', '항공기 및 지상국 통합 CNS 요소 기술 연구'이다.

전략 4. 자유비행기반 인프라 구축을 위한 차세대 항공교통 시스템 개발

FAA, EU, 일본 등 다양한 항공선진국에서 추진한 실증 프로젝트에서 확인되는 바와 같이 위성기반의 차세대 CNS/ATM을 구성하는 핵심 기술은 단연 ADS-B로 압축되고 있다. ADS-B는 CNS/ATM의 분류체제로 볼 때에는 기존의 레이더를 대체 및 보완하는 '감시(Surveillance)' 분야에 해당하지만 실제에 있어서는 CSN의 모든 기능과 역할이 유기적으로 결합된 포괄적인 개념이다. 다만, 현재 ADS-B를 구현하기 위한 데이터 통신링크의 방식은 대략 Mode S 확장스쿼터, VDL M4, UAT 등 3가지 형태로 압축되고 있다. 각각의 방식은 나름대로의 장단점을 갖고 있으므로 세부 기술표준을 선정하고 국내 상황에 적합한 운용상의 이점 및 기술평가 등의 실증단계 거치는 과정이 필요하다.

또한, 항공기 및 관제기구 간 전송 데이터는 점차 대용량화 될 가능성이 높는데 이러한 데이터를 효율적으로 송수신하기 위해서는 압축 기술의 선정과 세부 요소기술 개발이 데이터링크 시스템 개발과 함께 고려되어야 하므로 이에 관련된 세부 과제는 '항공 데이터 통신 및 방송 시스템 개발', '대용량 정보 전송용 데이터 압축 기술 개발'이다.

한편, CFIT 사고 방지를 위한 인프라를 구축하기 위해서는 무엇보다 지형장애물 DB구축 및 그래픽 기반의 지형도가 제작되어야 한다.

이러한 기반 위에서 공항주변, 산악지역 등 주요 지점의 지형장애물에 대한 고도값 속성(attribute)을 기초로 비행중인 항공기에게 충돌경보 제공이 가능하게 된다. 이에 관련된 세부 과제는 '지상충돌사고(CFIT: Controlled Flight Into Terrain) 방지를 위한 지상충돌 경보 시스템 개발', '항공용 지리정보 데이터베이스(GIS DB) 및 위치이동 기반의 항공전자지도시스템 개발'이다.

현행 지상 레이더 기반의 감시체제하에서는 레이더 관제사만이 전체 교통상황을 정확하게 인지할 수 있으나 ADS-B는 실시간 교통상황을 조

8) Mode S Extended Squitter(확장스쿼터) 방식은 ICAO SICASP(Secondary Surveillance Radar Improvement and Collision Avoidance System Panel)에서 제안한 기술이며, VDL M4는 ICAO AMCP(Aeronautical Mobile Communications Panel)에서 제안한 바 있음. UAT는 FAA의 Capstone 프로그램 등을 통하여 실증된 내용을 바탕으로 제안된 기술임

종사-관제사 간 공통적으로 공유하게 됨으로서 보다 효율적인 업무환경이 조성될 수 있다. 이는 안전하고 효율적인 항공기 분리를 위하여 각 항공기에게 개별적으로 발부되어야 하는 교통정보가 감소되므로 무선통신 혼잡도가 획기적으로 저감되며, 항공기가 사전에 자체적으로 분리(self traffic contact and avoid)할 수 있는 능력을 보유하게 되기 때문이다.

ADS-B는 장래 항공교통의 유망기술로 그 적용이 확대될 것으로 예상되고 있으므로 관련 기술을 축적하는 것은 국가 경쟁력을 확보하면서 항공선진화 대열에 진입할 수 있는 좋은 기회가 될 것으로 판단된다.

한편 기존에 논의되던 '감시' 영역의 범주(category)에는 TIS-B, FIS-B 등의 기술은 부각되지 못한 측면이 있으나 ADS-B로 전환되는 과도기에 성능강화를 도모하기 위해서는 관련기술 개발이 요청되고 있고, 실시간 교통, 기상, 지형, 공항정보, AIP 등 활용가능한 모든 정보를 바탕으로 조종석 내에서 전천후 상황인식이 가능하고 적절한 조치를 취하기 위해서는 다양한 기능을 통합하여 시현하는 장비의 개발이 함께 고려되어야 한다.

조종석 내 다기능 통합디스플레이 장비(Cockpit MFD)는 항공기 탑재장비로서의 인프라 성격도 있지만 ADS-B, TIS-B, FIS-B, GNSS, Communication과 같은 모든 전략을 집대성하는 최종사용자 관점의 기술개발에 해당된다.

따라서, 조종석 내에서 다양한 정보의 획득도 중요하지만 시현되는 정보가 빠르고 쉽게 인지될 수 있는 특성(easier recognizability), 조작의 편의성(user oriented interface)과 같은 사용자 관점의 성능요구가 반영되어야 한다. 이에 관련된 세부 과제는 '디지털 통신 및 위성항법 기반 자동 감시 시스템(ADS-B) 개발', '항공교통정보시스템 개발(ADS-B 미장착항공기에 대한 레이다 감시 정보 방송)', '전공역 비행 정보 시스템(비행정보, 기상정보 등) 개발', '다기능 조종석 정보 디스플레이 장치 개발' 이다.

전략 5. 완전한 자유비행 개념의 운영 방식 및 신개념 시스템 구축확립

Free Flight 구현의 예상되는 문제점을 개선할 수 있을 것으로 판단되는 핵심기술(ADS-B 등)을 개발하는 단계(R&D phase) 이후에는, 이의 적용 및 확대 단계(deploy & extension phase)과정의 전략적 추진이 요구된다. 그러나, 기술개발이 완

료되었다고 하여 특정시점에 전면적으로 전환하는 것은 기존 시스템과의 단절, 사용자 계층의 혼란 가중, 탑재장비 등 장착 미비로 인한 전개 불능의 사태를 초래할 수 있다.

구체적으로 본다면 국내에서 새로운 제도로의 전환을 어떠한 방식으로 유도(법제화 및 강제 vs 편익유발의 동기부여 강조)할 것인지, 이행을 위한 유예기간을 언제까지로 설정할 것인지 등의 전략이 수립되어야 한다.

특히, 적용 및 확대 단계에서는 주요 시스템이 구축되는 거점의 적합성을 분석하는 과정이 필수적인데 이는 우리가 처해 있는 분단된 공역상황에 비추어 장래 통일한국의 단일 공역시스템에 대한 운영방안, 군 작전 공역의 통폐합을 통한 공역 효율성 증대의 문제를 심층적으로 고려한 전방위적 접근이 요구된다.

전략 5의 세부 과제는 '기존 항행안전시스템 및 시설과의 병행 운영', '완전한 자유비행 개념의 운영 방식 확립', '미래 통일한국 및 동북아시아 단일 공역시스템 운영 방안 검토', '공역의 민군 공동 운영' 이다.

VIII. 결 론

본 연구에서 5개의 주요 전략과 21개의 세부 과제를 제시하였는데 이와 같은 차세대 자유비행 인프라 구축에 대한 기대효과는 다음과 같다.

첫째, 네트워크화 된 광역정보처리시스템을 통한 신속, 정확한 판단과 지원이 가능하게 된다. 이는 원활한 항공교통 흐름 관리와 기반시설, 기상정보 활용에 이용될 수 있다.

둘째, 성능에 기반을 둔 운영개념 및 서비스가 가능해진다. 주요 내용으로 협업적인 항공교통관리, 기상영향을 거의 받지 않는 운영, 항공기 경로기반 운영 및 항공기 분리 관리 등의 서비스 기능의 향상을 들 수 있다.

셋째, 실시간 기상정보의 즉각적 활용을 통한 의사결정지원시스템 운영이다. 이는 네트워크 기반의 기상 정보는 승인된 모든 사용자가 이용 가능해진다. 신뢰성이 높은 가상적이고 일반적인 기상 사진은 최적의 항공교통 의사결정을 위한 기초 사항이다. 기상 데이터는 사용자의 운영적인 측면에서 필요한 조건에 맞도록 표현되고 지상, 공중, 공간 기반 센서들이 통합된 최적의 관측 시스템을 활용하게 된다.

넷째, 광역 정밀 항행시스템의 구축을 들 수 있다. 항공로는 지상기반 항행지원시스템으로부터

터 독립적인 운용이 가능해지며, RNAV는 모든 곳에서 사용되고, RNP는 요구된 모든 곳에서 이용 가능해진다.

다섯째, 보다 원활한 항공교통흐름을 위한 진보된 개념의 4차원 경로관리가 가능해진다. 자가분리 서비스 제공과 교통흐름 경로 관리, 초고밀도 출/도착 공역 관리와 같은 정확한 운항경로 실행에 기반한 관제 서비스와 항로 운영을 할 수 있다.

여섯째, 공통적 상황인식을 지원하는 시각적 운영지원시스템의 구축으로 시계 확보 없이도 항공기 운용을 허가하는 향상된 정보 이용 능력과 공항의 지상 운영과 출/도착 운영을 위해 향상된 접근성을 제공한다. 또한, 기상 조건에 관계없이 교통흐름을 예측할 수 있고 보다 효율적인 운영이 가능해진다.

마지막으로 초고밀도 교통량 운영이 가능하게 된다. 이는 RNP 운영과 절차의 사용, 항적 후류 영향의 감소, 향상된 활주로 침입 방지를 위한 운영 방식, 활주로 상에서 발생한 문제로 인한 수행보고의 자동화, 착륙하기 전에 택시운영 지시로 지상운영의 향상된 효율성 등의 첨단화된 운영 방식으로 가능할 수 있다.

위와 같은 기대효과를 완전히 얻기 위해서는 몇 가지 해결되어야 할 과제들이 있다. 우선 자유비행항로 특성상 관제사가 감시해야 할 구역이 증가하기 때문에 관제사들에게 검증이 완료된 항공기 충돌예측장비가 절대적으로 필요하고, 지상에서는 비행데이터처리시스템이 보완되어야 할 것이며 관제사들 또한 더욱 높은 정확도의 장비들이 필수적으로 구축되어야 한다.

또한 자유비행환경에서 항공기분리지원시스템(ASAS)의 자율분리 적용 시 해결되어야 할 문제점으로는 자율분리 상황에서 항공기 장비들에 문제가 발생할 경우 조종사들의 행동절차, 일명 허용범위(tolerance)의 개념 확립이 필수적으로 요구되는 바이다.

후기

본 연구는 2007년도 정부재원(국토해양부)으로 항공안전본부의 지원을 받아 연구되었음.

참고문헌

[1] ICAO APANPIRG SG/11-IP/38, "Review CNS/ATM systems planning and

implementation", Bangkok, Thailand, 16 - 20 July 2007.

- [2] JPDO(Joint Planning and Development Office), Next Generation Air Transportation System Integrated Plan, December 2004.
- [3] RTCA, Free Flight Implementation, October 26, 1995
- [4] U.S. Federal Aviation Administration, Blueprint for NAS Modernization, 2002.
- [5] RTCA, Government Industry Operational Concept for the Evolution of free Flight Edition 2, August 16, 2000
- [6] RTCA, "NAS Concept of Operations and Vision for the Future of Aviation", Washington, D.C., 2002.
- [7] IATA, Passenger and Freight Forecast 2005 - 2009, October 2005.
- [8] JPDO(Joint Planning and Development Office), OPERATIONAL CONCEPT FOR THE NEXT GENERATION AIR TRANSPORTATION SYSTEM (NEXTGEN) Ver 2.0, 13. June 2007.
- [9] David Knorr, Joseph Post, Jeff Biros, Michelle Blucher, "The Operational Assessment of Free Flight Phase 1 ATM Capabilities", 3rd USA/Europe Air Traffic Management R&D Seminar Napoli, 13-16 June 2000.
- [10] GAO(United States Government Accountability Office), NEXT GENERATION AIR TRANSPORTATION SYSTEM, Preliminary Analysis of the Joint Planning and Development Office's Planning, Progress, and Challenges, March 29, 2006
- [11] 「항행안전시설 중장기 발전계획」, 건설교통부 항공안전본부, 2003. 09
- [12] 「차세대 항행안전시설(CNS/ATM System) 구축 종합계획(안)」, 건설교통부 항공안전본부, 2005.12
- [13] Oscar Olmos, Jeff Mittelman, "The Safe Flight 21 Program : An Overview", 24 May 2000