

자유비행 개념과 미국 및 유럽의 추진 현황

Free Flight Concept and Implementation in U.S.A. and EU

강자영(한국항공대학교), 한재현, 김장환*(한국교통연구원)

1. 서 론

한정된 공역자원과 급속히 증가하고 있는 항공물류로 인하여 최근의 항공교통 혼잡도는 기존 ATM시스템의 개선과 지난 40년 동안 산업계에서 활용해온 기존기술로부터의 탈피를 요구하고 있다.

ICAO 10차 항공항행위원회(Air Navigation Commission)에서 이러한 21세기 항공교통 수요에 대비하여 위성을 기반으로 하는 신개념의 CNS/ATM을 미래항행시스템으로 채택하기로 결의한 바 있다. CNS/ATM의 구축으로 항공정보의 실시간 제공, 비행 상황의 정밀 감시 및 정확한 항공운항절차 수립, 효율적인 항공교통관리 등이 가능해져서 항공운항의 안전성과 경제성이 제고되는 것으로 평가되고 있다. 따라서 세계 각국들은 CNS/ATM의 글로벌 구축 사업에 호응을 하고 있다.

미국 항공무선기술 위원회(Radio Technical Commission for Aeronautics) 제3전담반은 1996년 8월 15일에 항공기 운용자들이 계기비행 상태에서 실시간으로 자유롭게 항로를 선택할 수 있도록 하는 신개념의 『자유비행 실행계획(Free Flight Action Plan)』을 도출하였다. 자유비행은 공역의 효율적인 사용과 비행계획 및 출발시각 결정에 유연성을 제공하며, 비행 전 계획부터 목적지에서의 주기에 이르기까지 항공운항에 유연성과 안전성을 제공하여 보다 정확하고 효율적인 조화를 이룰 수 있는 업무 환경을 조종사와 관제사에 제공하는 것을 목표로 하고 있다.

본 논문은 우리나라도 곧 당면하게 될 세계 자유비행계획과 관련하여 자유비행의 개념을 이해하고 미국과 유럽의 자유비행 추진계획을 알아보는 것이 목적이다.

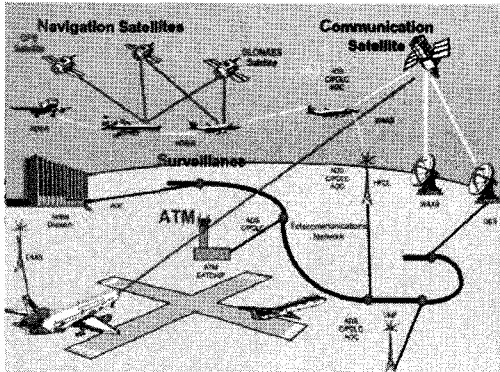
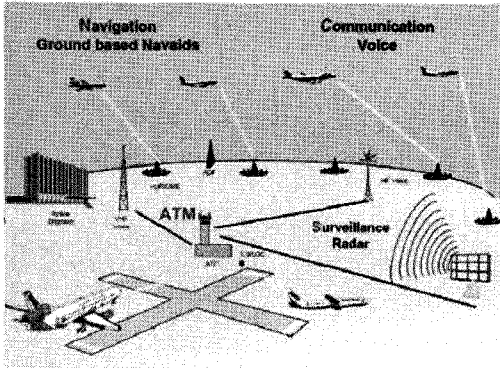
2. 자유비행 개념 및 기반 요소

RTCA에 의해 처음으로 도입된 자유비행의 개념은 공역 사용자들이 좀 더 많은 자유를 가지고 항로를 선택할 수 있는 항공교통관리 개념이다. 이는 공역 사용자들이 항공로에서 더 이상의 제한을 받지 않는다는 것을 의미하기도 하지만 선호하는 바람을 이용하고 위험지역을 피해가면서 출발지로부터 목적지까지 최적의 고도로 직항로를 비행할 수 있도록 허용한다. 그러나 항공기가 더 이상 항공로를 따라 비행하지 않음으로써 ATC가 교통을 감시하고 통제하는 것이 힘들게 될 것이다. 이러한 것을 막기 위해, 그리고 진정으로 항공기 스스로에 의한 최적 비행을 위해 항공기 분리가 자유비행의 한 부분으로서 제안되었다. 과거에 직항로에 초점을 맞춘 여러 가지의 ATM 개념이 있었지만 IFR 조건 하에서 항공기스스로의 분리는 자유비행 개념이 갖고 있는 독특한 특성이다. 자유비행의 실현을 생각할 때 다음과 같은 몇 가지 의문이 떠오를 수도 있다. 즉, 교통을 피하기 위해 어떠한 탑재장비가 필요할까. 혼란은 발생하지 않을까. 조종사가 과중한 업무를 처리할 수 있을까. 과연 자유비행은 안전하며, 조종사들이 안전하다고 느낄까. 극심한 혼잡상황이 발생할 경우 어떤 일이 또 발생할까. 자유비행에 관한 초기 연구의 초점은 주로 인적요인에 관한 질문을 푸는 것이었지만 그동안 자유비행에 관한 개념설계의 타당성 연구가 잘 수행되어 왔다고 볼 수 있다.

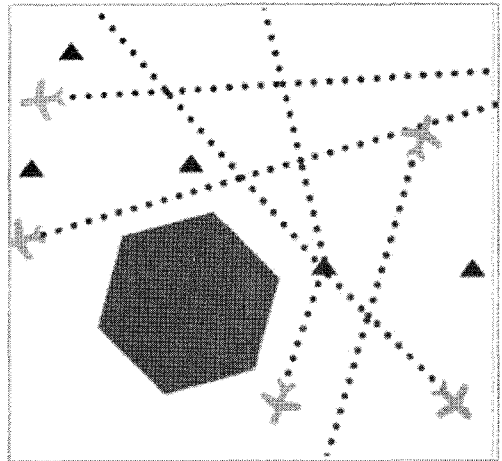
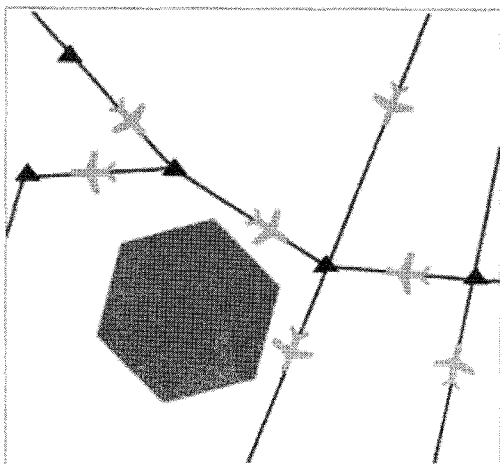
자유비행을 위한 기반요소로는 차세대 항행시스템인 CNS/ATM이 필수적이다. 자유비행은 자신의 위치를 알고 그 위치를 남에게 알려주어야 할 뿐만 아니라 주변의 교통상황도 알아야 하기 때문에 항공기대 항공기, 항공기대 지상국간에 통신, 항법, 감시 시스템들이 구축되어야 한다. Fig. 1은 기존의 항행시스템과 CNS/ATM

을 비교한 그림이다. CNS/ATM에서 통신 및 항법은 이미 많은 부분이 해결된 상태이고 현재 감시부분에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다.

Fig. 2는 기존의 비행항로와 자유비행 항로를 비교한 개념도이다. 기존의 비행항로는 관제 기관이 지정하는 FIX를 따라 비행해야하기 때문에 항공교통의 수용량을 따져 봤을 때 한계가 있고 개별 항공기의 관점에서 봤을 때도 최적의 항로라고 볼 수 없다.



<Fig. 1> 기존 항행시스템과 CNS/ATM의 비교

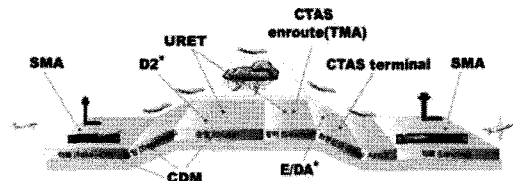


<Fig. 2> 기존의 고정항로와 자유항로 개념의 비교

3. 세계의 자유비행 계획

미국은 단계별 자유비행 구축계획을 수립하였으며, 1단계 사업(FFP1)에서는 다음과 같은 항목들의 정의 및 구축을 중점적으로 계획하였다(Fig 3, 4).

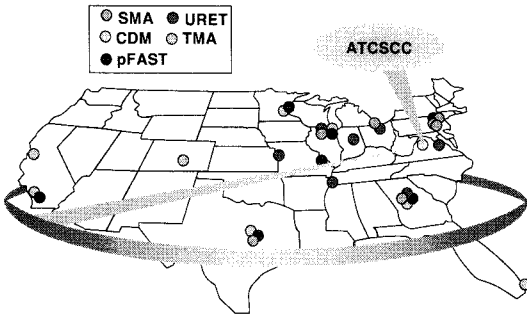
- 교통관리조언(TMA)시스템
- 최종접근시의 수동분리도구(pFAST)
- 공역사용자 요구사항 평가도구(URET)
- 협업의사결정(CDM) 도입
- 관제사-파일럿 데이터링크 통신(CPDLC)
- 지상이동조언(SMA)시스템



<Fig 3> 미국의 자유비행 1단계(FFP1) 전개도

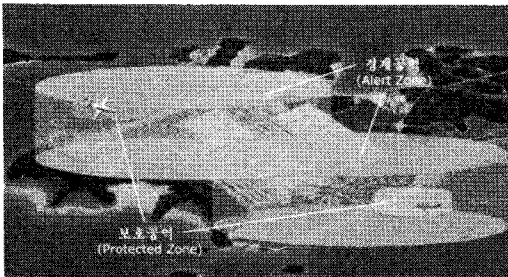
Fig. 3에서 SMA(Surface Movement Advisor)는 지상 시설 이용 효율화를 위한 새로운 통합정보 제공의 수단이고, D2(Direct-To)는 도착시간 1분 이상 단축해 연료절약이 가능한 직선경로를 동적으로 채용하게 하는 지원시스템이다. URET(User Request Evaluation Tool)는 공역이용자의 비행계획 변경요구에 대해 향후 20분까지의 충돌을 미리 예측해서 항공로 관제관의 의사결정을 지원하는 도구이다. CTAS

en-route(TMA:Traffic Management Advisor)는 공항 도착순서 및 도착시각을 산출하여 항공로 관제사를 지원 시스템이고, CTAS Terminal(Center TRACON Automation System Terminal)은 최종접근시 바람 영향 등을 고려하면서 정확한 비행 간격을 확보할 수 있도록 활주로 할당 및 착륙 순서를 산출해서 터미널 관제사에게 조언을 하는 시스템이다. 또한 CDM(Collaborative Decision Making)은 파일럿, 관제사, 교통류관리자, 비행계획 작성자 등이 정보의 적극적 공유를 통하여 협동으로 의사를 결정하는 방법이며, E/DA(En Route Descent Advisor)는 충돌 없이 연료소비가 최소인 강하를 항공로 관제사에게 조언하는 시스템이다. Fig. 4는 상기 시스템들이 구축되는 위치를 나타낸 것이다.



<Fig. 4> 미국의 자유비행 1단계 구축 Site

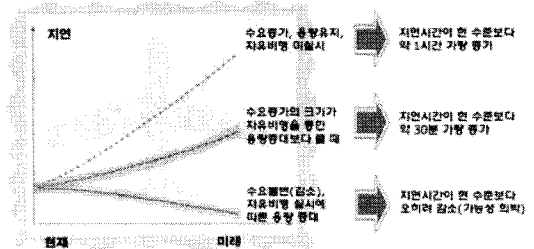
자유비행은 해당 항공기의 성능과 CNS 시스템 능력에 의해 결정되는 3차원 공간의 공역에서 실시된다(Fig. 5).



<Fig. 5> 자유비행 장비에 의한 항공교통관리 개념

미국 정부회계국(GAO)이 의회에 제출한 보고서(GAO-01-932 FAA's Free Flight

Program)에 의하면 FFP1에서 제시된 자유비행 지원 장비들이 설치될 경우 혼잡공항의 수용량을 늘리지 않은 상태에서 항공기 수요가 대폭 늘어나더라도 도착지연은 극심하지 않을 것이라고 한다(Fig. 6).

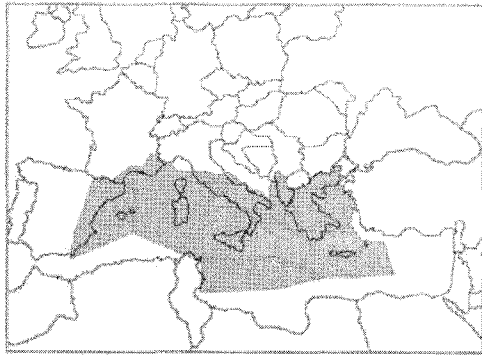


<Fig. 6> 교통수요, 용량, 도착지연의 관계

미국은 또한 자유비행을 항공기 사고가 많은 알래스카 지역에 적용한 소위 Capstone Program을 수행하면서 많은 기술적 진전을 꾀하고 있다.

유럽 역시 항공교통량의 증가와 함께 날로 복잡해지는 공역의 혼잡도 및 도착지연을 해결하기 위해 유럽 항공 교통관제 통합 프로그램(EATCHIP), 공항 및 항공 교통업무 인터페이스 개선계획 (APATSI), 자유항로공역 프로그램(FRAP), 유럽항공교통관리 프로그램(EATMP), 공역사용의 유연성(FUA) 문제 등 다양한 프로그램과 개념이 운영 또는 검토되고 있다.

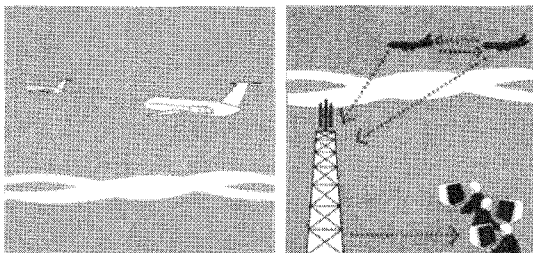
유럽은 2000년도부터 2005년도까지 EC의 지원과 ENAV(이태리), AENA(스페인), DSN(프랑스), HCAA(그리스), MATS(몰타), NERLU(영국), NLR(네델란드), SCAA-LFV(스웨덴), EUROCONTROL 등 유럽국가 기관들이 참여한 『지중해지역 자유비행프로그램(MFF Programme)』이라는 국제협동사업을 통하여 새로운 혁신적 항공교통관리기술에 대한 유럽의 합의를 이끌어낸 바 있다(Fig. 7).



<Fig. 7> 유럽의 지중해 자유비행(MFF) 실험 지역

지중해 자유비행 사업의 주요 목표는 향후 지중해 지역에서 항공기분리보증시스템(Aircraft Separation Assurance System:ASAS)의 도입을 포함한 항공교통관리 시나리오에 적합한 CNS/ATM 기술 및 다른 응용장비의 통합, 공동운영과 안전한 이용을 위한 기술적 또는 운용상의 관점을 평가하는데 있다. 그리고 자유항로에서 관제사 및 조종사에게 필요한 새로운 운용절차와 항공기분리보증시스템 시나리오를 특별히 장비가 설치된 관제업무 장소 및 항공기를 사용하는 시뮬레이션과 실제비행을 통하여 검증하는데 있다.

또한 지상시스템 및 항공탑재 전자장비 모두에 관련 있는 CNS/ATM 기술 및 응용장비를 개발하고 표준화하며, 마지막으로 관련 공역에서 항공기분리보증시스템의 운용을 실행하기 위한 지침을 정의하는데 있다.



<Fig. 8> ASAS 분리 및 ADS-B 적용 개념

유럽은 자유비행과 관련하여 ADS-B 적용의 문제 등 또 다른 많은 신규 프로그램을 계획하고 있다. 유연한 공역사용(Flexible Use of Airspace)의 개념은 자유항로 및 자유비행에서 요구되지 않는 항로 및 비행통로의 정비를 위한

선결요구사항이 될 것이며, 특히 민군이 단기 및 장기적 관점에서 전체 공역을 하나의 연속된 비행공간으로 공유해야 한다는 개념이 기본으로 들어 있다.

4. 결 론

지금까지 예에서 보았듯이 자유비행 개념은 피상적 개념이 아니라 증가하는 항공교통수요를 충족시키고, 공역사용자가 원하는 비행경로, 즉 자신에게 유리한 경제적 항로를 선택해서 비행할 수 있게 하는 새로운 비행 개념으로서, CNS/ATM이 기본인프라로 구축되어 있어야 한다.

그리고 새로운 항공교통관리 기술 및 도구의 개발은 물론 많은 시뮬레이션 및 실험이 필수적으로 수반되어야 한다.

우리나라는 아직까지 자유비행에 대한 구체적인 국가계획의 수립이나 연구가 진행되어 있지 않다. 그러나 전체공역을 하나의 연속된 비행공간으로 인식하는 세계적 자유비행 철학에 함께 참여하고, 향후 자유비행 실행에 따른 안전을 확보하기 위해서는 시급히 다루어야 할 분야로 판단된다.

대내적으로는 안전을 담보하는 필수 인프라의 구축과 군과의 발전적 협력 연구가 요구되며, 대외적으로는 주변국들과의 협동연구 등이 필요할 것으로 판단된다.

참 고 문 헌

- [1] Impact of ICAO flight plans to flight data distribution and coordination
- [2] Impact of Mode-S transponders on beacon code assignments
- [3] Definition of FDP/RDP functionality delineation
- [4] Whether metering should be considered an FDP function
- [5] Use of flight strips
- [6] Impact of shifting some FDP functions to terminal systems