

국내 운용환경을 고려한 항공기 출발관리시스템 설계 방안

System Design Plan for Departure Manager Considering Operation Environment in Korea

김현경^{1*}, 전대근¹, 은연주¹
한국항공우주연구원 위성항법·응용기술센터¹

초 록

공항에서의 항공기 운영을 효율적으로 수행하기 위한 항공기 출발관리시스템이 국내에 적용되기 위해 고려할 사항에 대해 기술하였다. Eurocontrol에서 정의한 출발관리시스템의 기본 요구사항과 해외 개발 사례를 바탕으로 기본적인 항공기 출발관리를 위해 필요한 환경 요건을 분석하였으며, 출발관리와 관련한 국내 공항의 운용 방법과 연동 가능한 시스템 현황을 분석하였다. 이를 통해 항공 교통량 증가율이 가장 높은 국내 대표 공항인 인천공항과 제주공항을 대상으로 한 항공기 출발관리 시스템을 설계하기 위해 고려할 사항에 대해 분석하고, A-CDM 등 다양한 외부 조건에 대해 독립적인 시스템 설계 방안을 제시하고자 한다.

1. 서 론

공항 및 공항 주변 공역에서의 혼잡한 교통 상황은 예상치 못한 출발 지연이나 관제사의 업무 부담 가중 등 공항 운영에 있어서의 효율성을 저하시키는 요인이 된다. 최근 전세계적인 항공 교통량 증가 추세에 따라 국내외 주요 공항에서 발생하는 혼잡 및 지연 문제는 가중될 것으로 예상되며, 국내의 경우 최근 4년간 항공 교통량은 연평균 6% 이상의 증가율을 보이고 있다. 특히 인천공항과 제주공항 두 곳에서의 교통량 증가율이 매우 크게 나타나고 있다. 제주공항은 연평균 9%의 교통량 증가율을 보이지만 항공 운항 횟수와 대비하여 계류장이 좁은 편이며 단일 활주로를 사용하기 때문에 교통량 증가에 따른 공항 내에서의 혼잡은 더욱 심각해질 것으로 예상된다.

이러한 공항에서의 혼잡 문제를 해결하고자 해외에서는 유럽과 미국을 중심으로 항공기 도착관리 시스템, 협력 의사결정 시스템, 항공기 출발관리 시스템 등 효율적인 항공 교통 운영을 위한 다양한 의사결정지원 도구에 대한 연구개발이 진행되어 왔다. 유럽에서는 2010년부터 Single European Sky을 목표로 하여 30년에 걸친

SESAR 프로그램을 수행하고 있으며, 이중 공항 효율성과 관련한 분야 연구로서 프랑스의 샤를 드골, 영국의 게트윅, 독일의 뮌헨 공항 등 유럽의 주요 공항에 항공기 출발 관리 시스템(Departure Manger, DMAN)이 개발되어 운용되고 있다. 국내에서는 ICAO ASBU(Aviation System Block Upgrade) 기본 계획을 고려하여 공항에서의 혼잡 문제와 이에 따른 관제사 업무 부담 가중을 해소하고자 하는 노력의 일환으로, 출발 항공기가 게이트에서 푸쉬백하여 활주로에서 이륙하기까지의 과정에서 최적의 승인 스케줄과 이동 경로를 제공하기 위한 기술로서 DMAN에 대한 연구 개발을 수행하고 있다. 본 논문에서는 본격적인 DMAN의 시스템 설계를 위한 준비 단계로서 해외 도입 사례와 국내의 관련 시스템 환경을 분석함으로써 항공기 출발관리 기술을 국내 공항에 적용하기 위해 제시된 시스템 설계 방안에 대해 기술하고자 한다.

2. 본 론

2.1 DMAN 인터페이스

DMAN은 Fig. 1과 같이 항공기 출발스케줄과

관련한 시간 정보 등을 A-CDM(Airport-Collaborative Decision Making), EFS(Electronic Flight Strip), FDP(Flight Data Processor) 등의 외부 시스템을 통해 입력받고, 이를 기반으로 항공기별 최적화된 스케줄을 생성하여 관제사 화면을 통해 보여주는 시스템이다. 항공기 출발관리를 위한 스케줄링에서 가장 기본이 되는 정보는 항공사에서 입력하는 항공기별 TOBT(Target Off Block Time) 값으로, TOBT가 제공되지 않는 공항에서는 이를 대신하여 다음의 두 값을 TOBT로 사용하거나 TOBT가 입력되기 전 초기 값으로 사용할 수 있다.

- EOBT
- ALDT(ELDT)+EXIT+MTTT

여기서 EOBT는 Estimated Off-Block Time 으로서, 비행계획 상의 ETD(Estimated Time of Departure)를 나타내고, ALDT와 ELDT는 각각 Actual Landing Time, Estimated Landing Time을 의미한다. 또한 EXIT는 Estimated Taxi-In Time, MTTT는 Minimum Turn-round Time이다.

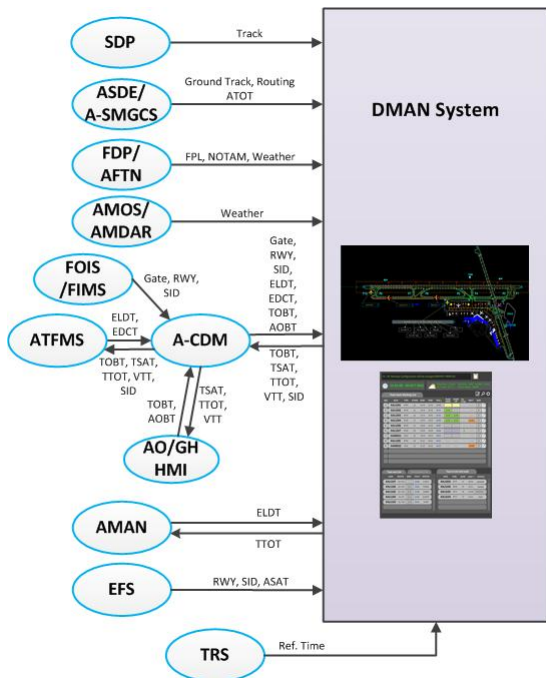


Fig. 1. DMAN Interface Diagram

DMAN은 각 항공기에 대해 수집된 TOBT들로부터 공항별 운용 상황에 맞는 최적의

TSAT(Target Start-up Approval Time)와 TTOT(Target Take Off Time)을 계산한다. 이 과정에서 항공기가 게이트에서 출발하여 이륙 대기 지점까지의 지상 이동 경로 상황, 이륙 후 공역에 진입하는 시점에서의 공역 상황 등이 고려되어야 한다. 공역 상황을 분석하기 위해서는 FDP로부터 수신되는 비행계획과 SDP로부터 수신되는 공중 항적 정보를 이용할 수 있으며, 지상 이동 경로 상황은 공항의 지상 감시 레이더로부터 수신되는 지상 항적 정보와 항공기 운항 데이터베이스로부터 수신되는 운항 정보 등을 이용할 수 있다.

공항 시정, 풍속을 포함한 기상 정보는 활주로 이용과도 밀접한 연관이 있으므로, 외부 기상 장치와 연동하여 기상정보를 수집하여 DMAN 스케줄링에 이용할 수 있다. 공항에 연동되는 EFS 또는 AMAN(Arrival Manager) 등이 있는 경우, 이들로부터 제공되는 ELDT, ASAT(Actual Start-up Approval Time) 등의 정보를 이용할 수 있다.

TOBT 값은 DMAN 처리에 있어서 가장 중요한 입력 값이지만 이 또한 예측된 값이다. 영국의 게트워 공항의 A-CDM 개발 사례에서도 볼 수 있듯이, TOBT는 다음 단계의 이벤트에 따라 업데이트 될 수 있는데, 선행하는 정보의 정확도가 높을수록 TOBT 업데이트 횟수는 낮아진다.

- 발부된 비행계획서의 ETD 2시간 전
- ELDT 20분 전
- AIBT(Actual In-Block Time) 시점
- AO(Aircraft Operator)/GH(Ground Handler)에서 수정하는 경우

위 정보는 Eurocontrol A-CDM 인터페이스 규정에 따라 업데이트된 TOBT 값으로 제공될 수도 있으며, 개별 정보로 DMAN에 직접 제공되어 DMAN 시스템을 통해 TOBT를 계산하여 사용할 수 있다. 즉, DMAN 처리에 필요한 정보에서 중요한 문제는 어떤 시스템이 제공하는지 보다는 자료의 정확도에 있다고 볼 수 있다.

2.2 국내 공항에 대한 DMAN 시스템 설계 방안

국내 공항을 대상으로 출발관리시스템을 설계하기 위해 우선 대표적인 국내 공항인 인천공항과 제주공항의 연동 환경을 Table 1과 같이 분석하

였다. 제주공항은 항공사로부터의 TOBT 입력을 위한 인터페이스가 마련되어 있지 않으며, 현재 운용중인 접근관제용 관제시스템과 연동이 불가하므로 항공교통센터(Air Traffic Center, ATC)의 FDP에서 제공하는 비행계획상의 ETD를 EOBT로 사용해야 한다. 이에 추가적으로 AMAN 시스템을 접근관제구역으로 확장하면 AMAN 시스템에 의한 ELDT 값을 이용하여 TOBT 값을 예측할 수 있을 것이다. 반면, 인천공항은 2017년까지 A-CDM 개발을 완료할 예정이어서 이후 TOBT 입력이 가능할 것으로 예상된다.

제주공항은 항공기 운항 관련 데이터베이스는 공항에 별도로 마련되어 있지 않고, 서울접근관제소에 설치된 FOIS(Flight Operation and Information System) 서버에 MQ 인터페이스를 통해 접속하기 위한 FOIS 터미널이 설치되어 있다. 지상과 공중항적 정보 획득을 위해 ASDE(Airport Surface Detection Equipment) 트랙과 공항 레이더 자료를 이용할 수 있으나 항공편명에 대한 정보를 획득하기는 어려운 실정이다. 인천공항은 FOIS 외에 공항 자체적으로 운용하는 FIMS(Flight Information Management System) 시스템에서 운항 관련한 정보를 획득할 수 있으며, ASDE 데이터는 대체로 항공편명과 매치되어 제공된다.

Table 1. 공항별 연동 환경 비교

	인천공항	제주공항
운항정보	FIMS, FOIS	FOIS
A-CDM	개발중	없음
공중항적	SSR, ADS-B	SSR
지상항적	SMGCS, ASDE	ASDE
비행계획	ARTS 비행 계획	ATC FDP
AMAN	개발중	별도개발가능
EFS	없음	없음
관제구분	국지관제사 지상관제사 램프관제사 허가중계관제사	국지관제사 지상/램프관제사 허가중계관제사

두 공항에서 연동 가능한 장비를 비교해볼 때, 인천공항은 Fig. 1의 일반적인 인터페이스 구성도

에 따라 개발할 수 있을 것으로 판단된다. 제주공항에서 DMAN을 적절히 운용하기 위해서는 Fig. 2와 같이 레이더 항적 처리를 위한 SDP(Surveillance Data Processor)와 AO/GH 용 HMI(Human Machine Interface)가 별도로 마련되어야 할 것이다. A-CDM을 거치지 않은 다양한 장비로부터의 제공되는 정보를 처리할 수 있어야 하지만 표준화된 A-CDM 시스템이 도입되는 경우를 대비하여 이를 반영할 수 있어야 한다.

비교된 두 공항 외에도 국내 각 공항에 설치된 장비와 운용 방식은 각기 다르고 제주공항의 경우 극히 제한된 자료를 활용할 수 있다는 어려움이 있다. 따라서, 국내 공항에 보편적으로 적용 가능한 DMAN 설계를 위해서는 다음과 같이 DMAN 스케줄링, 외부 연동 처리, 관제사 현시의 세가지 핵심 기능별 구성품을 독립적으로 설계하는 것이 적절하다.

- 외부 연동 처리 장치
- DMAN 스케줄러
- DMAN HMI

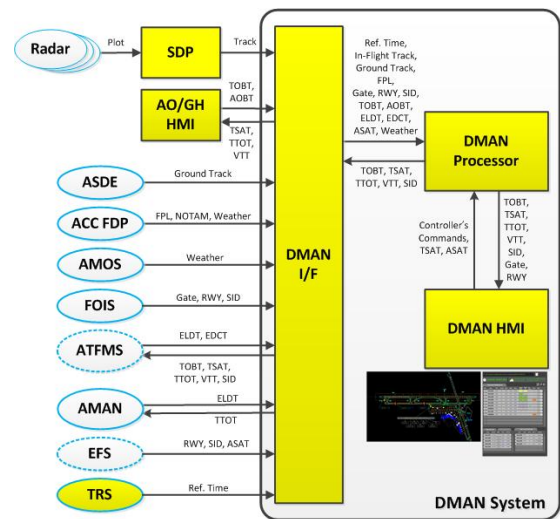


Fig. 2. 제주공항 DMAN 시스템 구성안

세 가지 핵심 구성품 외에도 시스템 운영과 관련하여 시스템 감시 및 통제 장치, 녹화 및 분석 장치와 같은 주변 시스템이 요구되므로, 제주 공항용 출발 관리 시스템 개발시 Fig. 3과 같은 시스템 구성을 제안한다. 제주 공항은 지상관제사가

램프 관제를 겸하기 때문에 램프 및 지상관제 업무를 통합한 사용자 인터페이스가 제공되어야 한다. 여기에 감독석과 지상 상황을 현시를 위한 화면이 공통으로 사용될 것이다.

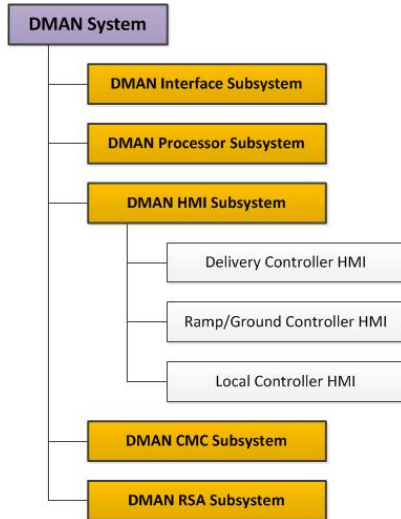


Fig. 3. 제주공항 DMAN 시스템 구성

3. 결론

DMAN 시스템에서 가장 중요한 TOBT 입력은 해외 사례에서도 볼 수 있듯이 A-CDM 체계 하에서 제공되는 것이 적절하나, 국내의 운용 환경을 고려할 때 A-CDM이 제공되지 않는 경우에 대한 방안이 요구된다. 우선, 정보의 정확도를 높이기 위해 실시간 업데이트가 가능한 FOIS 또는 FIMS와 같은 항공 운항 정보 데이터베이스와의 연동을 고려해야 하며, 공항에 착륙하는 항공기에 대한 착륙 예상시간을 정밀히 예측하고, 공항내 Turn-round 시간을 보다 정확히 예측하는 것이 중요하다.

최근 급격히 증가하는 항공 교통량에 대비하여 제주공항의 형상과 공항에서 운용되는 시스템은 지속적으로 변화하고 있다. 이에 대응하기 위해서 외부 인터페이스와 DMAN 처리기 간 분리는 물론이며, 항공정보간행물의 변동이 출발관리 처리 방식 등 핵심 기능에 영향을 주지 않도록 유연한 구조를 갖도록 설계되어야 한다. 이와 함께 다양한 데이터 입력에 대해 데이터의 유효성을 검증하고 우선순위에 따라 처리될 수 있도록 설계되

어야 한다.

또한, 실 사용자인 관제사 인터페이스를 우선적으로 고려해야 한다. 국내의 경우 시스템의 사용자인 관제사의 업무 부담이 해마다 증가하고 있다. 의사 결정 지원 툴인 DMAN이 관제사의 업무를 증가시키지 않고 오히려 감소시킬 수 있도록 기존의 시스템과의 연계를 고려해야 한다. 이를 위해서 DMAN HMI를 개발함에 있어 FOIS 등의 기존에 운영 중인 관제용 화면에 통합되거나 이를 대체할 수 있는 방안에 대해서도 시스템 설계 시 고려해야 할 것이다.

후 기

본 연구는 국토교통부 연구과제인 ‘항공기 출발 및 도착 통합 관리 기술 연구’에 의해 연구비 지원을 받았으며, 이에 감사드립니다.

참고문헌

- [1] Basic DMAN Operational Service and Environment Definition (OSD), Ed. 00.02.00, 2011. 11.
- [2] 항공기 출발 관리 시스템 요구사항 명세서, MIDAS-P1-SSS-SYS-001, 한국항공우주연구원, 2015.09.
- [3] 항공기 출발 및 도착 통합관리 운용개념 기술서, MIDAS-P1-OCD-SYS-001, 한국항공우주연구원, 2015. 5.