

ADS-B 지상시험 분석

The Analysis of ADS-B Ground Test in Tae-An Airport

김도현*, 홍교영(한서대학교)

1. 서 론

우리나라는 1992년부터 차세대 위성항행시스템(CNS/ATM) 구축을 추진하여 왔으나 국내 전환계획과 예산, 기반기술 등의 미비로 사업이 원활하게 추진되지 못하고 있다, 특히 CNS/ATM 연구에 대한 일환으로 국내의 Automatic Dependent Surveillance-Broadcast(ADS-B) 연구 및 개발 동향은 극히 미흡한 상황으로, 일종의 시설 구축 사업에 따라 개별 시스템의 도입 및 부분 개발 그리고 일부 부분적인 비행시험이 수행된 정도로 아직 체계적이며 전반적인 연구 및 개발은 이루어지지 않고 있는 실정이다[1].

그간 CNS/ATM 연구에 있어 부분적으로 수행된 항목은 항공통신(C)분야의 VHF Data-Link를 기반으로 한 D-ATIS¹⁾, 위성항행(N)분야의 DGPS(Differential GPS) 기반의 LAAS 시스템 비행시험과 감시분야(S)의 국지적인 도입운영사례로 인천국제공항에서 항공기로부터 ADS-B 신호를 수신하는 수신 테스트를 일부 수행한 바가 있다. 시범 운영사례로는 1997년 12월 ADS와 CPDLC(Controller Pilot Digital Link Communication)를 대구 ACC에서 시범 운용한 경험 정도를 들 수 있다[1].

대한항공 및 아시아나는 2008년경에 장거리 항공기(B744, B772, B773, A332, A333)에 ADS-B 도입 예정으로, 이와 같이 도입까지 예정되어 있는 ADS 분야는 부분적인 수행 등은 사례로 들 수 있는 있으나, 각종 CNS 정보가 통합, 관리되는 ADS-B와 같은 체계적인 개발 및 시험 분야는 그동안 수행되지 못하였다.

이에 본 연구는 ADS-B의 감시기능을 시험, 확인하고 그 효과(Benefits)를 검증하기 위한 연구로 Test-bed를 태안비행장에 설치하여 진행되었

다. 연구목적으로 무엇보다도 ADS-B의 감시기능을 확인하기 위한 첫 운영시험을 실시하기 위함이고, 둘째로 시험대상공항에서 ADS-B In 장비인 CDTI²⁾를 이용하여 항공기 지상운영시험(Ground operational test)을 시행하고 이를 통한 항공교통관제업무(ATCS : Air Traffic Control Services) 상의 효과를 확인하며, 셋째로 국내에 ADS-B의 배치가 고려되기 전에 ATCS에 필요한 운영상의 정보를 미리 살펴보기 위함에 있다[2].

이를 통하여 국내의 ADS-B 기술개발과 관련하여 국제기구 및 국가의 전환계획에 따른 국가적 수요에 대응하고, 향후 국내 CNS/ATM 시설 구축을 위한 필수적인 기초연구 및 시설 구축에 따른 기반 설비 연구로, 실제 운용상에 있어 국내 환경에 기반을 둔 독자적이고 종합적인 성능에 대한 확인결과를 확보할 수 있는 점을 주요 근간으로 삼고 있다. 항공분야에 있어 새로운 시스템에 대한 연구/개발은 체계적인 비행시험으로 완성되므로 현재까지 부분적으로 수행되었던 국지적인 개발 기술과 향후 연계될 개발사업과의 체계적인 연계를 통하여 포괄적인 CNS/ATM 분야의 기반 기술의 확보도 가능해지리라 예상되기에 CNS/ATM 분야에 대한 기반 연구로 그 의미가 크다고 본다.

따라서 이번 지상시험비행을 통하여 국내에서 초보적인 단계에 있는 ADS-B의 비행시험기술의 축적은 물론 지금까지의 ADS-B 기술을 바탕으로 변화될 환경, 특히 최대 수혜자가 될 항공교통관제분야와 운항분야에서의 효과를 검증해 보고자 한다.

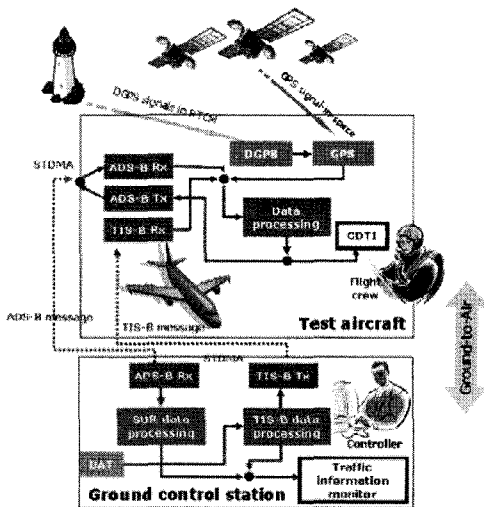
1) D-ATIS : Digital Automatic Terminal Information Service의 약어

2) CDTI : Cockpit Display of Traffic Information의 약어

2. Test-bed 및 지상시험비행

2.1 ADS-B Test-bed의 개요

지상운영시험을 위하여 H대학교 태안비행장에 ADS-B 및 TIS-B를 위한 지상국(Ground Station)을 설치하였다. <Fig. 1>은 이번 지상시험비행을 위해 구축된 ADS-B 지상시험 체계도로 ADS-B, TIS-B 메시지와 D-GPS 정보를 이용하였고, 데이터링크는 태안비행장에서 사용가능한 유효 VHF 주파수대역(121.600~121.975MHz) 중 121.6MHz를 STDMA³⁾ 방식을 이용하여 구현하였다. 이를 통하여 항공기 및 지상국에 설치된 CDTI에 ADS-B 장비를 탑재한 항공기의 데이터를 실시간으로 시험하여 관제사와 조종사가 동일한 화면을 보며 해당 업무를 수행할 수 있도록 하였고, 본 연구를 위해 3대의 Cessna 172R와 1대의 Euro-star가 지상운영시험에 참여하였다.

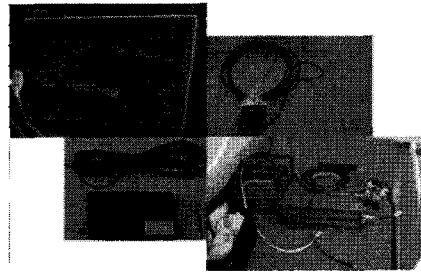


<Fig. 1> ADS-B Test-bed 체계도

<Fig.2>과 <Fig. 3>는 지상시험에 사용된 항공기 탑재장비 및 지상장비를 보여주고 있다. 탑재장비에는 탑재용 CDTI 및 ADS-B 데이터 프로세서, ADS-B 데이터 송수신기, VHF 안테나, DGPS 수신기 등이 사용 되었고, 지상장비로는 지상용 CDTI, ADS-B 송수신기, ADS-B 데이터 프로세서, DGPS 안테나가 사용되었다.

효과적인 지상운영시험을 위하여 시험 전에 시

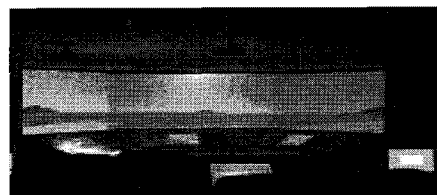
나리오에 대한 사전 브리핑이 이루어졌다. 브리핑에는 <Fig. 4>의 항공교통관제(ATCS) 시뮬레이터가 이용되었는데 이 시설은 지상시험비행 후 수행된 지상시험에 대한 검증과정을 거치기 위하여 사후 시뮬레이션(Post-Simulation)을 수행하는데도 이용되었다.



<Fig. 2> ADS-B 지상시험을 위한 탑재장비



<Fig. 3> ADS-B 지상장비



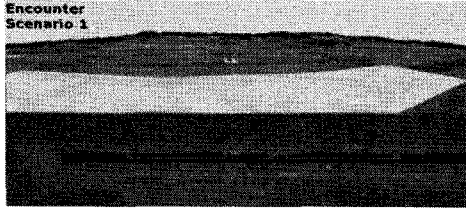
<Fig. 4> 항공교통관제 시뮬레이터

지상시험비행을 위한 브리핑은 참여하는 항공교통관제사 및 항공기 조종사의 상황인식을 높이기 위하여 사전에 정해진 시나리오 즉 태안비행장에서 일상적으로 발생하는 항공기간의 조우상황을 활주로15 사용시, 활주로33 사용시, 그리고 활주로 변경시로 나누어 설정된 시나리오에 따라 예정된 항공기 조우상황을 효과적으로 유도할 수 있도록 하기 위해 실시되었다(<Fig 5> 참조).

또한 사후 시뮬레이션은 지상운영시험이 종료된 이후에 실제 시험데이터 및 교신내용을 바탕으로 ADS-B 조건하에서 항공교통관제업무

3) STDMA : Self-organized Time Division Multiple Access의 약어로 VHF 데이터링크를 위한 프로토콜 말함.

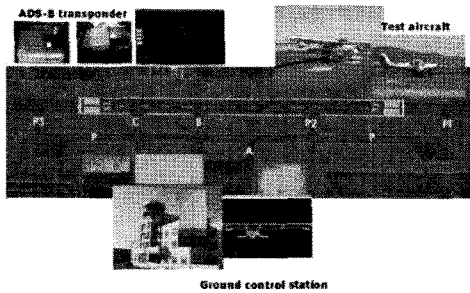
(ATCS)의 변화, 특히 음성통신량(주파수 사용빈도 및 주파수 점유시간)을 비교분석하기 위하여 지상운영시험에 참여한 관제사 및 조종사와 함께 시뮬레이터를 통해 동일조건으로 다시 수행하였다.



<Fig. 5> 시뮬레이션 한 시나리오 예

2.2 지상시험비행

지상국(ground station)을 태안비행장 관제탑에 구축하고 총 4대의 항공기에 CDTI를 포함한 ADS-B 장비를 장착한 후 ADS-B 및 TIS-B 메시지의 VHF 데이터링크 test 등을 거쳐 본 비행시험이 실시되었다. <Fig. 6>은 태안비행장의 배치도와 지상시험을 위해 사용된 항공기 및 관제탑 시설 그리고 지상국 및 항공기에 탑재된 CDTI 화면을 보여주고 있다.

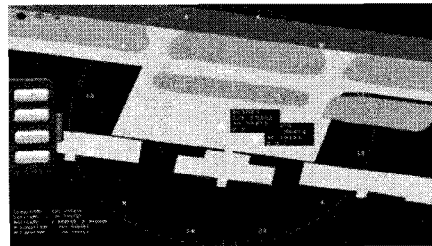


<Fig. 6> 지상시험 구성도

지상시험은 4개의 시나리오에 따라 진행되었다. 각 시나리오의 운영시험시간은 평균 20분 내외로 Euro-star 1대를 포함한 총 4대의 항공기가 이동지역 내에서 활주로15 및 33 사용시와 활주로 변경시 임의의 교차유도로에서 일상적인 일어날 수 있는 항공기간 조우(encounter) 상황을 만들어 내고 항공교통관제사와 조종사간의 주파수 사용빈도 및 주파수 점유시간을 관제탑 음성 녹음장치를 이용하여 측정하였으며, 이를 ADS-B 조건하에서 음성통신량과 비교했을 때 어떠한 변화가 있는지를 분석하였다. ADS-B 적용시에 사용되는 용어(Phraseologies)는 ADS-B를 실제로

운영하고 있는 호주를 비롯하여 미국, 영국의 표준 관제용어를 바탕으로 국내 항공교통관제사와 조종사가 교신내용을 명확하게 이해할 수 있는 용어를 선별하여 본 지상운영시험 및 시뮬레이션에 적용하였다.

<Fig. 7>은 항공기 탑재용 CDTI에서 녹화된 ADS-B 탑재 항공기의 주변정보를 포함한 시나리오 진행화면을 보여주고 있다.



<Fig. 7> 항공기 탑재용 CDTI 화면

3. 지상시험 분석결과

CDTI를 이용하여 ADS-B 조건하에서 운영상의 이점(benefits)을 확인하고자 진행되었으며 그 비교대상기준은 음성통신량 즉, 주파수사용빈도와 주파수점유시간을 중심으로 수행되었다. 이는 수행된 시험을 통한 결과데이터는 물론 운영시험결과로부터 나온 운항데이터를 바탕으로 시뮬레이션을 통하여 반복적으로 기존 시스템 환경에서의 차이를 비교분석을 하였다. <Table 1>과 <Table 2>는 지상운영시험 및 시뮬레이션을 통하여 각각 기존 ATCS 환경에서의 음성통신량과 ADS-B 조건에서의 음성통신량을 나타내고 있다.

<Table 1> 기존 ATCS환경에서의 음성통신량

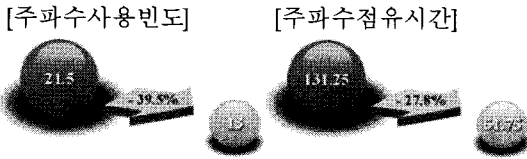
Ground Test	Average Number of Radio Tx				Average Time of Radio occupied(초)			
	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4
관제사	7	12	10	9	52	85	68	62
조종사	10	15	11	12	57	76	63	62

<Table 2> ADS-B조건에서의 음성통신량

Ground Test	Average Number of Radio Tx				Average Time of Radio occupied(초)			
	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4
관제사	4	5	5	4	40	48	43	41
조종사	8	9	9	8	47	56	53	51

<Table 1> 및 <Table 2>에서 보는 바와 같이

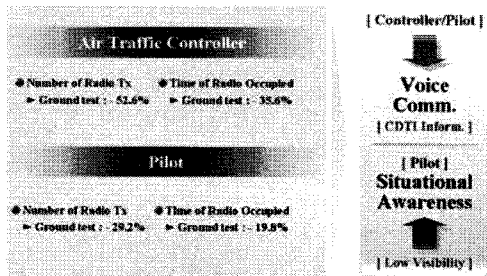
주파수 사용빈도는 기존 환경에서 각 시나리오별 평균 교신빈도가 관제사는 9.5회, 조종사는 12회로 나타났는데, ADS-B 조건에서는 관제사가 4.5회, 조종사가 8.5회를 나타내었다. 따라서 전체적으로 39.5% 줄어드는 개선 효과가 있었고 세부적으로 관제사가 52.6%, 조종사가 29.2% 감소하였음을 보여주고 있다.



<Fig. 8> 음성통신량 분석결과

또한 주파수점유시간의 경우, 기존 환경에서 각 시나리오별 평균 점유시간은 관제사가 66.75초, 조종사는 64.5초로 나타났고, ADS-B 조건에서 관제사는 43초, 조종사는 51.75초를 나타냈다. 전체적으로 <Fig. 8>에서와 같이 주파수점유시간도 관제사가 36.1%, 조종사가 19.8% 감소하였음을 보여주고 있다.

따라서 ADS-B 조건하에서 음성통신량을 대상으로 기존의 환경과 비교하였을 경우 관제사 및 조종사의 Workload가 뚜렷하게 개선되는 효과를 확인할 수 있었고 특히 조종사에 비해 관제사의 Workload가 현저하게 줄어드는 것으로 분석되었다. 또한 조종사의 경우 ADS-B가 음성통신량을 감소시켜 그만큼 본연의 업무인 항공기 운항에 더욱 집중할 수 있고 또한 저시정상태에서도 시계비행기상상태(VMC)와 같이 운항할 수 있는 장점이 있어 상황인식 측면에서도 커다란 효과를 기대할 수 있음을 본 연구를 통해 확인할 수 있었다.



<Fig. 9> ADS-B의 효과(benefits)

4. 결 론

시나리오는 공항이 저시정상태임을 가정하여 활주로방향에 따라 4가지로 구성하였고 지상운영 시험 및 시뮬레이션을 통하여 주파수사용빈도 및 주파수점유시간을 분석하였다. 그 결과, 기존 환경에서보다 ADS-B 조건하에서 음성통신량이 현저하게 감소함을 확인하였다. 이를 통하여 항공교통관제사 및 조종사의 업무량(workload)이 개선되는 효과를 얻을 수 있음도 확인하였고 조종사의 경우는 저시정상태에서도 시계비행기상상태와 같이 운항이 가능하고 음성통신량 감소에 따라 상황인식(Situational Awareness) 측면도 개선되는 효과가 있음을 확인하였다. 또한 ADS-B가 조종사 보다는 항공교통관제사 업무량을 더욱 개선하는 것으로 분석되었다.

본 연구는 제한적인 지역에서 한정된 항공기를 이용하여 지상시험비행이 이루어졌다. 그러나 국내에서 처음으로 ADS-B를 이용한 운영시험이므로 앞으로 단계별로 운영시험범위를 공역으로 확대하는 연구도 필요할 것으로 판단된다.

참 고 문 헌

- [1] 홍교영, 김도현 외, "ADS-B 비행시험 기술개발", 위탁연구과제보고서, 항공우주연구원, 2006
- [2] 김도현, 홍교영, "Operational Test on Benefits Analysis of ADS-B in Tae-An Airport", ICAO Seminar & SITF/6, 2007
- [3] ICAO, ADS-B Study and Implementation Task Force, Brisbane, Australia, 24-26 March, 2003
- [4] RTCA, "Minimum Aviation System Performance Standards for ADS-B", 2002
- [5] Safe Flight21 ADS-B Projects(www.adsb.gov)
- [6] Capstone ADS-B Project(www.faa.gov)
- [7] Airservices Australia ADS-B info (www.airservicesaustralia.com)