

論文

신규 형상에 따른 FA-50 지상계측 방안 연구

이주하*, 김보성**, 유병선***

Study of the Telemetry Ground Station
for FA-50 Flight Test Instrumentation System

Ju-ha Lee*, Bo-Sung Kim**, Byeong-Seon Yoo***

ABSTRACT

The purpose of this study is leading to reduce the setup time and cost of the ground telemetry system for FA-50 program. And using the accumulated experience during T-50 and TA-50 development period, remove the risk of development and construct the optimal ground telemetry system for FA-50.

For this study, collect the ground telemetry data of the T-50/TA-50, analyze the data and problems and then suggest the optimal telemetry ground system for FA-50.

Key Words : Telemetry Ground Station(지상계측소), Real Time Monitoring(실시간 시현), Post Data Processing(비행 후 자료 처리), Data Recorder(자료 기록장치), Full Scale Development(FSD, 전기체 개발), Experimental Korean Trainer(XKT-1, 터어키 수출용 KT-1 시제기), Pulse Coded Modulation(PCM, 항공기의 센서 데이터를 디지털 데이터로 바꾸는 방식)

I. 서 론

1.1 연구의 목적

지금까지 T-50 FSD 비행시험, XKT-1 비행시험, TA-50 잔여무장 시험을 통해 축적된 지상계측 경험을 바탕으로 FA-50 지상계측 시스템을 구축함에 있어서 발생할 수 있는 여러 문제점들을 사전에 파악하여 위험 요소를 제거함으로써 최적의 FA-50 지상계측 시스템을 구축하기 위한 방안에 관해 연구하였다. 또한 FA-50 비행시험에 처음으로 적용되는 JDAM 실시간 계측에 따른 지상계측 시스템을 연구하였다.

1.2 연구의 범위와 방법

현재 사용하고 있는 지상계측 시스템을 종합적으로 검토해서 비효율적인 부분을 찾아내어 개선 방향을 도출하였으며 FA-50 비행시험에서 최적의 지상계측 시스템을 구축하는데 있다.

신규 형상에 따른 FA-50 비행시험 시 기존 지상계측 시스템으로 비행시험이 가능한지 연구 하였으며, 만약 추가적인 장비 및 시스템이 필요한지 검토하였다.

II. 본 론

2-1. 지상계측 시스템

지상계측 시스템은 항공기로부터 전송된 데이터를 수신하여 비행시험 중인 항공기를 실시간 모니터링 하고, 비행 후 저장매체에 저장된 데이터를 정밀분석이 가능하도록 데이터를 변환할 수 있어야 한다.

지상계측 시스템은 항공기에서 전송되는 데이터

† 2008년12월3일 접수 ~ 2008년12월19일 심사완료

* 정희원, 한국항공우주산업(주) 수석연구원

연락처, E-mail : juhalee@koreaaero.com

경남 사천시 사남면 유천리 802번지

** 한국항공우주산업(주) 선임연구원

*** 정희원, 한국항공대학교

를 처리하는 지상계측소(TGS, Telemetry Ground Station), 항공기의 실시간 데이터를 시현하는 실시간데이터 시현장비(Real Time Monitoring) 그리고 비행시험 후 데이터의 정밀분석을 위해 저장장비에 기록된 데이터를 처리하는 비행 후 데이터 처리(Post Flight Data Processing) 장비로 구성된다. 그리고 실시간 시현 데이터와 비행 후 처리된 데이터는 정밀 분석을 위해 엔지니어에게 제공된다. Fig 1.은 지상계측 시스템의 구성도를 보여준다.

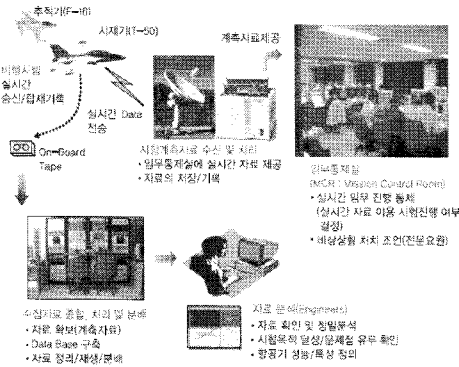


Fig 1. 지상계측 시스템 구성

2-2. 기존 지상계측 시스템의PCM Format 및 개선 방향

2-2-1. PCM Format

항공기에 장착된 센서와 여러 장비(LRU, Line Replaceable Unit)-의 의해 획득된 데이터들은 PCM 신호로 변환되어 PCM Format 형식에 맞게 데이터 레코더(Data Recorder)에 저장되며 획득된 데이터의 일부는 실시간으로 지상으로 전송된다.

아래 Fig 2.는 PCM Data의 전송 및 처리 과정을 보여준다.

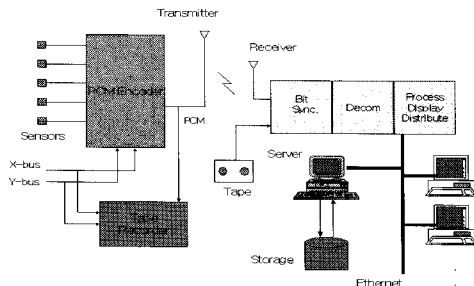


Fig 2. PCM Data의 전송, 처리 구조도

2-2-2. TA-50 비행시험에 적용된 PCM Format 비교(TM / On_Board)

TA-50 비행시험에 적용된 PCM Format은 Table 1. 에서 보듯이 TM/On_Board PCM Format의 크기가 다르다

TA-50 TM/On_Board PCM Format 비교	
TM	On_Board
Total Bit Rate : 1.54 Mbit/sec	Total Bit Rate : 4.25 Mbit/sec
128 Word * 64 Frame	352 Word * 64 Frame

Table 1. TA-50 TM, On_Board PCM Format 비교

2-2-3. TA-50 비행시험에서 TM, On_Board PCM Format이 상이함에 따른 문제점

T-50 FSD 비행시험 및 TA-50 잔여무장 비행시험에서 TM, On_Board PCM Format이 상이함에 따라 한 번에 실시간으로 Data를 처리하지 못하고 비행 후 항공기의 데이터 레코드에 저장된 DLT Tape(On_Board Data)을 사용하여 비행 구간 동안 Playback을 해서 EU 데이터를 생성한 다음 해석부서에 제공한다. 이렇게 함으로써 On_Board Data를Playback 하는데 많은 시간과 인력이 투입된다. 또한 EU(Engineering Unit) 데이터를 제공하는 시간이 지연될 수도 있다.

2-2-4. FA-50 비행시험에서 업무 비효율성 개선 방안 및 효과

FA-50 비행시험을 할 때 PCM Format을 최적화하여 TM, On_Board PCM Format을 동일하게 하면 업무 비효율성을 개선할 수 있다.

2-2-4-1. PCM Format 최적화 방법

- 사용 가능한 범위 내에서 Total Bit Rate 증가
- 항공기 모니터링 및 데이터 분석에 꼭 필요한 Code만 계측함으로써 PCM Format 최소화
- 최적의 Sampling Rate로 PCM Format 최소화

2-2-4-2. TM, On_Board PCM Format을 동일하게 함에 따른 개선 효과

- PCM Format 수정 및 Update하는 시간을 반으로 줄임(TGS Database Update 시간 절약)

- 비행 후 On_Board 데이터 Playback 시간 및 투입 입력 최소화(기존 1쏘티당 2시간 소요)
- 비행 후 On_Board 데이터 Playback을 하지 않으므로 장비 가용률 증대
- 해석부서에 제공하는 데이터를 실시간 비행 지원함과 동시에 자동으로 생성하기 때문에 데이터 제공 시간 단축

2-3. 데이터 저장 매체인 Data Recorder (D20d) 문제점 및 개선 방향

2-3-1. 기존 데이터 저장 매체인 Data Recorder (Model:D20d)의 문제점

현재 TA-50 잔여무장시험에 활용하고 있는 데이터 레코드는 장기간 동안 사용됨에 따라 장비 노후화 및 성능저하로 잦은 고장이 발생하고 있으며 그로 인해 시험데이터의 신뢰성이 저하되고 비행시험진행에 차질을 유발 시키고 있다.

2-3-2. Data Recorder 개선 방향

현재의 DLT Tape방식을 전자식으로 변경하여 유지보수 및 수명기한이 없는 제품 추진이 고려되어야 하고 향후 FA-50 비행시험 데이터처리 용량이 30Mbps로 증가될 것으로 판단되며, 장착공간의 부족으로 Video recorder와 통합기능이 요구된다.

FA-50 비행시험에서는 Data Recorder 고장발생 최소화, 처리용량 증대를 위해 Solid State Recorder로 교체하면 비행효율 개선 및 결과 데이터 유지, 보관이 용이할 것이다. Fig 3, Fig 4, Table 2.

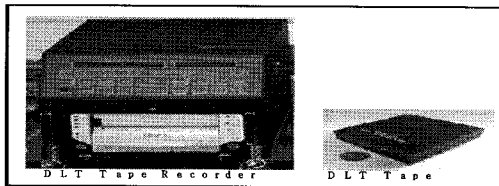


Fig 3. 현재 사용중인 Recorder

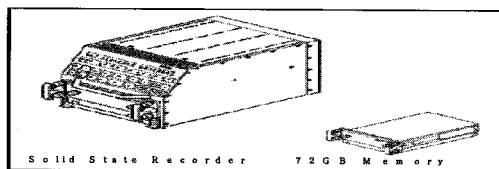


Fig 4. FA-50 비행시험에 적용될 Recorder

구분	DLT Recorder	Solid State Recorder
장/단점	- 저장매체 비용 저렴 - 데이터 처리 속도가 늦음 - 고장 발생 빈번	- 고장 및 유지보수 비용 저렴 - 고용량 저장성, 충격/진동에 강함 - 데이터 보관할 다른 매체 필요
초당 처리 속도	20 Mbps	120 Mbps
저장 방식	Head가 Tape에 접촉 후 저장	디지털 메모리 저장
저장 용량	35 GB	72GB
수명	Head(1000hr), Media(1000usage)	SSR은 수명 없음(반영구적 사용)
개발 년도	1996년	2002년

Table 2. DLT와 Solid State Recorder의 장/단점 및 성능 비교

2-4. TA-50 비행시험에 사용 중인 Strip Chart의 문제점 및 개선 방향

2-4-1. TA-50 비행시험에 사용 중인 Strip Chart 현황

S/C 종류	Picture	TA-50 비행시험 사용 현황	S/C Paper 소비량(1쏘티당)	S/C Paper 1 Pack 가격
Graph-Tec (WR3320)		12대	1.5Pack	46,700원
Graph-Med (MT95K2)		4대	0.7Pack	39,000원

Table 3. TA-50 비행시험에 사용 중인 Strip Chart 현황

2-4-2. Strip Chart 사용상 문제점

T-50 FSD 비행시험, TA-50 잔여무장 시험에서 Strip Chart를 위 Table 3.과 같이 계속 사용해 오고 있다. 지금까지 비행시험 쏘티(FDS + Post FDS)는 2000 여 쏘티로 Strip Chart Paper 구입 비용으로만 약 2억1천만원이 소요되었으며, Strip Chart 유지비용(Motor, Pin, IRIG Head 교체)으로 약 2천만원 이상 소요되었다. 그리고 해석부서 엔지니어가 Strip Chart Paper에 기록한 데이터를 보관하기 위한 별도의 공간도 필요하다.

2-4-3. Strip Chart 개선 방향

FA-50 비행시험에서는 기존 방식(Strip Chart Paper에 데이터기록)과는 달리 Digital Strip Chart를 사용하도록 추진해야 할 것이다. Digital Strip Chart는 실시간 화면으로 모니터링이 가능하고 기록은 전자 파일로 저장되기 때문에 기록 용지가 필요 없다.

2-4-3-1 개선 효과

- Strip Chart Paper 구입 비용 제거
- Strip Chart 소모품 비용 제거(구동 모터, Display Head, Pin 등)
- Strip Chart Paper 및 결과 데이터 보관할 별도의 공간 제거
- Strip Chart 유지/보수 인력 투입 제거(주기점검, Paper 교환 등)

2-5. FA-50 비행시험 시 신규형상에 따른 지상계측 방안

2-5-1 기존 비행시험과 FA-50 비행시험 비교

FA-50 비행시험에서는 신규 계측 요구도(JDAM)에 따른 새로운 방식의 계측 방안이 요구된다. Table 4.

구분	기존 비행 시험 (FDS / 잔여무장시험)	FA-50 비행 시험
계측 대상	시험 항공기(TA1~TA4)	시험 항공기+BOM(JDAM)
계측 요구도	항공기 Status - 실시간 항공기 Status - Mil-1553 Data - 무장분리 영상	항공기 Status(좌동) BOM Status - Safe Separation - Impact Status
시험 범위	항공기 영역 확장 시험 무장 시험	좌동 + JDAM 비행 시험 - 영역확장, 무장분리, 항전
시험의 요구도	일반 임무 공역 일반 무장 시험 사격장	일반 임무 공역 JDAM 임무 가능 사격장

Table 4. 기존 비행시험과 FA-50 비행시험 비교

2-5-2 JDAM 개요

JDAM은 Joint Direct Attack Munition의 약자로 MK분류 폭탄(MK-82, MK-85, etc) 또는 BLU 분류 폭탄에 Tail-Kit를 부착한 형태이다. 즉, MK 나 BLU 시리즈 폭탄 + Tail-Kit = JDAM 이다. 핵심 부분인 Tail-Kit은 폭탄을 원하는

곳으로 Gliding 해 주는 낙하 유도 시스템으로 크게 INS(Inertial Navigation System)와 GPS(Global Positioning System) 작동으로 폭탄의 낙하 위치를 추적한다. Fig 5.

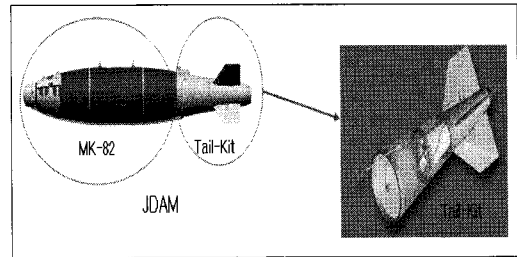


Fig 5. JDAM 형상

2-5-3 JDAM 계측에 따른 현 지상계측 시스템의 문제점

T-50 FDS, TA-50 잔여무장 시험에서는 L3사의 Sys500 이라는 데이터 처리 시스템을 사용하고 있다. 이 지상계측 시스템은 Embedded PCM Stream Data를 처리하지 못하기 때문에 시험항공기 계측은 가능하나 JDAM은 계측할 수 없다. 따라서 JDAM 계측이 가능한 새로운 지상계측 시스템이 필요하다. FA-50 비행시험에서는 아래 Table 5.와 같이 기존 Sys500 지상계측 장비로는 항공기 데이터를 계측해야 하고 Omega-3000 지상계측 장비로는 JDAM을 계측해야 할 것이다.

지상계측 시스템	계측 대상	처리 가능 Data
L3사의 Sys500	FA-50 비행시험 항공기	PCM, 1553, Audio
Wyle사의 Omega-3000	JDAM Data(계측, 시험, 처리)	PMC, 1553, Audio JDAM(Embedded PCM Stream)

Table 5. FA-50 비행시험에서의 지상계측 시스템

2-5-4 JDAM 계측을 위한 Omega-3000 지상계측 시스템 구성도

Omega-3000 지상계측 시스템의 구성도는 Fig 6.와 같으며 주요부의 기능은 아래와 같다.

- OMEGA-Serv(시스템 Server) : Client 계정/권한 부여, Network 용량 설정, 데이터 처리/저장
- OMEGA-Thin(시스템 Client) : Server와의 접속 허용, 실시간 모니터링

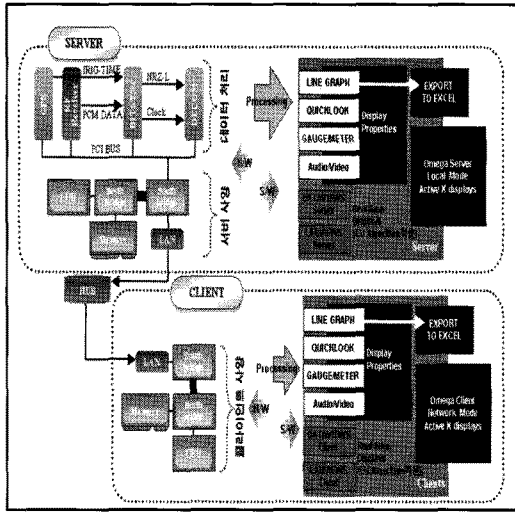


Fig 6. Omega-3000 지상계측 시스템 구성도

2-5-5 임무 공역에 따른 지상계측 시스템 운용 방안

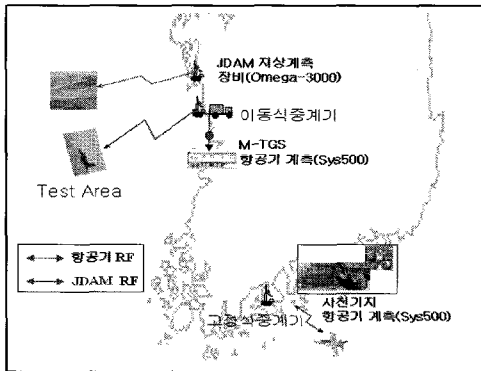


Fig 7. 임무 공역에 따른 지상계측 시스템

Fig 7.과 같이 지상계측 장비를 운영하면 T-50 FSD, TA-50 잔여무장 시험에서 사용한 지상계측 장비(고정식 TGS, Mobile TGS, 고정식 중계기, 이동식 중계기)를 그대로 사용하면서 추가적으로 JDAM 계측을 위한 Omega-3000 지상계측 장비만 구입 후 운영하면 되므로 기존장비 활용을 극대화 할 수 있고 FA-50 비행시험에 소요되는 사업비용을 감소시키는 효과가 있을 것이다.

III. 결 론

3-1. 요약 및 시사점

본 논문에서는 T-50 FSD 기간, TA-50 잔여무장 시험을 통해 축적된 경험을 바탕으로 기존의 지상계측 시스템에서 비효율적인 부분을 찾아내어 FA-50 지상계측 시스템을 구축 할 때 최적의 방안을 도출하는데 있다. 기존 지상계측 시스템에서 비효율적인 부분으로는 크게 3가지가 있었다.

첫째, TM/On Board의 PCM Format이 다르므로 실시간 비행 후 On Board 비행 데이터를 Playback 하여 해석 부서에 제공함으로써 많은 시간과 인력이 투입됨을 알 수 있었다. 이를 개선하여 적용하면 FA-50 비행시험에서는 TM/On Board PCM Format을 통일함으로써 해석 부서 데이터 제공시간이 단축될 것이며, On Board 비행데이터를 Playback하는 시간/인력 투입이 필요 없게 될 것이다.

둘째, 데이터 저장 매체를 DLT Recorder Type에서 Solid Status Recorder Type으로 바꿈으로써 진동/충격에 강해 고장 및 유지보수 비용이 저렴하고 데이터 처리 속도가 향상 될 수 있음을 알 수 있었다.

셋째, FA-50 비행시험에서는 기존 방식(Strip Chart Paper에 데이터기록)과는 달리 Digital Strip Chart를 사용하면 실시간 화면으로 모니터링이 가능하고 기록은 전자 파일로 저장되기 때문에 별도의 기록 용지가 필요 없음을 알 수 있었다.

추가적으로 신규 계측 요구도(JDAM 실시간 계측)에 따른 새로운 방식의 지상계측 시스템이 필요함을 알 수 있었다.

3-2. 향후 과제

신규 계측 요구도(JDAM 실시간 비행계측)에 따른 새로운 지상계측 시스템(Omega-3000)은 기존에 사용한 경험이 없기 때문에 철저한 사전 준비가 필요하다. 또한, 지상계측 시스템 구성, Server/Client Network 구성, Acceptance Test, 데이터 유효성 검증 방안 등에 관해 구체적인 연구가 필요하다.

후기

본 내용의 지적소유권은 한국항공우주산업(주)에 있음.

참고문헌

- [1] T-50 항공기 개발 경험으로 쓴 실전 비행 5 시험 (출판 예정)
- [2] TELEMETERY SYSTEM ARCHITECTURE (3rd edition) C.J Strock, E.M Rueger, ISA
- [3] Introduction to PCM Telemetry Systems. Horan, Stephen John, CRC Press Inc.