

技術論文

무기체계의 항공기 탑재비행시험을 통한 개발시험 기법 연구

염형섭*, 오종훈*, 성덕용*

A Study on Technique of Development Test by an Aircraft
Captive Flight Test in Weapon System

Hyeong-Seop Yeom*, Jong-Hoon Oh* and Duck-Yong Sung*

ABSTRACT

In this paper, we have described an aircraft captive flight test for the development test of weapon systems. We have conducted a captive flight test for the development of core onboard parts and sensors of airborne weapons and guided missiles. We have used KTX-1/XKO-1 aircraft as a platform for the captive flight test. In order to perform a captive flight test, we have made a captive test pod as a shape of external fuel tank in the XKO-1 and have modified XKO-1 aircraft for a system interface. We have taken a development test about all kinds of seekers, navigation & guidance systems, and core part of guided missile through the aircraft captive flight test.

초 록

본 논문에서는 항공기 탑재비행시험을 통한 무기체계 개발시험에 대하여 기술하였다. 국방과학연구소에서는 항공기를 운용하며, 각종 항공/유도 무기체계의 핵심 탑재장비와 센서 개발을 위하여 항공기 탑재비행시험을 수행하고 있다. 탑재비행시험 플랫폼으로는 KTX-1/ XKO-1 항공기를 사용하며, 외부연료탱크 형상의 탑재시험체를 제작하여 시스템 연동을 위해 항공기를 수정하였다. 항공기 탑재비행시험을 통하여 각종 탐색기와 항법시스템 그리고 유도무기 핵심 탑재장비에 대한 개발시험을 수행하였다.

Key Words : Captive Flight Test(탑재비행시험), Captive Test Pod(탑재시험체), Instrumentation and Telemetry System(원격계측시스템), Seekers/Sensors Development(탐색기/센서 개발)

1. 서 론

항공기와 유도무기 같은 무기체계 연구개발 시 다양한 시험과정을 통해 해당 체계의 요구 성능을 입증하는 것은 매우 중요하다. 그러나 개발 단계의 시험은 해당 시스템의 요구 성능을 보장

을 할 수 없는 불확실성을 내포하고 있기 때문에 직·간접적으로 많은 위험 요소를 포함한다. 무기 체계 개발 시 다양한 종류의 개발시험이 수반되지만 특히, 항공무기나 유도무기 체계의 경우 일단 발사되면 되돌릴 수 없다는 점에서 보다 많은 세분화된 성능 입증단계가 필요하다.

항공무기나 유도무기 체계의 개발에 있어서 시험단계에서 위험요소 제거와 고비용 절감 그리고 개발기간 단축 등을 위하여 탑재비행시험이라는 시험기법을 활용하고 있다. 탑재비행시험(CFT, Captive Flight Test 또는 Captive Carry

† 2009년 7월 3일 접수 ~ 2009년 9월 28일 심사완료

* 정희원, 국방과학연구소 7본부 4부

교신저자, E-mail : go2add@yahoo.co.kr

충남 서산시 해미면 기지리 247번지

Flight Test)은 항공기를 플랫폼으로 사용하여 개발 중인 시제품의 일부나 전체 체계를 항공기에 장착하여 여러 가지 성능을 시험하는 것이다. 시제품을 장착한 항공기는 정해진 임무 시나리오에 따라 비행시험을 수행함으로써 항공무기나 유도 무기에 대해 실발사시험을 하지 않고서도 동일한 시험자료를 얻을 수 있다는 이점이 있다. 또한, 항공기 탑재비행시험은 반복적인 임무 수행이 가능하고 특성화된 시험지역에서의 불확실한 요소들까지도 시험항목에 포함시킬 수 있으므로 시험 효과가 우수하다.

플랫폼 역할을 하는 항공기는 탑재비행시험을 하고자 하는 체계 탑재장비에 따라 고정익 항공기나 회전익 항공기를 사용할 수 있다. 탑재비행 시험에 사용되는 플랫폼 항공기에는 다양한 시험체가 장착될 수 있으므로, 항공기와 시험체간 인터페이스가 일치하도록 항공기의 일부 시스템을 수정해야 한다. 또한, 비행시험 중에 시험체로부터의 시험자료 획득과 항공기의 안전 통제, 정확한 임무 수행을 위한 조종사 조언 등을 위하여 항공기의 비행자료를 실시간으로 모니터링할 수 있도록 원격계측시스템(Telemetry System)이 구비되어야 한다.

본 논문에서는 국방과학연구소(이하 국과연) 항공시험장에서 수행중인 KTX-1과 XKO-1 항공기를 이용한 탑재비행시험에 대하여 기술하였다. 외국의 경우 오래전부터 항공기와 유도무기, 각종 센서 등의 개발에 탑재비행시험 기법을 적용하고 있다. 반면에 국내에서는 무기체계 개발에 탑재비행시험 기법을 적용한 것은 최근이며, 항공/유도 무기체계 개발 증가와 더불어 그 수요도 늘어나는 추세이다. 본문에서는 탑재비행시험에 대한 다양한 기술과 풍부한 경험을 갖고 있는 국외 사례에 대하여 소개하고 현재 국과연에서 수행중인 탑재비행시험 사례와 향후 발전방향을 제시하고자 한다.

II. 본 론

2.1 국외 탑재비행시험 현황

미국의 경우 항공기를 플랫폼으로 사용한 탑재비행시험 기법은 오래전부터 활발히 수행되어 왔다. 개발한 항공기를 비행시험에 앞서 보다 큰 대형 항공기의 발사장치(Launcher)에 장착하여 시험하거나 시험 항공기의 앞부분만을 제작, 장착하여 시험하는 방식의 탑재비행시험을 수행한다. 또한, 센서와 탐색기 시스템의 성능시험을 위



그림 1. SRV의 B-52 탑재비행시험

하여 고정익이나 회전익 항공기에 시험체를 장착하여 탑재비행시험을 수행한다.

NASA의 Dryden Flight Research Center에서는 여러 가지 항공기 개발 시 시험 항공기를 B-52와 같은 대형 항공기에 장착하여 비행시험 자료를 얻는 탑재비행시험을 수행하였다. 탑재비행시험을 수행하기 위하여 B-52 항공기는 시험 항공기 장착과 공중 발사 및 투하가 가능하도록 주익 플랩(Wing Flap)의 노치(Notch)를 절단하고 파일론을 장착하는 개조작업이 이루어졌다.

항공기 개발에 적용된 탑재비행시험의 예는 F-15 항공기의 스핀특성 시험이었다(그림 1). F-15 항공기의 3/8 크기(전장 7m, 날개길이 4m)로 제작된, 원격으로 조종되는 무동력 SRV(Spin Research Vehicle)를 B-52 항공기에서 투하시켜 안정성과 조종성을 측정하는 시험이었다[13]. Dryden에 위치한 RPRV (Remotely Piloted Research Vehicle)의 SRV 조종사는 B-52 항공기에서 투하된 SRV를 지상 조종실에서 원격으로 조종하게 된다. 이러한 원격 조종은 SRV에 탑재된 원격계측시스템을 통해 전송되는 비행자료와 영상을 통해서 가능하다. SRV 탑재비행시험은 고도 50,000ft에서 3,000ft 사이에서 총 27회 수행되었다. 이 탑재비행시험에서는 비행특성 연구를 통하여 개발된 다양한 제어법칙들이 항공기에 적용되었으며, 조종사에게 심리적 불안감이나 위험을 주지 않으면서 많은 스핀시험을 통하여 정상상태의 스핀시험 자료를 획득하였다.

항공기 개발에 적용된 탑재비행시험의 두 번째 예는 NASA의 X-38 우주선 개발시험이다[13]. X-38 우주선은 국제 우주정거장에서 긴급 상황 발생 시 우주인들의 귀환을 위하여 개발되었다. X-38 탑재비행시험의 모션으로 B-52 항공기가 사용되었으며, 비행특성과 착륙을 위한 최종하강 특성 그리고 조종 가능한 낙하산(Parafoil Parachute) 등에 대한 시험자료를 획득하였다(그림 2).

항공기 개발에 적용된 탑재비행시험의 또 다른 예는 X-43A 극초음속 무인항공기 개발시험이다[11]. 페가수스 부스터로켓 앞부분에 장착된 X-43A는 B-52 항공기의 개조된 파일론에 장착되어 탑재비행시험을 수행하였다(그림 3). X-43A



그림 2. X-38의 B-52 탑재비행시험



그림 3. X-43A의 B-52 탑재비행시험

항공기는 고도 40,000ft에서 B-52 항공기로부터 투하되어 발사로켓에 의해 100,000ft까지 상승한 다음, 발사로켓과 분리 후 임무 시나리오에 따라 비행을 수행하였다.

항공기를 이용한 탑재비행시험은 유도무기 개발에도 적용 가능하며, 시제품을 항공기에 장착하여 발사함으로써 비행특성과 성능에 대한 시험 자료를 획득할 수 있다. 미 육군의 RTTC(Redstone Technical Test Center)[13]에서는 전기광학 센서나 탐색기 시스템에 대하여 탑재비행시험을 통하여 운영시험을 수행한다(그림 4). 항공기에 탑재한 탐색기나 센서 등의 시험체를 지상 목표물로 이동하면서 많은 공학적 자료를 수집하게 된다. RTTC는 시험체의 플랫폼 역할을 하는 고정익 및 회전익 항공기와 지상 목표물, 특성화된 시험

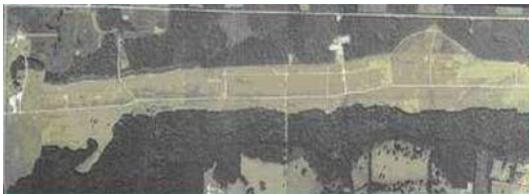


그림 4. 미 육군의 RTTC



그림 5. UH-1 헬기의 탐색기 장착과 탑재비행시험

환경 모사시설, 넓은 시험영역 그리고 다양한 계측시스템 등을 구비하고 있다. 이러한 시험시설을 바탕으로 FLIR(Forward-looking Infrared), 미사일 유도조종부, 탐색기 등의 탑재비행시험을 수행한다(그림 5).

합동 원거리 무기인 JSOW(Joint Standoff Weapon) Block II는 미 해군과 공군의 공동 프로그램으로 재래식 일반폭탄에 위성합법장치(GPS)와 관성항법장치(INS)를 연동한 Glide Kit를 장착하여 목표물로 유도하는 공대지 무기체계로서 레이시온사가 개발했다[14]. 레이시온사는 JSOW Block II를 시험 개발하여 F-16 항공기에 장착, 탑재비행시험을 통하여 개발시험을 수행하였다(그림 6).

SSBEX(Small Smart Bomb Range Extension) 프로그램은 SSB(Small Smart Bomb)에 가변날개 어댑터 키트(Swing Wing Adapter Kit)를 장착하여 사거리를 연장하는 프로그램으로 미 공군과 보잉사가 수행하는 공대지 무기체계 개발 사업이다[15]. 이 프로그램에서도 F-16 항공기를 이용하여 탑재비행시험을 수행하였으며, 항공기에서의 분리조건과 비행특성 등에 대한 시험자료를 획득하였다(그림 7).

유도무기에 장착되는 탐색기와 관련 센서 개발에도 항공기 탑재비행시험이 적용된다. AIM-9X 공대공 미사일의 신형 탐색기 개발[16] 시에도 탑재비행시험이 수행되었으며, 이 시험을 위하여 탑재시험체 CTP(Captive Test Pod)를 개



그림 6. JSOW Block II의 F-16 탑재비행시험



그림 7. SSBEX의 F-16 탑재비행시험

표 1. 국의 항공기 탑재비행시험 사례

개발 체계	항공기	시험목적[참고문헌]
F-15	B-52	F-15 항공기의 스피너성[12]
X-38	B-52	X-38 우주선의 성능시험[12]
X-43A	B-52	X-43A 극초음속 무인기의 성능시험[11]
광학센서	UH-1	FLIR, 탐색기, 유도조종부 개발[13]
JSOW Block II	F-16	스마트 폭탄 개발[14]
SSBREX	F-16	SSB 성능개량 비행성능 시험[15]
AIM-9X	F/A-18	AIM-9X의 신형 탐색기 개발[16]



그림 8. AIM-9X CTP와 F/A-18 항공기 장착 형상

발하여 F/A-18 항공기에 장착, 비행시험을 수행하였다(그림 8). CTP에는 탐색기와 항법장치, 제어장치 등 AIM-9X의 구성장비 등이 장착된다. CTP는 항공기 파일론에 장착되며, 운용의 편리성과 신속한 점검을 위하여 양쪽에 덮개문을 설치하였다.

앞서 설명한 외국의 항공기 탑재비행시험 사례를 정리하면 표 1과 같다.

2.2 국내 탑재비행시험 현황

국내에서 무기체계 개발 시 탑재비행시험 기법을 적용한 시기는 오래되지 않았다. 초기에는 군용 수송기나 민간 헬기를 임대하여 시험을 수행하였으나 시스템 운용 여건과 제반시설 미비로 시험대비 효율이 높지 않았다. 그러나 XKO-1 항공기의 개발과 항공시험장 비행시험 인프라 보강, 원활한 대군협조를 통하여 항공기를 이용한 탑재비행시험이 활발히 진행되고 있다. 국내의 경우 탑재비행시험은 항공기와 같은 대형 무기체계 보다는 유도무기체계의 핵심 탑재장비인 탐색기나 항법장치, 센서, 유도조종장치 등의 개발에 적용하고 있다.

항공기 탑재비행시험은 항공기와 항공기 정비 지원 장비, 비행구역 그리고 공군의 제반시설 등의 사용이 용이한 국과연 항공시험장에서 수행되고 있다. 국과연에서 개발 운용하고 있는 KTX-1/XKO-1 항공기는 공군에서 운용되고 있는 항공기로서 비행성능과 안전성 모두가 입증되었



그림 9. SAR의 KTX-1 탑재비행시험



그림 10. KGGB의 XKO-1 탑재비행시험

다. 따라서 항공기 개조가 요구되는 탑재비행시험의 경우 자체 항공기 수정이 가능하며 이는 지상시험, 전자과 간섭시험 그리고 기술/안전 검토 위원회(TRB/SRB, Technical Review Board/Safety Review Board) 등의 검토를 거쳐 비행시험을 수행한다.

현재까지 KTX-1/XKO-1 항공기를 이용한 탑재비행시험으로는 각종 유도무기의 핵심 탑재장비, 영상레이더(SAR, Synthetic Aperture Radar), 항공기 탑재 정밀유도폭탄(KGGB, Korean GPS Guided Bomb), 원격계측용 공중 중계시스템 등의 연구개발 시험평가를 수행하였다. 이와 같은 탑재비행시험을 통하여 해당 사업에 있어서 개발 기간 단축과 예산 절감, 기술적 위험도 제거 등의 성과를 이루었다.

2.3 탑재비행시험을 위한 항공기 개조

2.3.1 모니터링 시스템 구현

비행시험 항공기의 비행안전 파악과 임무 조연을 위하여 항공기의 상태와 CTP 탑재장비(탐색기, 항법장치, 유도조종장치 등) 성능을 실시간으로 모니터링하는 시스템이 필요하며, 이를 위하여 비행시험 계측시스템이 운용된다. 비행시험 계측시스템은 항공기의 탑재계측시스템(그림 11)과 항공시험장의 지상계측시스템(그림 12)으로 구성된다. 계측시스템을 통하여 실시간으로 비행자료가 다양한 형태로 비행통제실(MCR, Mission Control Room)의 모니터링 시스템으로 시험된다(그림 13). 계측시스템을 통하여 항공기에서 계측되는 비행자료는 표 2와 같다.

표 2. 항공기 계측 비행자료

계통	세부 항목
성능	속도, 고도, 압력, 조종력, 조종면 변위 등
항공전자	비행 자세, 가속도, 각속도, 위치, 항법자료 등
엔진	엔진 온도, 엔진 압력, Torque, 연료량 등

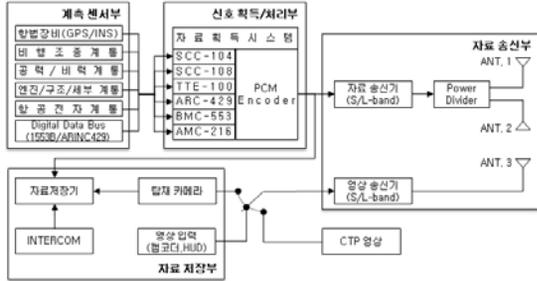


그림 11. 항공기 탑재계측시스템

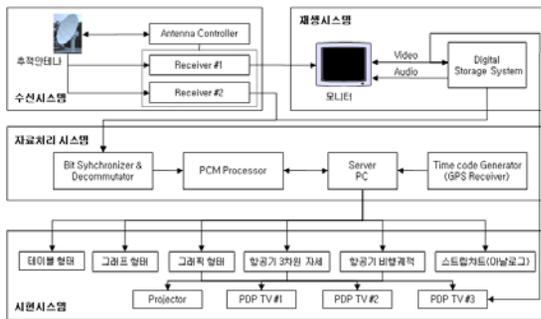


그림 12. 항공시험장 지상계측시스템

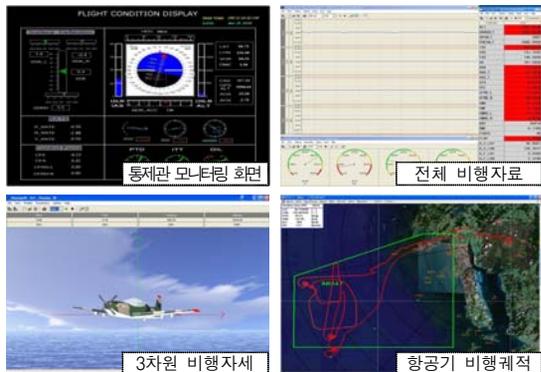


그림 13. 비행통제실의 비행시험 시현 화면

2.3.2 항공기 개조

KTX-1/XKO-1 항공기는 탑재비행시험을 목적으로 개발된 항공기가 아니므로 이와 같은 임무

표 3. 탑재비행시험을 위한 항공기 개조

개조 항목	용도	비고
항공용 GPS 장착	조종사의 표적위치 식별 장비	그림 14
모니터 장착	조종사의 표적에 대한 탐색기 영상 모니터링	그림 14
CTP 제어 스위치 장착	조종사의 CTP 탑재장비 제어	그림 14
인터페이스 케이블 장착	CTP 전원 및 제어선, 항공기 신호선 분기	
GPS 안테나 장착	CTP내 항법장비용 GPS 안테나	



그림 14. 탑재비행시험을 위한 항공기 개조

수행을 위하여 부분적인 개조를 하였다[1]. 가장 큰 개조 작업은 항공기와 CTP(Captive Test Pod)간 신호 인터페이스를 위한 케이블 장착이었다. 조종석에서 주익 좌·우측 내부 파일론까지 에일러론 조종봉(Aileron Control Rod)이 장착된 영역으로 움직이는 부분과 간섭이 발생하지 않도록 하였다. 또한, 장착하는 CTP와 항공기 전원 그리고 신호처리 같은 전기적 인터페이스를 위하여 부분 개조를 수행하였다. 항공기 개조는 단순히 신호선과 CTP를 장착하는 것으로 이루어지는 것이 아니라 항공기의 비행안전과 직접적으로 연관되므로 비행 GO/NO-GO 기준에 큰 영향을 미친다. 탑재비행시험을 위한 항공기 개조 내용은 표 3과 같다.

2.3.3 탑재시험체 개발

탑재비행시험 시 탑재장비를 장착하는 구조물 형상으로는 KTX-1/XKO-1 항공기의 외부연료탱크를 기준으로 제작하여, 주익 좌·우측 내부 파일론에 장착한다(그림 15). 외부연료탱크는 항공기 개발 시 풍동시험과 비행시험을 통하여 항공기의 속도와 외부연료탱크 형상에 관계없이 구조 강도[7]

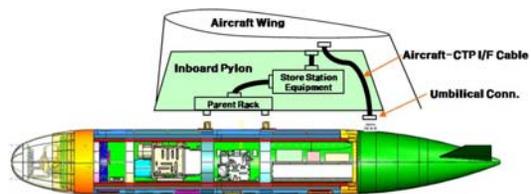


그림 15. 항공기와 탑재시험체 연결도

표 4. XKO-1 외부연료탱크 C.G와 MOI

Angle (deg)	Full(195kg)		1/2(116.5kg)		Full(34kg)	
	탱크 CG [mm]	항공기 FS	탱크 CG [mm]	항공기 FS	탱크 CG [mm]	항공기 FS
50	1447.7	4072.3	1750.4	4374.9	1444.3	4068.9
30	1350.7	3975.3	1673.6	4298.2	1444.3	4068.9
0	1329.7	3954.3	1339.4	3964.0	1444.3	4068.9
-30	1306.1	3900.7	996.3	3620.9	1444.3	4068.9
-50	1125.5	3750.1	854.9	3479.5	1444.3	4068.9
MOI	kg-m ²					kg-m ²
Ixx	3.619					0.914
Iyy	62.59					12.699
Izz	62.70					12.819
Iyz	0.00					0.000
Ixz	0.12					0.040
Ixy	0.00					0.000

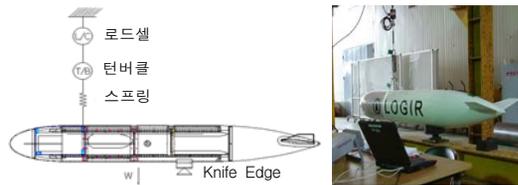


그림 16. 탑재시험체 물성치(MOI) 측정

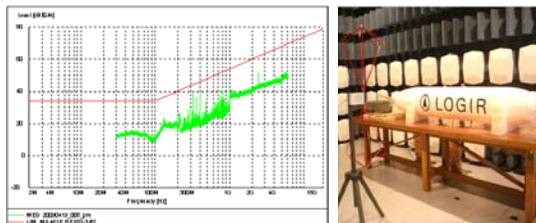
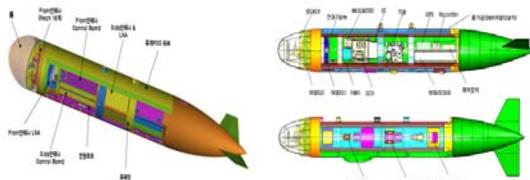


그림 17. 탑재시험체 전자파시험 (MIL-STD-461E RE102)



(a) 공중 중계시스템 (b) 유도무기 핵심장비

그림 18. 사업별 탑재시험체 형상

를 유지하는지 그리고 항공기로부터 안전하게 투하되는지에 대한 공력 특성[8]을 입증하였다.

외부연료탱크 형상을 기준으로 제작된 CTP는 비상시 항공기 안전을 위하여 투하가 가능해야 하므로 지상에서 이를 위한 지상투하시험을 수행한다. 또한, CTP와 항공기와의 비행적합성을 검증하기 위하여 외부연료탱크를 기준으로 하는 비행제한조건인 CG(Center of Gravity)와 MOI(Moment of Inertia), 장착성, Intra-system

EMC(Electro Magnetic Compatibility) 등의 시험을 수행한다. 특히, Intra-system EMC의 경우 항공기와 CTP 간의 상호 전자파 간섭 유무를 점검하는 시험으로 항공기와 CTP 탑재장비의 오작동을 검증하기 위해 매우 중요하다.

2.4 탑재비행시험 수행

탑재비행시험 수행을 위하여 국과연에는 비행시험 의뢰 부서와 비행시험 계획/관리/항공기 운영 부서, 그리고 공역관리 부서가 있으며, 공군에는 비행시험을 담당하는 52시험평가전대가 있다. 이들 부서간의 유기적 협조체계에 의해 항공기 탑재비행시험을 수행하며, 각 부서별 업무와 절차는 그림 19와 같다[4].

CTP 탑재장비의 정확한 성능평가를 위해서는 임무 계획에 따른 정확한 비행시험 수행이 중요하다. 탑재비행시험의 임무 시나리오는 비행시험 의뢰부서에서 작성하며, 비행시험그룹과 조종사가 최종 협의를 거쳐 결정한다. 탑재비행시험의 임무 시나리오에는 항공기의 비행 패턴이 자세히 기술되어야 조종사의 정확한 임무수행이 가능하다. 따라서 항공기 비행 패턴에는 다음 사항들이 포함되어야 한다.

- 표적에 대한 항공기 진입 고도와 속도
- 표적에 대한 항공기 진입 방향(Heading)과 각도(Pitch)
- 표적에 대한 항공기 Initial/Final Point, Way Point

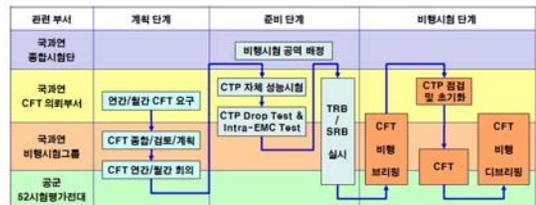


그림 19. 탑재비행시험 업무 분장 및 절차



그림 20. 항공기 탑재비행시험

여러 가지 무기체계 개발 시 수행한 항공기 탑재비행시험의 성과로는 유도탄의 표적에 대한 탐지, 포착, 추적 성능을 검증하였으며, 개발 탑재장비의 성능 검증과 탐색기의 획득 영상자료 축적 등을 들 수 있다. 또한, 공대지 무기체계에 대한 항법유도 및 관련 기술을 확보하였다.

III. 결 론

본 논문에서는 국내·외의 항공기 탑재비행시험을 통한 무기체계의 개발시험에 대하여 서술하였다. 국과연에서는 KTX-1/XKO-1 항공기를 사용하여 다양한 종류의 탑재비행시험을 수행하고 있다. 특히, 연구 개발 중인 항공/유도 무기체계의 핵심 탑재장비에 대하여 각종 탑재비행시험을 수행함으로써 실제 비행시험에 대한 기술적 위험도를 크게 줄이고 이에 따른 사업 전반적인 분야에 대하여 일정단축과 예산절감에 기여하고 있다.

현재 수행하고 있는 탑재비행시험은 운용 중인 항공기의 특성에 따라 저속의 임무만 가능하다. 현재의 연구개발 수준을 고려할 때, 국과연을 비롯하여 방위산업체, 학계, 그리고 민간업체의 최신 기술들을 종합하면 고도의 무기체계 즉, 공대공과 공대지 유도탄 개발도 가능하리라 판단된다. 이와 같이 미래에 개발하고자 하는 무기체계의 특성을 고려하여 현재보다 위험도가 높은 다양한 종류의 시험을 수행하기 위해서 고속 탑재비행시험과 공군 운용 항공기를 활용한 탑재비행 시험 능력을 확보할 필요가 있다.

참고문헌

1) 염형섭, 오중훈, 성덕용, 탑재비행시험을 위한 XKO-1-05호기 개조, ADDR-401-080762, ADD, 2008.

2) 오중훈, 염형섭, 성덕용, 유도무기 탑재비행 시험용 저고도 증계시스템 개발, ADDR-425-080589, ADD, 2008.

3) 박상은, 유도탄 탑재시험용 Pod 개발('05), MADC-S516-05101, ADD, 2005.

4) 이성만, 이수창, 오현식, 성덕용, 탑재비행시험을 이용한 유도무기 탑재장비의 시험평가, 한국항공우주학회지, 2008.

5) 이수창, 오현식, 김익수, 유도무기체계 시험평가를 위한 국내 인프라 및 적용방안, 국방과학기술 플러스, ADD, vol. 50, 2008.

6) 오중훈, 염형섭, 성덕용, 중거리 GPS 유도키트 플랫폼 계측시스템 개발('08), ADDR-425-090610, ADD, 2009.

7) 최관호, 정상준, 하덕주, XKO-1 외부장착물 계통 인증보고서(Vol.3), MADC-401-030829, ADD, 2003.

8) 김명성, 이승수, 김상진, 외부장착물 분리운동 해석 및 투하비행시험(XKO-1), MADC-401-030317, ADD, 2003.

9) Telemetry Standard(Part 1), RCC Documents 106-07, Telemetry Group, Sep. 2007, RCC

10) Aircraft/Store Electrical Interconnection System, MIL-HDBK-1760A, Mar. 2004, DOD

11) Jessica Lux, Parryl A. Burkes "Hyper-X(X-43A) Flight Test Range Operations Overview", NASA/TM-2008-214626, Jan. 2008

12) <http://www.dfrc.nasa.gov>

13) <http://www.rttc.army.mil>

14) <http://www.raytheon.com>

15) <http://www.globalsecurity.org/military/systems/munitions/ssbrex.htm>

16) <http://www.southernresearch.org>