

탑재비행시험용 무선 점검장치 개발에 대한 연구

류상규^{*,1,2)} · 주정현¹⁾ · 고명준¹⁾

¹⁾ 국방과학연구소 제1기술연구본부

²⁾ 한국과학기술원 전기및전자공학부

A Study on Development of Wireless Check-up Device for Captive Flight Test

Sang-Gyu Ryu^{*,1,2)} · Junghyun Joo¹⁾ · Myoungjun Ko¹⁾

¹⁾ The 1st Research and Development Institute, Agency for Defense Development, Korea

²⁾ School of Electrical Engineering, Korea Advanced Institute of Science and Technology, Korea

(Received 11 April 2019 / Revised 18 June 2019 / Accepted 12 July 2019)

ABSTRACT

In this paper, a study on a wireless check-up method of test equipment for captive flight test(CFT) was conducted. For CFT, test equipment is mounted on a POD, and check-up is carried on the test equipment's. For check-up the POD wirelessly, battery, power distribution unit, wireless communication devices were designed within the POD, and a check-up device is designed outside of the POD. Once the external check-up device sends a 'start signal' to the POD, it performs the overall check-up procedures and transmits the 'end signal' to the external check-up device. Detailed check-up results are stored in an internal storage device, and are possible to read from external check-up device if necessary, thereby improving the reliability of the wireless check-up. By implementing and applying these wireless check-up system, the reliability of the check-up was enhanced by dynamical and movable check-up, and safety is guaranteed as the check-up was carried without access to the aircraft.

Key Words : Captive Flight Test(탑재 비행 시험), Wireless Check-up System(무선 점검), Test and Evaluation(시험 평가)

1. 서론

오늘날 유도무기는 점차 높은 정밀도와 생존성이 요구됨에 따라 짧은 개발 기간 내에 유도무기를 효과

적으로 개발하기 위하여 다양한 시험을 수행한다. 그 중에 탑재비행시험(CFT, Captive Flight Test)은 비행체에 시험대상장비를 장착하여 성능을 검증하는 시험으로, 비행체가 계획된 궤적을 따라 이동하는 동안 동적인 검증이 가능하여 정밀타격 유도무기의 핵심인 항법장치, 탐색기, 유도조종장치 등의 성능을 검증하는데 필요한 비용, 인력 등의 자원을 절감할 수 있다¹⁾.

* Corresponding author, E-mail: rsk0305@add.re.kr

Copyright © The Korea Institute of Military Science and Technology

탑재비행시험은 다양한 비행체를 활용하여 시험을 수행 할 수 있는데, 항공기 구조물에 시험대상장비를 탑재하고 항공기를 비행하는 항공기 탑재비행시험^[1,2], 헬리콥터 외부에 시험대상장비를 설치하여 시험하는 헬기 탑재비행시험^[3], 무인항공기를 이용하여 탑재시험을 수행하는 무인기 탑재비행시험 등으로 구분할 수 있다. 이 중, 항공기 탑재비행시험은 국내에서 2000년 초부터 수행되어 현재 가장 많이 활용된 탑재비행시험 방법으로, 무기체계 개발 등 다양한 분야에서 장비의 검증 목적으로 시험을 수행하여 그 효용성을 입증하였다. 그 예로, 항공기에 장비를 탑재하고 비행환경에서 분리조건을 시험하여 장비 운용 신뢰성을 검증하였으며, 유도무기에 탑재되는 위성항법장치, 전파고도계, 관성조종센서 등의 시험대상장비의 성능을 검증하기 위해 탑재비행시험을 활용하였다^[1].

탑재비행시험은 센서의 특성 연구와 개발에도 활용되었는데, 적외선 센서를 항공기에 탑재하여 다양한 환경에서 적외선 영상을 획득하여 무인기용 비냉각식 적외선 센서를 개발하였으며, 마이크로파 탐색기를 탑재비행시험하여 송신 파형에 대한 지면 반사특성을 연구한 사례도 있다^[4,5].

탑재비행시험을 통해 다양한 데이터를 획득하여 시뮬레이션 신뢰도를 높인 연구도 있는데, 탑재비행시험을 통해 획득한 적외선 영상 데이터를 기반으로 HILS (Hardware In the Loop Simulation) 및 시뮬레이션을 수행하여 신뢰성을 확보한 연구결과도 있다^[6,7]. 이처럼 많은 분야에서 탑재비행시험을 활용하였으며 탑재비행시험의 효용성을 입증하였다.

이처럼 다양한 방법으로 시험대상장비의 검증에 활용되는 탑재비행시험이 실제 비행시험보다는 필요 인력과 예산이 적게 소요되고 반복 가능하여 효율적인 시험 방법이지만, 항공기를 운용하는 시험으로 성공가능성을 높일 수 있도록 시험 전 철저한 준비와 점검을 해야 한다. 일반적인 점검 과정은 탑재비행시험을 수행하기 전 항공기 장착물(POD)에 대한 자체점검, POD를 항공기에 장착 후 항공기와의 연동 점검, 항공기를 구동 후 POD의 상태를 종합적으로 확인하는 최종 점검이 있다. 점검을 수행하는 대부분의 과정에서 POD는 항공기에서 전원을 공급받지 못하고, 별도 케이블을 통해 외부에서 전원을 공급하여 점검한다. 이러한 과정에서 항공기 프로펠러가 구동 중에 외부 케이블을 POD에 체결하거나 분리하기 위하여 항공기에 접근해야하는 상황이 발생하는데, 케이블 분리

/체결 작업 시 항상 위험성이 존재한다.

이러한 위험 외에도 장비의 자체점검 시 케이블이 POD에 체결됨으로 인해 POD의 위치를 고정된 후 점검이 진행되는데, 동적 점검이 필요한 장비들의 경우에는 신뢰성이 떨어진다. 예로, 위성항법장치, 관성센서 및 거리와 고도를 측정하는 전파거리측정계의 경우 물리적으로 이동하면서 점검 하여야 보다 정확한 점검이 가능한데, 전원을 외부에서 공급하며 우선으로 점검을 하는 경우 센서를 검증하는데 한계가 있다.

반면 무선 통신을 활용하여 POD를 점검하면 항공기에 접근하는 위험성 문제를 해결할 수 있으며, 시험 전 POD를 이동하면서 점검할 수 있기 때문에 우선 방식의 점검에 비해 확장된 범위에서 효과적으로 장비를 점검할 수 있다.

II장에서는 일반적인 항공기 탑재비행시험에 대해서 소개하고 III장에서는 무선점검을 활용한 무기체계 탑재비행시험 시스템의 설계에 대해 상세히 설명한다. IV장에서는 무선점검 및 탑재비행시험 결과를 정리하고 V장의 결론에서 마무리 하도록 한다.

2. 항공기 탑재비행시험

항공기 탑재비행시험은 항공기 외부 연료통과 유사한 형상의 POD에 시험 장비를 탑재하여 항공기에 장착한 후, 비행하여 탑재 장비의 기능이나 성능을 확인하는 시험이다. 탑재비행시험 준비가 완료되면 항공기는 이륙하여 Fig. 1과 같이 계획된 궤적으로 비행하며 항공기가 비행하는 동안 시험대상장비는 항공기에서 전원을 공급받아 시험 목적에 맞게 운용된다. 항공기는 POD 내 장비의 상태를 원격 영상으로 지상에 송신하고 지상 수신소에서는 원격 영상을 수신하여 POD 내 장비상태를 실시간으로 모니터링 한다.

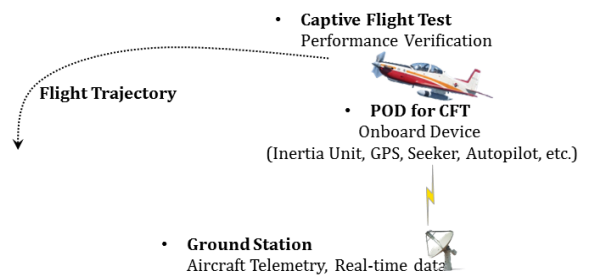


Fig. 1. Aircraft captive flight test

비행이 종료되면 항공기는 복귀하여 착륙하며, POD의 자료 저장 상태를 확인 후 항공기의 구동을 종료한다. 시험이 종료되면 POD에 장착된 시험대상장비를 탈착하고, 저장된 자료를 기반으로 장비의 성능 검증이나 시뮬레이션 자료 활용 등의 개발 자료로 활용한다.

탐재비행시험은 실제 비행시험 보다는 적은 인력과 자원으로 수행할 수 있는 시험으로 다양하게 활용되지만, 항공기를 운용해야 하는 시험으로 POD에 의한 항공기의 비정상 동작을 방지하기 위하여 탐재비행시험을 수행 전 철저한 장비 점검을 거친 후 시험을 수행한다. 자체 점검은 항공기에 POD를 장착하기 전 POD의 상태를 사전에 검증하기 위함이며, 항공기 연동 점검은 항공기에 POD를 장착 후 장비의 상태를 확인하는 점검으로 경우에 따라 최종점검과 함께 수행하기도 한다. 최종점검은 탐재비행시험 직전 항공기에 장착된 POD를 최종적으로 점검하고 시험대상장비를 시험 모드로 변경하기 위한 시험 전 마지막 단계이다.

기존에는 각 점검 단계에서 Fig. 2와 같이 점검장비와 POD를 케이블을 통해 연결하고 점검하는, 유선 점검방식으로 점검하였다. 시험대상장비가 장착된 POD에 전원을 공급하기 위한 전원공급기(Power Supplier)를 연결하고, 점검하기 위한 통신 케이블을 POD와 점검장비(Check-up Device)에 연결한다. 하지만 POD의 물리적 위치와 자세에 따라 센서의 값이 변화하는 위성항법장치, 관성항법장치, 전파거리측정계 등을 점검할 때 기존의 유선 점검방식으로는 POD를 이동하며 점검하는데 물리적인 한계가 따른다.

특히, 최종 점검을 완료하고 항공기가 이륙 직전 POD에 연결된 케이블을 탈거하여야 하는데, 프로펠러가 구동중인 항공기에 접근하여 케이블을 탈거하는 위험한 작업을 수행하여야 한다. 이러한 상황 외에도, 탐재비행시험 완료 후 POD의 상태 확인을 위해 항공

기에 접근하는 경우가 빈번하며 모든 경우에 안전상 문제점을 내재하고 있다.

이러한 문제점을 해결하기 위하여 본 논문에서는 무선통신을 활용한 장비 점검을 통해 안전한 점검과 효율성을 증대시키고자 한다. POD를 무선으로 점검하기 위하여 POD 내부에 전원공급을 위한 배터리와 통신 장치를 설계하였다. 아래에서는 무선점검을 활용한 탐재비행시험용 POD의 설계에 대하여 상세하게 설명한다.

3. POD의 무선 점검 시스템 설계

탐재비행시험용 POD를 무선으로 점검할 경우 POD를 이동하면서 점검 가능하여 동적 검증이 필수적인 시험대상장비를 보다 넓은 범위의 점검을 수행할 수 있다. 또한 탐재비행 시험 전/후에 항공기에 접근하지 않아도 POD를 점검할 수 있으므로 점검 시간을 줄이고 위험성도 최소화 하여 전체적인 탐재비행시험의 안정성을 향상시킬 수 있다.

무선점검을 이용한 탐재 비행용 POD 시스템을 구현하기 위하여 Fig. 3과 같이 POD를 구성된다. Battery Unit(배터리)와 배터리로부터 전원을 공급받아 각 장비로 전원을 분배하는 Power Distribution Unit(전원분배장치), 탐재비행시험 대상인 Equipment Under Test(EUT, 시험대상장비)와 이를 제어하는 Control Device(제어장치), 자료를 저장하는 Storage Device(저장장치)와 점검시 제어장치와 통신하여 시험대상장비의 상태를 판단하는 Embedded Computer(내장형컴퓨터), 무선통신을 위한 Comm. Device(통신장치)를 POD 내부에 구성하고, POD 외부에는 Check-up Device(점검장비)와 무선통신하기 위한 통신장치를 구성한다.

통신장치는 Wifi 모듈을 사용하여 점검장비와 내장형 컴퓨터 사이의 통신을 구현하였으며 통신 지연과 안정성을 고려하여 UDP 및 TCP/IP 통신을 이중으로 사용하였다. POD를 무선으로 점검하기 위한 점검장비는 통신장치를 통하여 내장형컴퓨터에 점검신호를 보내고 점검 결과를 수신하는데, 무선통신 자료의 전송량을 최소화하기 위하여 제어신호 위주로 통신하여 점검한다. 점검장비에서는 점검 시작 신호만을 송신하여 POD내의 내장형컴퓨터에 점검신호를 전달하며, 내장형컴퓨터에서는 제어장치와 통신하여 자동으로 모든 장비의 상태 점검을 수행하고 POD 외부의 점검장비

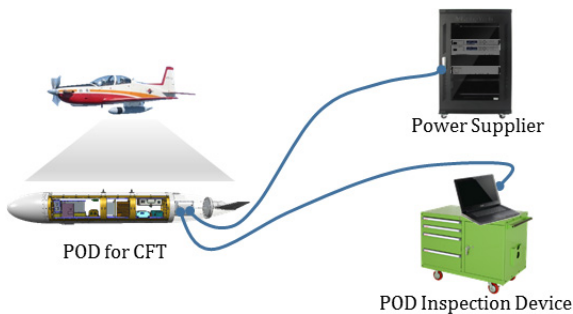


Fig. 2. POD check-up using cable

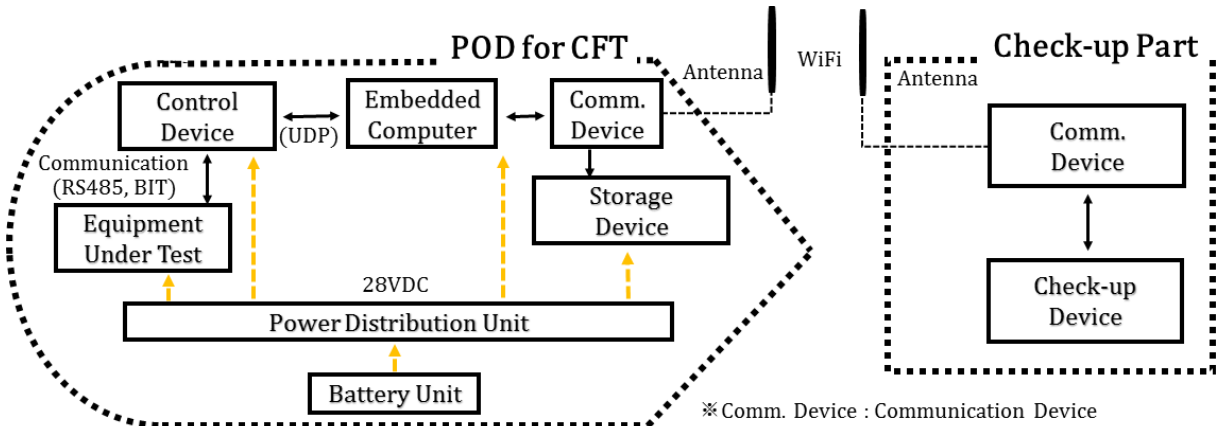


Fig. 3. Wireless check-up system of POD

로는 종합적으로 판단된 결과만을 송신한다. 자료량이 비교적 큰 상세 점검 자료는 POD 내의 저장장치에 저장되도록 하여 점검의 안정성과 효율성을 강화하였다.

또한 기존의 외부에서 공급하는 전원을 대체하기 위하여 자체적인 전원 공급 시스템을 설계하였다. POD 내부에 전력 공급원인 배터리와 배터리에서 전원을 받아 POD 내의 장비로 전원을 분배하기 위한 전원분배 장치로 이루어져 있다.

배터리는 리튬이온 배터리를 설계하였으며 3.7 V, 6.1 Ah 배터리 7 cell을 직렬로 연결하고, 7 cell을 2열로 병렬로 연결하여 25.9 V, 12.2 Ah 규격의 배터리를 설계하였다. 배터리는 리튬이온 배터리의 운용 시 안전을 고려하여 전압안정화 회로와 과전류 과전압 보호 회로를 적용하였으며, 장착 및 탈착이 용이하도록 Fig. 4와 같이 슬라이딩 방식으로 설계하였다.

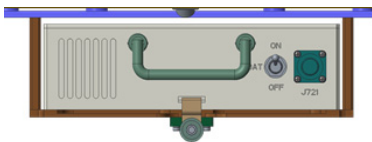


Fig. 4. Battery unit in POD

POD 무선점검 시 배터리만으로 POD내 장비에 전원을 공급해야 하며, 배터리 용량을 고려한 점검 가능한 시간은 아래와 같이 계산할 수 있다.

$$T = \frac{V_{batt} \times Ah_{batt} \times \alpha_{eff}}{V_{POD} \times I_{POD}} \quad (1)$$

(T 는 POD 구동 가능 시간, V_{batt} 는 배터리 전압, Ah_{batt} 는 배터리 전류 용량, α_{eff} 는 전압 변환 효율, V_{POD} 는 POD의 사용 전압, I_{POD} 는 POD의 소모전류)

배터리 전압을 28 V로 변환 시 효율은 일반적으로 사용하는 DC-DC 컨버터 효율이 80-90 %이며, 선로 저항 등을 고려한 마진으로 80 %로 결정하였으며, POD의 소모 전류가 평균 3.6 A이므로 위 식 (1)에 따라 계산하면 배터리만으로 POD를 3시간가량 운용이 가능하다. 탑재비행시험은 이착륙 시간 및 시험 시간을 합하면 90분가량 진행되므로 항공기가 착륙 전/후에 POD를 점검하는데 충분한 시간으로 설계하였다.

전원분배장치는 상황에 따라 항공기전원/지상전원(28 V), 배터리전원(25.9 V)을 POD 내부 탑재장비의 전원 규격으로 변환하여 각 장비로 공급하는 역할을 수행하며, 내부 구성은 Fig. 5와 같다.

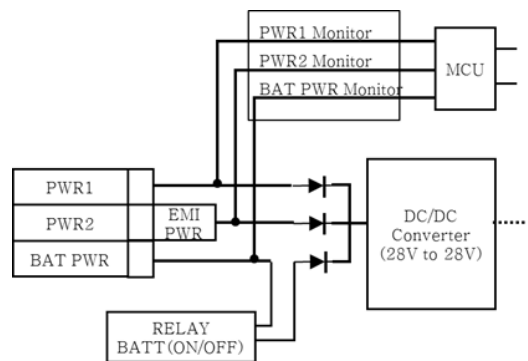


Fig. 5. Power distribution unit

POD는 탐재비행시험을 통해 시험대상장비들의 성능을 검증하기 위한 목적으로 설계하였기 때문에 시험대상장비인 위성항법 관련 장비, 관성장치, 전파고도계가 POD 내 주요 위치에 우선적으로 배치된다. 따라서 무선점검을 위한 장비인 배터리, 전원분배장치, 통신장비 등을 POD 내의 후방 측에 주로 배치하였다. 점검장비와 통신을 위한 통신장치는 POD 후방부 좌측에 배치하였다. POD는 앞서 기술한 대로 항공기의 외부 연료통형상과 유사해야하기 때문에^[1] 외형, 질량특성, 구조강도 등을 고려하여 Fig. 6과 같이 배치하였다.

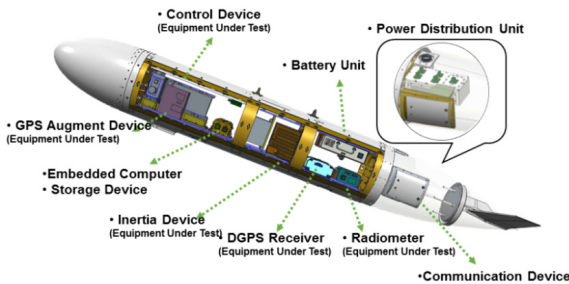


Fig. 6. Designed wireless POD

POD는 자체적인 구조 설계 후 Fig. 7과 같이 항공기에 장착하여 항공기와의 전기적 영향성을 확인하기 위하여 intra-EMC(Electro Magnetic Compatibility) 시험과 분리 시험을 실시하였다. intra-EMC 시험은 POD와 항공기간의 전자기적인 간섭 유무를 확인하기 위한 시험이다. 본 논문에서 설계한 POD는 무선 송수신 장치를 포함하기 때문에 해당 시험을 통해서 항공기와의 상호간섭을 확인하여 항공기 기능이 정상적으로 작동하는지 검증하였다. intra-EMC 시험은 기존의 POD검증시 실시하는 시험과 동일한 과정을 거쳐 수행되며 해당 시험을 통과해야만 항공기에 POD를 장착하여 탐재비행시험을 실시할 수 있다.



Fig. 7. Wireless POD installed on KTX-1

POD를 항공기에 장착하게 되면 POD의 상태를 확인하기 위하여 Fig. 8과 같은 절차로 무선점검을 수행한다. POD와 Check-up Device(점검장비)는 먼저 상호간 통신을 연결하기 위하여 초기화 후 통신을 연결한다. 이후 점검장비는 점검 대상인 시험대상장비들이 초기화 되어 점검준비 상태에 있는지 확인하기 위하여 확인 신호를 송신하며, POD의 내장형컴퓨터는 시험대상장비가 초기화 상태로 점검준비가 되면 점검준비 완료 신호를 송신함으로써 점검에 대한 준비를 완료한다. 이후 점검장비에서는 점검 시작 신호를 송신하여 POD 내의 내장형컴퓨터에서 사전에 정해진 과정에 따라 각 시험대상장비들에 대한 상세 점검을 시작한다.

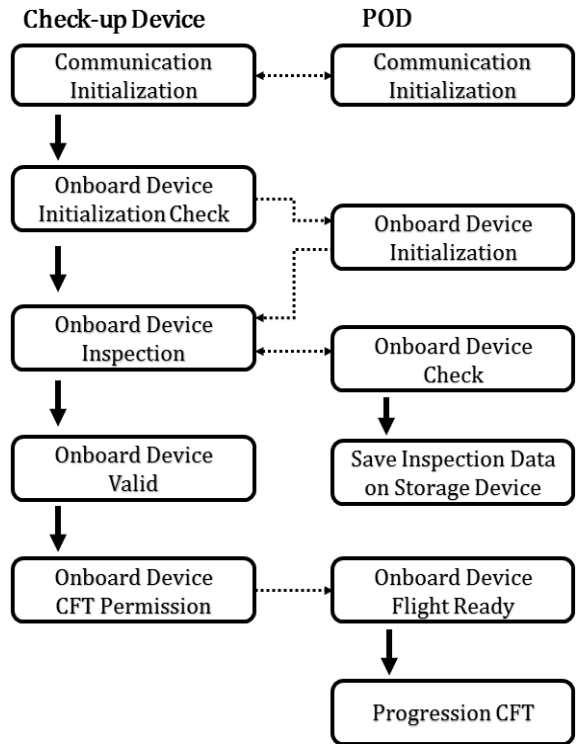


Fig. 8. Check-up procedure

점검이 진행되는 동안 상세 점검 결과는 내부의 저장장치에 저장되며, 각 장비의 정상/비정상 유무만 전송하게 된다. 장비의 상태는 일정 주기 마다 반복적으로 전송하여 장비 상태를 점검장비에서 지속적으로 확인할 수 있도록 한다. 상세한 점검자료를 확인하고자 할 때는 별도로 POD 내 저장장치에 접근하여 확

인할 수 있으며, 정상적인 점검 상황에서는 점검장비는 시험대상장비의 상태만을 수신하여 무선통신의 제한된 통신자원 하에서 효율성 높은 점검이 진행되도록 한다.

내장형컴퓨터에서 진행한 상세 점검이 완료되고 시험대상장비의 상태가 정상이라 판단하면 최종적으로 POD에서는 시험대상장비가 정상임을 점검장비로 송신한다. 점검장비에서는 시험대상장비의 상태가 CFT를 수행할 준비가 되었으므로 판단하고 POD의 탑재비행시험을 허가(CFT Permission)하는 신호를 송신하여 내장형컴퓨터에서 시험대상장비를 CFT 모드로 변경하도록 한다. 이 후 POD는 전체 장비를 CFT 모드로 변경하고 탑재비행시험을 수행한다.

이러한 일련의 점검절차가 수행되는 동안 항공기는 별도로 탑재비행시험을 수행하기 위하여 항공기 프로펠러를 구동하고 날개제어 등의 점검을 수행하며 항공기와 POD의 점검이 모두 완료되면 탑재비행시험을 실시하게 된다. IV장에서는 무선점검을 활용한 탑재비행시험의 결과에 대하여 간략히 언급하였다.

4. 점검 및 탑재비행시험 결과

4.1 자체점검

POD의 무선 점검은 시험대상장비의 자체점검을 수행하는 ‘자체 점검’과 항공기에 장착하여 수행하는 ‘항공기 연동점검’ 그리고 탑재비행시험 직전 POD의 상태를 확인하는 ‘최종 점검’ 세 가지로 나누어 수행한다. 자체 점검은 탑재비행시험 전 POD에 탑재된 장비가 탑재 비행시험을 수행할 준비가 되었는지 확인하기 위하여 수행한다. 자체 점검 시에는 점검장비를 이용하여 Fig. 8과 같은 절차에 따라 점검을 수행한다. 실제 탑재비행시험을 수행하지는 않지만, 탑재비행시험 리허설 개념으로 탑재비행시험 시 진행하는 모든 절차를 유사하게 진행한다.

각 시험대상장비들의 기능과 센서의 정상 작동 여부를 확인하기 위해 POD를 이동하면서 위성항법장치, 전파고도계, 관성장치 등의 센서 값을 확인하여 직접적으로 시험대상장비의 정상 여부를 확인한다. 자체 점검을 수행할 때 기존의 유선점검에서 수행하는 정적인 점검과는 달리 무선점검은 점검장비와 POD가 연결되어 있지 않기 때문에 POD를 이동하며 점검할 수 있어 다양한 조건에서의 센서의 정상 작동 여부를

직접 확인할 수 있다.

Fig. 9는 자체점검 시 확인한 각 장비들의 데이터를 기록한 것이며, 상하부 그래프는 각각 위성항법장치의 위치 자료와 전파고도계의 거리자료 및 관성 장치의 헤딩 자료로 시험대상장비의 센서가 정상적으로 작동하는 것을 확인하였다. 이 후 시험대상장비들을 CFT 시험 상태로 변경하여 탑재 비행 모드에서 POD를 자유롭게 이동하며 POD의 자체 성능을 확인한다.

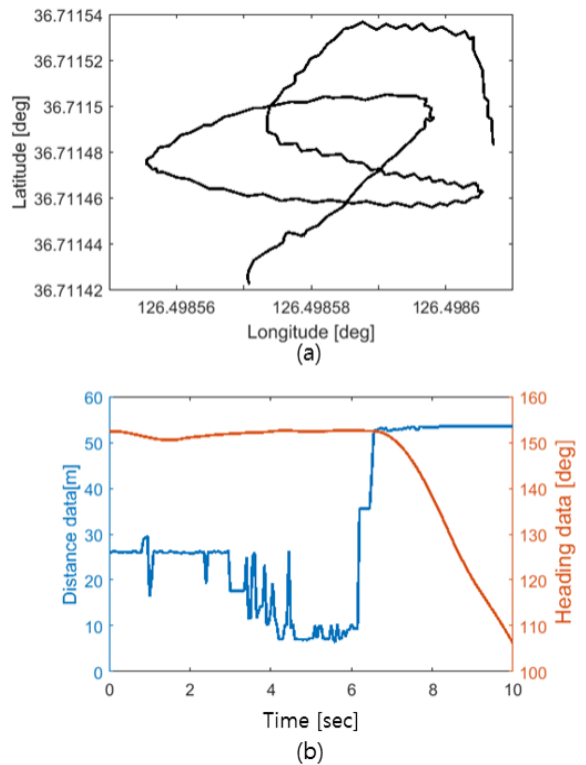


Fig. 9. Wireless check-up data, (a) GPS data, and (b) Inertia device and radiometer data

4.2 항공기 연동 점검

항공기 탑재 점검은 항공기에 탑재하여 탑재비행시험 직전 POD를 최종적으로 검증하고, 시험대상장비들을 CFT 모드로 변경하기 위해 수행한다. POD는 Fig. 10과 같이 POD를 항공기에 장착 후 POD의 주변에 점검장비를 배치하여 무선으로 POD를 점검한다. 점검은 항공기의 프로펠러를 구동하면서 항공기의 비행 전 점검사항을 확인하는 점검과 동시에 진행된다.

기존의 유선 점검의 경우 항공기 점검 시 구동되는

프로펠러부근에 접근하여 POD의 전원 및 통신 케이블을 체결하거나 분리해야 하는 등 위험을 내재하고 있는 반면, 무선점검 시에는 그러한 위험성을 배제할 수 있다. POD 자체 배터리로 POD에 전원을 공급하며, 무선 통신으로 POD내 장비의 상태를 점검하여 항공기에 접근하지 않고 POD를 점검하고 CFT 모드로 변경하여 장비를 탐재비행시험 준비상태로 변경하여 효율적으로 점검을 수행하였다.



Fig. 10. Wireless check-up in real CFT

4.3 항공기 탐재비행시험

POD의 점검이 완료되면 항공기는 이륙하여 탐재비행시험을 수행한다. 항공기에서는 항공기 원격송수신 장치를 통하여 POD의 장비상태를 실시간으로 전송하여 지상 수신소에서 확인할 수 있도록 한다. POD의 상태 확인을 위한 화면은 Fig. 11과 같이 별도로 제작하였으며, 장비가 정상일 때는 상태표시를 녹색으로, 이상이 발생했을 때는 붉은색으로 표시하여 각 장비들의 상태를 직관적으로 확인할 수 있다.

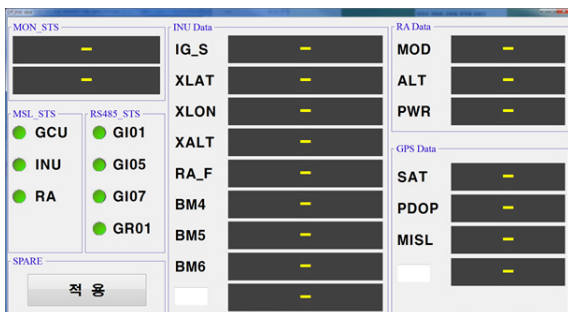


Fig. 11. Display of test equipments status

이 후 항공기가 목표 궤적을 비행하고 나면 비행장으로 복귀하여 탐재비행시험을 종료하게 되는데, 프로

펠러가 구동중인 항공기에 접근하지 않아도 무선으로 장비상태 확인 및 장비의 종료를 실행할 수 있어 탐재비행시험 시 위험성을 최소화하고 무선점검의 효율성을 증대시킬 수 있었다.

5. 결론

본 연구에서는 무선통신 장비와 내장형 배터리를 활용한 무선점검 POD 시스템을 설계 개발하였으며, 이를 활용하여 탐재비행시험을 수행하였다. 항공기 탐재비행시험은 국방 분야의 유도무기 개발 시 효율적인 시험 수단으로 많이 수행되어 왔지만, 장비를 점검하기 위해 항공기의 프로펠러가 구동되는 상황에서 항공기에 접근해야 하는 위험성이 존재했다. 따라서 POD 내에 배터리와 무선통신 장비 등을 설계하고 배치하였으며, 항공기에 장착하기 위한 제반 시험들을 정상적으로 통과하여 탐재비행시험에 적용하였다. 탐재비행시험 시 POD를 무선으로 점검함으로써 위성항법장치 또는 관성장치 등 다양한 동적 시험이 필요한 시험대상장비들의 상태를 효과적으로 확인하였으며, 케이블 체결 없이 무선으로 점검하여 점검 시 위험성을 최소화 하고 점검의 효율성을 증대시킬 수 있었다.

향후 다양한 무기체계의 무선점검에서 필요한 보안성을 고려한 무선통신 방법과, 이를 활용하여 시험대상장비를 다양하고 효율적으로 점검하는 방향으로 연구하고자 한다.

References

- [1] S. Lee, S. Lee, H. Oh, and D. Sung, "Test and Evaluation of Onboard Equipments for Guided Missile via Captive Flight Test," Journal of The Korean Society for Aeronautical and Space Sciences, Vol. 35, No. 1, pp. 73-78, Jan., 2007.
- [2] H. Yeom, J. Oh, and D. Sung, "A Study on Technique of Development Test by an Aircraft Captive Flight Test in Weapon System," Journal of The Korean Society for Aeronautical and Space Sciences, Vol. 37, No. 10, pp. 1010-1016, Oct., 2009.
- [3] J. S. Choi, "Structural Design of POD System for Helicopter Captive Flight Test," Journal of the Korea

- Institute of Military Science and Technology, Vol. 16, No. 6, pp. 779-788, 2013.
- [4] T. S. Pitt, S. B. Wood, C. E. Waddle, A. Edwards, and, B. Yeske, "Uncooled Infrared Development for Small Unmanned Aerial Vehicles," International Society for Optics and Photonics, pp. 76600I-76600I, Feb., 2010.
- [5] H. Kim, Y. Byun., and J. Yi, "The Estimation of the Surface Sidelobe Clutter Distribution for the HPRF Waveform of the M/W Seeker," Journal of the Korea Institute of Military Science and Technology, Vol. 12, No. 1, pp. 1-7, Feb., 2009.
- [6] J. S. Sanders, R. Roland, D. S. Cosby, D. A. Saylor, and K. R. Harrison, "Captive Flight Test-based Infrared Validation of a Hardware-in-the-Loop," International Society for Optics and Photonics, Vol. 4027, pp. 292-301, July., 2000.
- [7] M. A. Margaret, R. L. Hall, R. K. Hammon, and B. A. Brackney, "Development of Simulation Tools for the Analysis of Captive Flight Test Data for Imaging Infrared Missile Seekers," International Society for Optics and Photonics, pp. 26-33, Aug., 2001.