한국기계가공학회지, 제19권, 제11호, pp. 87~93(2020.11) ISSN 1598-6721(Print)
Journal of the Korean Society of Manufacturing Process Engineers, Vol. 19, No. 11, pp. 87~93(2020.11) ISSN 2288-0771(Online)

https://doi.org/10.14775/ksmpe.2020.19.11.087

커머셜 항공기 에어 데이터 시스템의 인적오류 분석과 안전에 미치는 영향에 관한 연구

박세종*, 전언찬**,#

*동아대학교 대학원 기계공학과, **동아대학교 기계공학과

Analysis of Human Errors in a Commercial Aircraft Air Data System and their Influence on Air Safety

Se-Jong Park*, Eon-Chan Jeon**,#

*Graduate School of Mechanical Engineering, DONG-A University,
**Department of Mechanical Engineering, University

(Received 24 August 2020; received in revised form 06 September 2020; accepted 09 September 2020)

ABSTRACT

A key component of aviation safety is to eliminate the errors in commercial aircraft air data systems to ensure stable aviation operation. Although the technical aspects such as the maintenance and inspection play a pertinent role, human errors are expected to have a similar or even larger influence on the aviation safety. Aviation maintenance and inspection tasks are often performed by a complex organization, in which individuals perform a variety of tasks in an environment involving time pressure, sparse feedback, and complex conditions. These situational characteristics, combined with the general tendency of human error, may lead to various types of errors, which may have critical consequences such as accidents and loss of life. For instance, if an amber message "IAS DISAGREE" is displayed on the primary flight display while the aircraft is rolling on the runway to takeoff, the crew immediately performs a rejected takeoff operation and troubleshoots the air data system. This paper proposes alternative approaches to address the occurrence of defects due to the human factors involved in the practical processes of the air data system of commercial aircraft.

Key Words : IAS(Indicated Airspeed: 지시대기속도), RTO(Reject Take-off: 이륙포기), PFD(Primary Flight Display: 주계기판), Human Factor(인적요인)

1. 서 론

항공산업의 기술적 발전에 따라 항공안전에서 가장 중요한 요소인 감항성 개선을 위한 품질관리는 지속되고 있으며 기술관리와 정비행위의 주체인 정비사는 항공기 정비 규정 및 절차와 안전에 대한 체계적이고 명확한 개념인식이 요구됨에 따른 전문성과 안전성의 관점에서 구체적인 계획과 실천이 요구된다[1]. 항공운항에서 감항성에 직결되는 문제인 에어 데이터 시스템은 결함 발생 즉시 정비 수행을 해야 하는 점에 대해 언급하고자 한다. 에어 데이터 시스템의 센서로부터

Corresponding Author : ecjeon@dau.ac.kr
Tel: +82-51-200-7644, Fax: +82-51-200-7659

Copyright © The Korean Society of Manufacturing Process Engineers. This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-Noncommercial 3.0 License (CC BY-NC 3.0 http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

입력된 비정상적인 수치에서 Fig. 1과 같이 지시대기속도 불일치 메시지(IAS: Indacated airspeed disagree)를 조종사에게 알리며 정비 수행을 함으로써 운항지연 등의 비정상 상황이 발생하기도 한다.

항공기의 에어 데이터 시스템은 기압 고도, 수직 속도, 보정된 대기 속도, 실제 대기 속도, 마하수, 정적 대기 온도 및 공기 밀도 비율과 같은 수치에 대한 정확한 데이터를 제공하여 항공기를 안전하게 운항하는 항공전자 시스템 중 핵심적인 구성요소이다.[2]

대기자료 관성 시스템(ADIRS: Air data inertial reference system) AD의 기능은 온도, 속도, 고도의 3가지 자료를 처리하며, IR은 자세, 위치, 방향 정보를 처리하는 기능을 한다. 이 두가지 기능은 서로 독립된 시스템으로 존재하며 한 기능의 오류가 다른 기능에 영향을 주지 않도록 설계되어 있다[2]. Fig. 2는 에어 데이터의 인터페이스 개략도를 간단히 나타내었다. AOA(Angle of attack) probe, Pitot probe, Static port, TAT(Total air temperature) probe 로부터 입력되는 아날로그 에어 테이터 신호를 대기 압력과 진대기 온도 및 AOA 센서 값을 결합한 보정된 대기속도와 진대기 속도 및 보정 AOA 센서의 수치를 ADM(Air data module)에서 처리되어 출력된 값이 나오기까지 대기 정보를 계산하여 ADIRS에 전기적 신호가 보내어지고 이 데이터는 비행 조종 계통과 엔진추력제어 계통에 적용된다[3].

이 시스템의 주의할 점은 피토 프로브로 유입되는 기류 내 빗물과 같은 액체 또는 곤충 등으로 막혀서 압력 변화가 생겼을 때 Fig. 2의 기장석 좌측면 피토 프로브와 부기장석 우측면의 피토 프로브에서 입력되는 데이터 값이 조종석 좌/우측 PFD(Primary flight display)의 시현되는 속도 데이터가 5초간 5knots 이상 차이나면 지시대기속도 불일치 IAS disagree 경고 메세지를 표시하게 된다. Fig. 3에서 ADM의 위치는 전자장비 격실 전방 좌우측에 위치해 있으며 드레인 피팅에서 수분을 체크하고 조종석 좌우측면에 장착된 센서를 육안 검사를 해야 한다.

이에 대하여 본 연구에서는 C항공사의 커머셜 항공기 에어 데이터 시스템의 운항 중 발생하는 실제 결함 사항에 대한 고장 분석과 결함 수정 작업을 통해서 항공기의 에어 데이터 피토 프로브 플렉시블 호스의 장착 위치의 수정과 작업 수행 시 발생되는 인적오류의 문제점 및 안전영향에 관한 대안을 제시하고자 한다.

Table 1 Flight delay or cancellation rate due to maintenance over the last 5 years

DIVISION	2015	2016	2017	2018	2019	Annual average increase rate	5-years increase rate
Domestic and international flight	570,597	629,859	653,659	691,523	723,592	6.2%	4.8%
Flight canceled due to maintenance	310	293	213	260	154	-12.8%	-13.06%
Flight delayed due to maintenance	1,327	1,401	1,737	2,171	2,289	15%	11.52%

2. 본 론

2.1 에어 데이터 시스템

최근 5년간 2015년부터 2019년까지 Table 1과 같이 국내/국제 운항 비율은 점차 증가한 가운데 국내 민간 항공사의 정비 수행으로 인한 항공기의 결항 비율은 -13.06%로 감소한 반면 지연율은 11.52%로 증가했음을 알 수 있는데 결함 발생에 대한 정비 수행의 절차와 규정을 준수한다는 것은 정비 행위에서 필수적인 개념이며 격납고에서 충분한 시간을 확보하고 정비 작업을 수행하는 중정비와는 달리 운항정비는 감항성을 전제한 정시성이 가장 중요한 지표이며, 정비 행위를 수행함에 있어서 절차를 준수함으로써 정확하고 안전한 결함 수정을 기대할 수가 있다[1].

항공기 에어 데이터 시스템의 정압은 고도를 지시하고 속도는 동압의 데이터를 받아 지시한다. 항공기 동체 형상에 따른 영향을 최소화하기 위해 ADIRU(Air Data Inertial Reference Unit)는 기본 동체형상의 영향과 추력의 영향 등 지면 효과를 보정한다. Fig. 2의 피토-정압공 시스템은 3개의 피토 프로브(Pitot probe)와 6개의 정압공(Static port)으로 구성되어 있으며 2개의 피토 프로브와 4개의 정압공은 ADM에서 변환된 압력 값을 ADIRU로 전송한다. 나머지 1개 대체(Alternate) 피토 프로브와 2개의 대체 정압공은 ISFD(Integrated Standby Flight Display)에 압력을 전달한다[4]. 대체 피토 프로브는 부기장석 우측면에 장착되어 있고 기장석 피토 프로브와 연결된 ADM 데이터 값은 No.1 ADIRU에 데이터를 보내고, 부기장석 피토 프로브는 No.2 ADIRU에 연결된다. 대체 피토 프로브는 대체 정압공과 연결되어 ADM으로

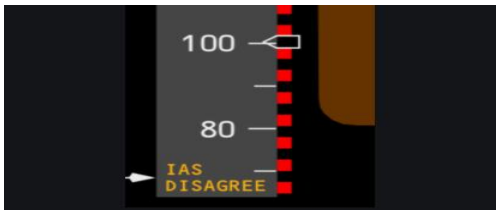

Fig. 1 Displayed IAS disagree message on PFD

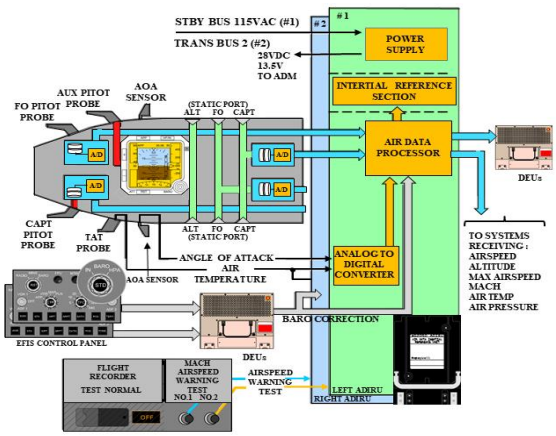

Fig. 2 Air data interface schematic

전방 화물칸 벌크(Bulk) 상부에 위치하며 IR(Inertial reference)은 Attitude와 Heading, Position, Ground speed 데이터를 받아 제어에 관여한다. ADR(Air data reference) section은 고도와 속도 계산을 위한 입력 소스인 Pitot, Static, TAT(Total air temperature), AOA(Angle of attack) 데이터를 받아 처리한 후 DEU(Digital electronic unit)로 보내져 PFD(Primary flight display)에 전시된다[3].

과속 상태 또는 시스템 테스트를 수행하면 ADIRS(Air data inertial reference system)는 신호를 딸깍딸깍하는 소리와 함께 청각 경고로 전송하며 시스템은 지상에서만 테스트 할 수 있다. 에어 스피드 불일치에 의한 결함 발생 시 작업 수행 절차는 CDS(Common display system) BITE(Built in test equipment) test에서 현재 존재하는 결함과 비행 중 발생한 결함 유무를 먼저 확인 후 ADIRS BITE Test를 한다.

결함사항이 확인되면 피토 프로브에 잔류하는 수분 또는 이물질들을 제거하고 ADM의 상태 확인 및 Pitot probe의 저항을 체크한다. 피토 프로브와 ADM의 메커

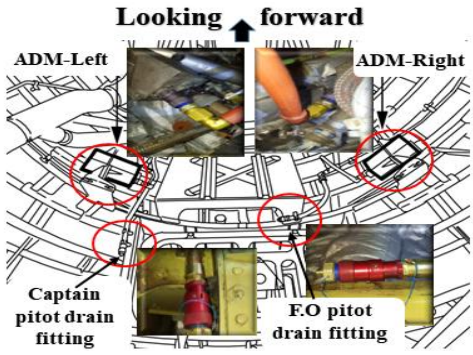

Fig. 3 Forward equipment compartment(Air data module and primary pitot drain fitting)

니즘 내부에서 발생된 문제를 면밀히 고장탐구하고 마지막으로 피토 프로브의 에어 기밀 상태를 위한 기밀 테스트 및 PFD의 IAS disagree 메시지의 사라짐과 SMYD(Stall Management Yaw Damper) BITE의 AOA 정상 수치 값 확인으로 작업 수행을 완료하게 된다.

2.2 인적요인

인적요인은 인간과 인간, 인간과 기계, 각종 절차와 환경과의 상호 관계를 다루는 분야로써 법적인 구속력에 따른 강제적인 활동이 아니라 보다 발전적이고 새로운 지식을 창출하는 보편적인 응용과학으로서 인간과학을 체계적으로 적용하여 사람들의 관계를 최적화하고 엔지니어링의 범주에서 통합되는 학문이다.

항공분야에서 발생하는 인적요인 문제점들을 의사결정과 인식과정을 통해 항공기를 생산하기까지 설계 단계부터 인적요인을 고려하여 조종석과 객실의 구조, 기계장비 및 통신장비 등 컴퓨터 소프트웨어를 활용하며 사람과 하드웨어의 관계인 L-H 인터페이스에 대한 개념의 이해가 클수록 사고로 이어질 수 있는 가능성이 낮다[5]. 근대에 개발된 소프트웨어의 경우 절차와 규정 등의 매뉴얼과 새로운 기호에 대하여 교육이 필요하다. 또한 사람과 사람의 관계에서는 대형 항공기를 정비함에 있어서 팀워크가 업무성과에 영향을 크게 미치므로 선임정비사의 리더십과 개인마다 개성의 상호작용이 적용되는 L-L 인터페이스는 항공기의 감항성에 안전 영향을 주는 중요한 요소이다.

Fig. 4와 같이 인적오류 예방 전략의 모델을 계층으로 나타내었다. 절차와 규정 등 물리적 또는 기술적인 환경

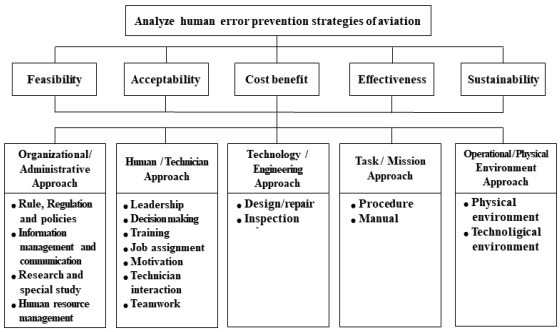

Fig. 4 The hierarchy model for analyzing human errors prevention strategy of aviation

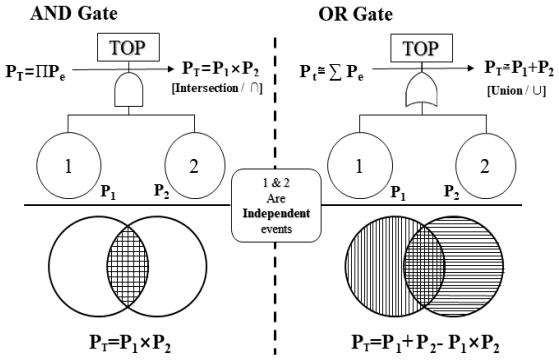

Fig. 5 FTA: Fault tree analysis (Boolean algebra)

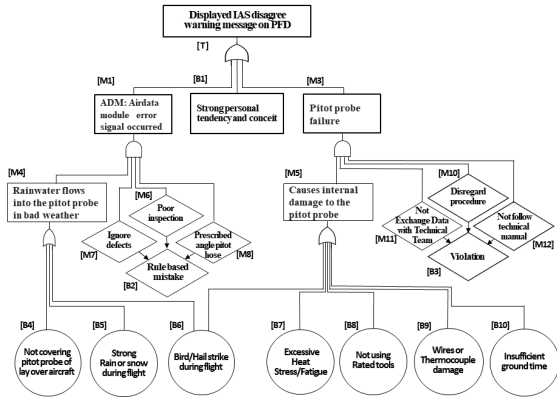

Fig. 6 Motivation for defects case fault tree analysis

들을 클러스터로 그룹화시켜 모든 통계 분석에 활용되는 자료이다. 인적요인 전문가들은 일반적으로 사람은 단순작업을 하면 100번에 한번은 실수를 일으킬 것으로 예측하는데 실제로 LOSA(Line operation safety audit)연구에 의하면 텍사스대학교의 심리학과 교수 Robert L. Helmreich는 미국 항공우주국의 인적 요인 연구 프로젝트에서 14명의 전문가와 함께 국제선 항공편 100번 이상의 비행에 대하여 연구를 수행했는데 그 결과 조사 비행의 70%에서 한 건 이상, 평균 1.5건의 비정상 상황(항공기 지연 출발, 보급 지시서와 다르게 보급된 연료, 갑작스런 활주로 이륙 방향 변경)이 발생하였다. 또한, 비행 편수의 85%에서 한 건 이상의 에러가 관찰되었고, 한 번의 비행에서 네 건 이상의 에러가 발생한 경우도 18%나 되었다. 작업을 수행 중인 상태에서 의사결정을 해야 하는 순간에 에러가 많음을 확인할 수 있다(Helmreich, 1998)[5].

대한민국 항공법규에는 항공종사자는 항공법 제74조의2에 따른 운항기술기준을 준수하며 국가항공안전프로그램의 제1장 일반사항의 제3조(적용범위)에서 항공교통 안전에 영향을 미칠 수 있는 자격관리로서 ICAO 기준 Annex 1: 자격분야, Annex 6: 운영분야, Annex 8: 감항분야와 Annex 13: 항공사고 조사에 적용하여 운항기술기준과 항공기 기술기준에 반영되어 있다. 고정익 항공기를 위한 운항기술기준에서 항공안전법 제77조의 규정에 따르면 자격증명 사항에서 항공학적 운영의 효율성과 안전에 영향을 주는 인적수행능력은 다른 시스템 요소간의 안전한 상호작용을 모색한다라고 설명하고 있으며 정비/검사 프로그램에 인적 요인을 반영하여 적용한 지침은 ICAO Doc 9683 (Human Factors Training Manual)과 ICAO Doc 9758 (Human Factor Principle)에 명시되어 있다. 또한, 정비사와 운항승무원과의 협력에 대한 교육을 포함하여야 한다고 기술하고 있으며 항공정비 인적요인 훈련시간은 년 네 시간 이상 실시해야 하고 인적요인 교육은 원칙과 절차를 이해하는데 그 지표가 있다[6].

에어 데이터 시스템의 ADM과 Pitot probe의 고장율과 작업자 에러율을 Fig. 5에서 집합의 교차와 조합 수식에 따른 정량적 평가에서 결함 발생확률을 정리하였다. 논리기호 AND 게이트는 두 그룹의 교차되는 집합 부분에서 두 그룹의 행위들이 동시에 발생할 확률을 설명하고, OR 게이트는 하위 그룹의 한가지의 조건이 상위 그룹과 선택되어 결합할 때 발생할 확률을 설명한다. Fig. 6의 순서도에서 분석한 결과 T의 결함 발생 원인이 M4의 악천후 기상

속에서 비행하는 항공기에 B4, B5, B6의 Pitot probe 내 유입되는 빗물이나 눈, 조류충돌이나 우박으로 인한 손상 또는 지상 주기 시 Pitot probe에 커버를 씌워 놓지 않는 행위 등이 M6, M7, M8의 결함에 대한 부정확한 정비 행위로 인한 실수가 M1 ADM의 결함 발생을 높일 수 있다.

그리고 M5의 Pitot probe의 내부적 손상의 원인은 B6, B7, B8, B9, B10의 조류충돌과 우박으로 인한 손상, 과도한 열 피로, 정격공구 미사용, 센서 또는 전선의 손상 등 부족한 정비시간 중의 한 가지 이상이 M10, M11, M12의 절차와 규정을 지키지 않는 위반적 행위로 인해 M3의 Pitot probe의 내/외부적 결함을 야기할 가능성이 높음을 나타낸다. M1과 M3로 인한 두 종류의 결함이 큰 요소로 작용 되었고 에어 데이터 시스템의 특성상 여름 장마철이나 모래바람이 자주 생성되는 사막지역 등지에서 결함빈도가 높을 확률이 있으며 B1은 작업자의 심리적 상태를 나타내는 부분으로서 시간의 압박감, 정비 절차와 규정을 정확히 인지하고 이행하는 것, 주기적인 피토 호스의 드레인 피팅 내 수분 검사 등을 작업자가 이행하는 행위 등이 결함수 분석기법을 통해서 빈도값이 달라짐을 알 수 있었다.

보호기기가 고장(비활성 또는 사망)상태에 있을 확률(FDT : Fractional Dead Time)은 설계자가 의도한 보호를 하지 못할 확률을 의미하며 수식은 아래 식(1)과 같고, 위험 발생의 빈도율(Hazard Rate)에 대한 수식은 식(2)와 같다.

$$FDT = 1/2 \times \Theta \times T[yr] \quad (1)$$
$$(If\ \Theta \times T \ll 1\ [Times/yr])$$
$$Hazard\ rate = Demand\ rate \times FDT$$

$$= D \times (1/2) \times \Theta \times T\ [yr] \quad (2)$$
$$(If\ \Theta \times T \ll 1\ [Times/yr])$$

에어 데이터 시스템의 결함 발생에 대한 예방은 장비격실 내부에 피토 호스의 각도와 드레인 피팅의 수분검사, 피토 프로브의 히팅 상태, 운항중 항공기의 속도와 고도의 특이사항 유무 등에 대한 정비사의 크로스 체크와 관심이 운항 안전에 기여할 것으로 분석되었다.

2.3 에어 데이터 시스템의 인적오류에 의한 결함 사례

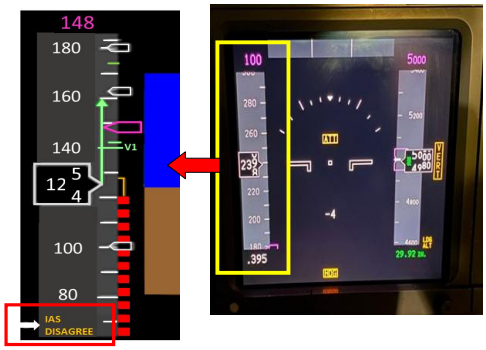

Fig. 7 PFD's IAS disagree message displayed

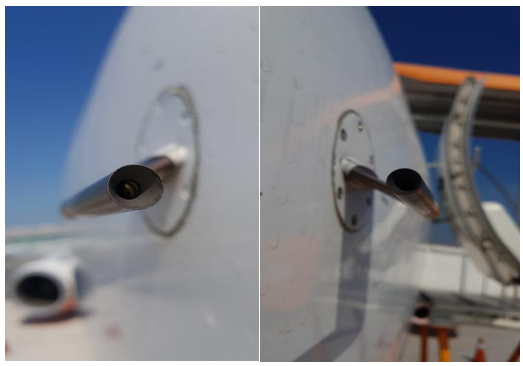

Fig. 8 Pitot probe (Left: First officer side pitot probe, Right: Captain side pitot probe)

2020년 C항공사 소속의 항공기가 이륙을 위해 활주로에서 이륙 중 Fig. 7의 PFD(Primary flight display)에 시현되는 참조 그림과 같이 75kts 속도에서 “IAS(Indicated airspeed) disagree” 메시지 신호를 확인 후 RTO(Reject take off)를 선언하고 램프 리턴하여 정비 수행을 하는데 6시간 30분의 시간이 경과하였고 해당 편수의 승객은 다음 연결되는 두 편의 항공기에 배분하여 디스패치 하였다.

해당 항공기의 정비사는 조종석의 CDS(Common display system) BITE test 결과 IAS disagree 메시지와 기장의 비행기록일지에 기술한 “Rejected take off due to airspeed disagree at 75kts” 내용을 근거로 기술팀으로부터 지시를 받아 고장 분석 및 결함 해소 작업을 실시하였다. Fig. 8에서 먼저 기장석 좌측면과 부기장석 우측면에 장착된 피토 프로브의 이물질로 인한 막힘 상태를 확인 후 전자장비 격실

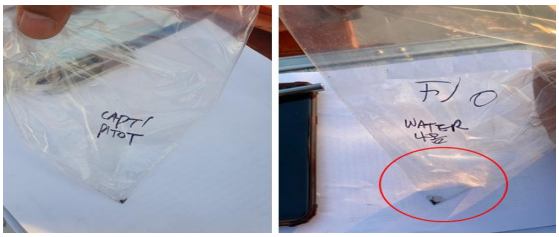

Fig. 9 Moisture is detected from first officer pitot drain fitting

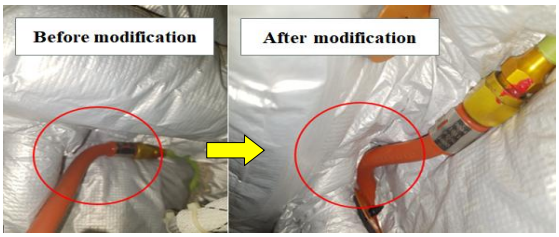

Fig. 10 Captain pitot hose's before and after modification

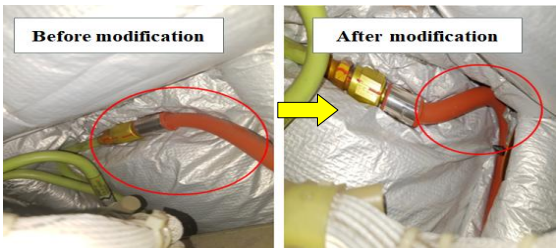

Fig. 11 First officer pitot hose's before and after modification

에 위치한 ADM과 드레인 피팅 내의 수분 상태를 확인하였다. 피토 프로브 내 이물질은 없었으며 Fig. 9에서 부기장석 우측면 피토 프로브로부터 유입된 빗물이 드레인 피팅에서 다량 확인되었다.

Fig. 10, 11은 양쪽의 피토 호스의 각도가 매뉴얼대로 빗물이 유입되지 않도록 호스의 각도가 S자 벤딩 형태인지 확인한 결과 빗물 유입이 쉬운 스트레이트 포지션에 놓여 있었다. 그리고 피토 프로브의 히팅 기능이 정상임을 확인 후, Fig. 12에서 3개의 피토 프로브 전체를 장탈하여 저항 값을 체크한 결과 (기장석 좌측면 프로브 : 43.1Ω, 부기장석 우측면 프로브 : 43.6Ω, 대체용 프로브 : 43.9Ω)이며 기술교범에 명시된 정상 수치 값(48+-8Ω)내 모두 정상이었다.

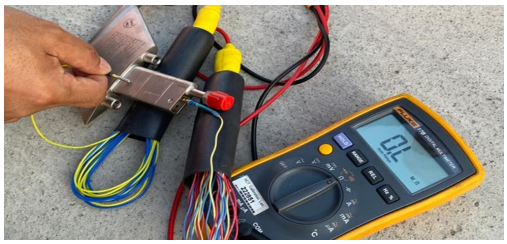

Fig. 12 First officer pitot probe resistance checked normal

Fig. 13 SMYD(Stall management yaw damper) - AOA real data (SMYD 1: -0.1°, SMYD 2: +0.5°)

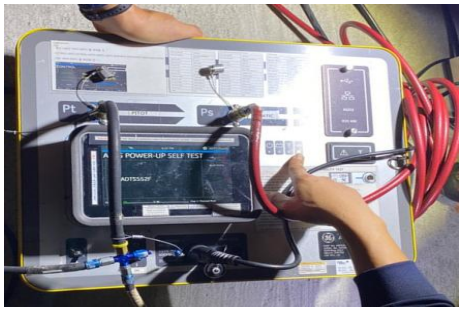

Fig. 14 Pitot probe pressure testing

부기장석의 우측 ADM에서 오류 값을 지시하여 New ADM으로 교환 후 Fig. 13에서 AOA의 알파 베인(Alpha vane) 신호가 SMYD(Stall management yaw damper) 컴퓨터로 전송되는 정상값의 지시 확인과 PFD의 지시대기속도 부분의 하단에 IAS disagree 메시지의 사라짐으로 Fig. 14와 같이 에어 기밀 테스트 수행 후 작업이 완료되었다.

C항공사에 2014년 도입된 해당 항공기는 현재 에어 데이터 시스템 관련 결함은 총 122건을 기록하며 해당 결함 발생 시 평균 75분 이상 지연 또는 결항 되었던 것으로 확인되었다.

이 시스템의 결함사항은 여름 장마철에 습기가 많은 환경에 노출되어 있는 항공기의 경우 피토 프로브를 통해 유입된 빗물이 ADM에 영향을 미쳐서 발생하는데 단순히 피토 프로브의 덮개를 씌우는 예방차원에 앞서 피토 프로브가 외부로부터 연결되어 내부 45° 엘보의 시작점부터 상향 수직 각도로 30cm이상 올라가서 S자 벤딩 형태의 호스가 변형이 되지 않는지의 유무 확인을 체크 할 필요가 있다.

그리고 정압공을 통해 물이 유입되는 부분은 극히 가능성은 낮으나 겨울철 제빙 작업 중에 뿌려지는 용액이 작업자의 실수로 유입되는 가능성도 있으므로 고장 분석 시 피토 프로브에만 국한되지 않고 정압공에 물이 유입되는지의 여부도 확인해야 할 것이다.

정교하고 정확한 작업이 요구되는 에어 데이터 시스템의 결함해소에 있어서 시간의 압박과 상부 지시에 따른 스트레스 등이 불안전한 행위로 나타나기도 하는데 이러한 인적오류를 막기 위한 방법으로 매뉴얼 및 절차를 준수하며 의문이 생기는 단계에서는 다시 처음으로 돌아가 재확인함으로서 오류를 미연에 방지할 수 있을 것이다.

새로운 산업혁명의 과도기 시점인 현재, 기술이 적용되는 분야에는 필연적으로 인간이 의사결정을 해야 하며 현재는 항공기술 분야에서 설계와 비행시스템 분야를 제외한 항공기 정비의 직접적인 행위는 인공지능의 활용이 되지 않고 있다. 다만 기술정보의 접근성이 빠르고 쉬우며 효과적으로 제공이 되도록 블록체인 시스템 보급이 필요할 것이며 ERP와 같은 전사적 시스템에서 항공정비 분야를 빅데이터 분석기법을 활용하는 방법으로 정비지연을 감소시키는 등 비용절감에 대한 경제적인 효과도 기대할 수 있을 것이다.

5. 결 론

본 연구에서는 항공정비사의 기술기반 실수가 항공운항의 정비지연에 어떤 영향을 미치는가에 대하여 항공분야의 한 가지 시스템의 결함 사례를 분석하고 이를 검토한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 항공사 운항정비팀의 비정상 상황을 대비한 항공기 주요 시스템의 엔지니어링 시뮬레이터 또는 VR을 이용한 가상정비 시뮬레이션 기술을 축적하도록 한다.
2. 항공사 기술팀의 전자/엔진/기체 부품에 대해 항공기 가동률의 안정성과 신뢰성 향상을 위해 빅데이터 분석 플랫폼의 머신러닝과 인공지능 정비기술을 도입하여 활용한다.
3. 결함 발생한 항공기의 신속한 고장탐구를 위해 팀원들의 각 시스템 검사 및 오퍼레이션 역량을 강화하고, 항공기 주요 시스템의 고장탐구 매뉴얼을 블록체인 기반 애플리케이션 설계에 반영해야 한다.

REFERENCES

1. Peter, A., Peter, B., Tim, B., "Towards the strategic adoption of Lean in aviation Maintenance Repair and Overhaul (MRO) industry : An empirical study into the industry's Lean status," JMTM, Vol. 27, No. 1, 2016.
2. Charles, R., McClary., "A fault-tolerant air data /inertial reference system," IEEE, Vol. 7, Issue. 5, pp. 19-23, 1992.
3. Lerro, A., Brandl, A., Battipede, M., & Gili, P., "A Data-Driven Approach to Identify Flight Test Data Suitable to Design Angle of Attack Synthetic Sensor for Flight Control Systems," MDPI, Vol. 7, pp. 2-7, 2019.
4. Baek, U. R., Kim, S. S., Kim, S. H., Park, C. B., & Choi, K. Y., "Development and Validations of Air Data System using MEMS Sensor for High Performance UAV," IJAS, Vol. 36, No. 10, pp. 1077-1025, 2008.
5. Park, S. A., Son, Y. W., Kwon, B. H., Seol, J. W., Kim, Y. S., Kim, D. H., Kim, K. T. and Jang, S. W., Aviation Psychology – Psychological Understanding of Human Factors, Hakjisa Publication, pp. 154-177, 2006.
6. Kim, D. H., The International and Domestic Air Law and Revised Commercial Law(Air Transport), Korean Studies Information Publication, pp. 146-148, 2011.