항공정비사 피로관리시스템의 도입 필요성연구

Necessity to Fatigue Management Systems for Aviation Maintenance Mechanics

신동진[1] *, 전제형[1] 장재호[2]
한국항공대학교 대학원[1] , 한국항공대학교 운항학과 교수[2]

초 록

기술의 발전 및 증가하는 항공수요를 바탕으로 항공산업은 신규항공기의 개발, 노선의 확충, 항공사의 신설 등 지속적인 성장을 거듭하고 있다. 이처럼 항공산업의 발전에도 불구하고 항공기 사고의 발생은 일정한 수준을 유지하고 있으며 단한건의 사고로 막대한 사회적 손실을 야기할 수 있다. 현재 국내·외에서 발생하는 항공사고는 대부분 인적요인에 의해서 발생되며 그중 피로관리 미흡으로 인한 사고가 높은 비중을 차지하고 있다. 이에 따라 국가기관 및 국제사회는 운항승무원, 객실승무원에 대한 피로관리 시스템의 연구 및 개발을 통하여 피로관리시스템을 운영하고 있다. 그러나 직접적인 항공안전, 유지, 보수를 책임지는 항공정비사들의 경우 주·야간근무, 3교대근무 등에 의한 비 규칙적인 근무환경에 노출되어 있다. 또한 항공정비사의 피로관리시스템의 연구는 상대적으로 미흡한 실정이다. 따라서 선행연구 및 인적관리 연구를 바탕으로 체계적인 항공정비사 피로관리시스템의 도입 필요성에 관하여 고찰하고자 한다.

1. 서 론

항공산업의 초창기에는 항공사고의 약 80%가 설계 또는 제작 시 결함을 가지고 있던 장비, 부품으로 인하여 발생하였다. 즉 불안적인 조건들이 대부분의 항공사고의 원인을 차지하고 있었지만 항공기술의 발달로 인한 첨단화, 정밀화되면서 불안전한 조건들에 의한 사고는 대폭 감소하였다. 그러나 인적요인(Human Factor)에 의한 사고는 상대적으로 낮은 수준으로 감소하였고 일정한 수준을 꾸준하게 유지하고 있다[1].

국제민간항공기구(International Civil Aviation Organization; ICAO)의 2015년 Safety Report에 따르면 기술에 발전, 항공안전분야의 각국에 노력에도 불구하고 2012년 99건, 2013년 90건, 2014년 98건으로 일정한 사고율을 유지하고 있다[2].

미연방교통안전위원회(National Transportation Safety Board; NTSB) 항공사고 조사보고서에 따르면 항공사고의 원인으로 인적요인이 전체의 70~80% 차지하고 있다. 또한 1982년부터 2013년까지 미국 내에서 발생한 인적요인에 의한 항공사고는 총155건으로 운항승무원의 피로가 직접적인 원인인 사고는 10(6%)건에 불과하지만 사고로 인한 전체 사망자 총403명 중 조종사의 피로로 인한 사망자가 331명(82%)으로 높은 비율을 차지하고 있다[3].

국제항공운송협회(International Air Transport Association; IATA)에 따르면 미국 내에서 발생한 모든 항공사고중 18%의 사고가 정비요인이 기여요인으로 발생한 사고였으며 2009년부터 2014년 사이에 발생한 항공 사고의 29%가 정비요인과 관련이 있고 보편적으로 정비오류의 80%가 인적요인에 의하여 발생한다고 보고되었다[4].

이러한 피로관련 사고를 예방하기 위하여 운항승무원 및 객실승무원의 피로관리기준의 표준 및 권고방식을 ICAO Annex 6로 규정하고 있지만 정비사 관련된 피로관리 규정은 전무한 실정이다[5].

따라서 본 연구에서는 피로관리체계에 관련된 선행연구 및 국내외 사례분석을 바탕으로 정비사 피로관리체계의 도입 필요성에 관해 서술하고자 한다.

2. 이론적 배경

2.1 인적요인 개요

인적요인은 피로, 자만심 및 스트레스 등의 인간의 상태(Human Conditions)에 따른 Human Error를 유발할 수 있는 요인으로 대부분의 항공사고에 직접적인 원인으로 작용하거나 간접적인 기여요인으로 작용한다. 특히 항공 산업분야에 있어서 운항승무원, 객실승무원, 정비사 등 전 분야에서 항상 위험을 잠재하고 있는 요소로서 ICAO의 사고방지 매뉴얼에 의하면 항공기 사고, 준사고, 사고방지와 관련된 인간관계 및 인간능력을 총칭하는 것으로 정의하고 있다[6].

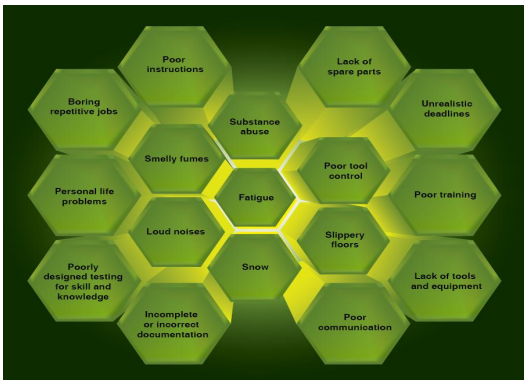
미국의 경우 항공우주국(National Aeronautics and Space Administration; NASA)과 연방항공청(Federal Aviation Administration; FAA)에서 항공안전보고제도(Aviation Safety Reporting System; ASRS)를 통하여 인적요인에 관하여 연구가 진행되었고 영국은 CHRIP(Cofidential Human Factor Reporting Programme), 캐나다는 CASRP(Confidential Aviation Safety Reporting Program)을 통하여 인적요인에 대한 활발한 연구가 진행 중이다[7].

또한 Boeing사 등 항공기개발업계에서도 정비오류를 판단할 수 있는 정비 오류 판별 기법(Maintenance Error Decision Aid; MEDA)와 같은 모델들을 꾸준히 계발하여 큰 성과를 보이고 있다. 그러나 인적요인에 대한 대다수의 연구들은 항공기를 직접 운항하는 운항승무원, 관제사에 초점이 맞추어져 있는 반면 정비사에 의한 인적요인 연구는 상대적으로 미약한 실정이다.

2.2 항공정비사 인적요인

항공정비는 지난 수년간 수많은 변화와 진화를 겪어왔다. 구형 항공기에는 존재하지 않았던 최첨단 소재와 동력장치, 전기전자 계기시스템 및 최신 항법장치를 완비한 Airbus 380과 같은 초대형 항공기(Super-Large Aircraft)의 출현으로 정비사들은 이전의 학습과 다른 새로운 시스템, 장비, 정비운영절차 등을 익히고 정비작업을 수행하여야한다.

이처럼 항공기 제작기술 뿐만 아니라 이를 유지보수 하는 정비사들의 기술도 나날이 진화하고 있다. 그러나 항공정비시스템의 복합성으로부터 발생되는 수많은 문제들을 과거에 비하여 예측하기 어려워졌으며 발생할 수 있는 사고, 실수 등의 위험성 역시 항상 내재하고 있다[8].



Source: FAA, Aviation Maintenance Technician Hand book-General, Chapter 14

Fig 1. A list of human factors that affect AMTs.

Fig. 1은 항공정비사들에게 영향을 미치는 인적요인들로 대부분의 경우 3~4개의 요인들이 결합되면 심각한 사고 또는 준사고의 기여요인으로 작용하게 된다. 또한 사고, 준사고의 직접적인 영향을 미치지 않아도 항공정비작업의 성과에 영향을 미치게 되고 정비효율을 떨어뜨려 결국 항공안전에 간접적인 영향을 미치게 된다[9].

따라서 사전적 조치(PROACTIVE MEASURES)와 반응적 조치(REACTIVE MEASURES)를 바탕으로 인적요인에 의한 관리가 필요하며 체계적인 관리를 위한 표준화가 필요할 것이다. 이를 위해 관련된 선행연구, 적용가능 모델 등을 고찰해볼 필요가 있다.

2.2.1 Maintenance Error Decision Aid

항공기 제작사인 보잉(Boing)사와 미연방 항공청(FAA)의 대표들 간의 공동으로 연구하여 개발된 MEDA 모델은 정비사의 능력 및 지식수준, 숙련도에 따라 정비환경, 조직 및 감독자의 의 영향에 따라 성과에 영향을 미친다. 이는 상위요인에 따라 하위 기여요인(Contributing Factor)의 영향력이 다르게 작용 할 수 있다는 기본바탕으로 하고 있는 연구모델로 기본개념을 정리하면 다음

과 같다[10].

- 정비관련 사건은 실수(Error)나 규정위반 또는 두가지원인 모두에 의해 발생할 수 있음
- 정비 실수는 고의로 발생하지 않음
- 실수는 작업장에서의 기여요인에 기인 규정위반도 또한 작업장 내 기여요인에 기인

대부분의 기여요인은 관리가 가능하며 작업환경, 조직의 문화 등 기여요인을 개선하여 향후 발생할 수 있는 안전사고 및 실수를 사전 방지할 수 있다[11].

2.2.2 PEAR Mode

PEAR 모델은 SHELL 모델을 항공기정비부문에 적용하기위해 변형하여 도출된 모델로 다음과 같은 4가지 요소를 통하여 항공정비 분야에 적합한 인적요인 프로그램을 보여준다[12].

- P: 작업자(Mechanic to do the job)
- E: 작업환경 물리적 환경과 조직적 환경으로 나누어진다.(Work mechanic working environment)
- A: 작업자 행동(Action mechanic)
- R: 작업에 필요한 자원(Resources necessary to complete a job)

인적요인과 관련이 있는 학문들은 매우 넓고 방대하게 존재한다. 하지만 인적요인을 통하여 연구된 모델 및 개념, 정보들이 항공정비사에게 효율적인 정비 업무를 수행하기위해 접근방법과 적용방안이 선결되어야한다. 이러한 환경에서 PEAR 모델은 정비사에게 영향을 주는 주요기여요인을 4가지 요소로 분류하여 정보수집 및 분석을 통해 안전사고 및 간접적 기여요인으로 발달할 수 있는 실수를 미연에 방지 할 수 있는 항공정비사의 인적요인관리에 적합한 모델이다.

2.2.3 The Dirty Dozen

1980년대 후반부터 1990년대 초반까지 대부분의 정비에 관련된 항공기사고 및 준사고가 자주 발생되면서 캐나다 감항당국(Transport Canada)에서는 안전하고 효율적인 정비 작업을 저해하는 요소의 연구를 진행하였고 정비사가 내재하고 있는 인적요인들을 12가지로 분류하여 더티 더즌(dirty dozen) 모델로 정의하였다.

해당 모델은 항공정비사는 오류와 사고를 발생시킬 수 있는 조직, 작업그룹 및 정비사 개인의 요인들 간의 상호작용의 이해를 통해서 후에 발생 할 수 있는 사건과 사고들을 사전 방지하고 예방하는 방법을 제시하고 있다.

- Lack of Teamwork
- Fatigue
- Lack of Resources
- Pressure
- Lack of Assertiveness
- Stress
- Lack of Awareness
- Norms
- Complacency
- Lack of Knowledge
- Distraction
- Lack of Communication

더티 더즌의 개념을 이해하는 것도 중요하지만 정비작업 중 발생하는 실수, 오류 들을 어떠한 과정을 통하여 방지하고 제거하는지 인지하는 것이 더욱 중요한 부분이다[13].

이처럼 앞서 언급한 모델 및 기타 적용 가능한 기법을 바탕으로 인적요인에 기여하는 원인들을 도출하여 사전적 관리를 통하여 정비오류를 최소화 하는 방안이 필요 할 것이다. 또한 항공정비사 작업장환경, 조직문화, 피로관리체계 등의 개선을 통하여 정비사의 관리가 필요할 것이다.

2.3 피로관리

운항승무원, 객실승무원, 항공 정비사뿐만 아니라 모든 분야에 있어서 더욱 효율적인 작업능률을 내기위하여 피로관리는 필수적인 요소로서 ICAO는 피로를 “객실승무원의 경계심이나 항공기를 안전하게 운항할 수 있는 능력에 결함을 일으킬 수 있는 수면부족, 또는 장시간 깨어있거나 활동일주기를 초과 했거나 과도한 업무량(정신적/

육체적 활동) 으로 인하여 발생할 수 있는 정신적 육체적 수행능역이 현저히 감소된 상태" 라고 정의하고 있다[14].

또한 피로는 수면과 밀접한 관계를 가지고 있으며 수면이 피로해소의 방법이 될 수도 있다. 인간은 활동일주기(Circadian Rhythm)를 가지고 있다. 활동일주기란 생물이 나타내는 여러 가지 현상들 중에서 24시간 주기로 반복되는 현상을 말한다. 즉, 환경의 변화를 제외한 상태에서 대략 1주일주기로 변화하는 생면현상인 것이다.

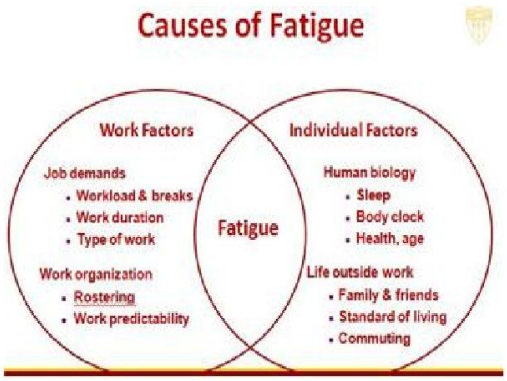


Fig 2. Cause of Fatigue

Roske-Hofstrand의 ASRS 분석에 따르면 발생한 사고의 21%에 가까운 수치의 사고는 항공종사자의 피로와 관련이 있으며 이는 피로가 항공사고에 항공업무 수행에 미치는 영향이 결코 적지 않다는 의미로 해석이 가능하다[15].

2.3.1 국제사회 피로관리 규정

사고예방을 위한 피로관리시스템의 경우 ICAO는 Annex 6를 바탕으로 운항승무원 및 객실승무원의 피로관리체계를 위해 비행시간(flight time), 근무시간(duty period), 비행근무시간(flight duty period)등의 제한 및 휴식시간(rest period) 부여 기준을 규정하였고 또한 "운항 및 객실 승무원들이 적절한 각성상태에서 자신의 업무를 수행하기위하여 과학적 원리와 지식에 근거하여야 한다." 라고 규정되어 있다[16].

FAA에서는 2012년에 피로관리를 위한 FAR Part 117을 신설하였으며, 이에 따라 미국 내 국제(Flag), 국내(Domestic), 부정기(Supplemental)를 운항하는 자는 2014년 1월부터 FAR Part 117에서 정한 피로관리 기준을 준수하여야한다.

유럽항공청(European Aviation Safety Agency; EASA) 피로관리에 대하여 ICAO의 변화에 부응하여 각 국가에 맞는 기준을 설립하고자 노력하였지만 피로관리는 명확한 기준이 없을뿐더러 국가마다 지향하는 기준이 다르기 때문에 계획보다 많은 논의와 시간이 필요했다. FAA, ICAO와 함께 피로관리를 선두한 EASA는 최종적으로 비행시간, 비행근무시간, 휴식시간 등을 개선하였고 3년후인 2014년 1월에 피로위험 관리를 증진할 수 있는 제정안을 고시하였다[17].

ICAO, FAA, EASA는 운항승무원 및 객실승무원의 피로관리시스템의 과학적이고 체계적인 연구를 활발히 진행해나가고 있으며 현재 각각의 개정안을 발표 하였다. 그러나 이는 전체 항공종사자 피로관리시스템이 아닌 운항승무원, 객실승무원에게만 초점이 맞추어져있으며 항공정비사의 피로관리시스템의 관련된 연구 및 적용법안 등은 배재되어있다[16].

2.3.2 피로관리 국내기준

국내 항공법에는 제74조 3(운항기술기준의 준수), 제74조 2에 따라 항공기 소유자등 및 항공종사자는 운항기술기준을 준수하여야 한다.

또한 해당기준은 ICAO의 권고 및 기준에 따라 정비프로그램, 검사프로그램에 인적요인을 반영하고 있으며 그 내용 중 인적요인은 ICAO Doc,9683(Human Factors Training Manual)의 규정을 따르고 있다.

-항공정비 분야 인적요인
(Human Fact or in Aviation maintenance)
정비조직은 정비계획, 정비인력관리, 정비정책 등을 수립 시 인적요소를 고려하여야 한다.

-항공정비사 교육훈련의 조건
(Training Requirement)
정비훈련프로그램은 인적 수행능력(Human Performance)에 관한 지식과 기량에 대한 교육을 포함하여야 하고, 정비요원과 운항승무원과의 협력에 대한 교육을 포함하여야 한다. 인적 요소 훈련 시간은 년 4시간이상 실시하여야 한다.

국내규정 외에 항공사 자체의 내부제도의 경우 K민항사는 정비사들의 피로를 해소하여 효율적인 정비작업 및 안전사고 예방을 위해 정비사의 휴식보장을 목적으로 정비사 피로관리를 시행하는 중이며 심야시간 정비요원의 휴무지침은 다음과 같다.

Table 1. Mechanic fatigue management guidelines

구분	휴무 지침
22:00 ~ 익일 02:00	당일 오전 휴무
익일 02:00 ~	당일 종일 휴무

Source: K항공사

심야정비작업자의 경우당일 휴무를 원칙으로 하나 실시 할 수 없는 경우 근무시간을 마일리지로 환산하여 위로휴가 대체하고 있으며 22시 이후 시간 당 마일리지 1점부여하고 있으며 적립된 마일리지의 사용은 다음과 같다.

Table 2. Holiday mechanic mileage standards

구분	휴무 지침
4점까지	0.5일 위로 휴가
5점까지	1일 위로 휴가

Source: K항공사

하지만 이와 같은 정비사 피로도 해소 방안역시 명확한 규정 및 지침을 바탕으로 표준화가 진행되지 않아 심야시간까지 작업한 정비요원에 대한 휴무지침이 상이할 뿐 아니라 격려 및 휴식보장의 권한이 관리자 재량으로 결정되어 부서별로 차등의 소지가 발생하는 문제점이 존재하기도 한다. 이처럼 현장에서 근무하는 항공정비사들의 경우 규칙적이지 않은 주·야 근무, 불안전한 정비환경 등으로부터의 관리가 필요하며 각 항공사, 항공기 지상조업조직의 내부 규정이 아닌 정부기관의 주체로 피로관리시스템의 표준화 및 도입의 관한 연구가 진행되어야 할 것이다.

3. 결 론

근래의 항공기 사고는 대부분 휴먼에러의 복합적인 원인에 의해서 발생되며 이는 운항승무원 및 항공종사자의 피로 및 실수와 매우 깊은 연관성을 가지고 있다. 최근 국제기관 및 당국에서는 휴먼에러에 인한 항공기사고율을 감소를 모색하기 위해 피로관리시스템의 개선을 위해 체계적인 분석, 연구 활동이 활발하게 진행 중 이다.

그러나 앞서 검토한 바와 같이 현재 대부분의 피로관리체계와 관련된 규정, 제도 및 연구 활동은 운항승무원, 객실승무원, 관제사에게 초점이 맞추어져있으며 항공기의 안전에 직접적으로 기여하는 항공정비사가 대상이 되는 연구 활동, 관련제도는 전무한 실정이다. 또한 항공기정비사들은 운항정시성 및 안전성을 확보하기 위하여 주·야간근무, 3교대근무 등에 의한 비 규칙적인 근무환경에 노출되어있으며 이는 잠재적인 위협요소로 작용 될 수 있으며 나아가 항공기 사고라는 최악의 상황으로 전개될 수 있다. 이러한 항공기 사고는 단 한건으로도 엄청난 인적, 물적 손실이 발생되며 이로 인한 사회적 손실은 정량적 측정이 불가능한 수준이다.

따라서 운항승무원, 객실승무원, 관제사 외에 항공기 안전에 직접적으로 기여하는 항공정비사의 피로관리체계를 바탕으로 안전위해요소의 관리가 필요하며 이는 작업환경, 제도의 개선, 표준화 가 반드시 선행되어야 할 것이다.

또한 항공정비사 피로관리시스템 구축의 필요성을 인지하고 관련 국제기관 및 해당당국 긴밀한 협력을 통해 연구가 활발하게 진행되어야 할 것이다.

후 기

본 연구는 국토교통부의 국제항공전문가양성과정인 [날다 프로젝트]의 지원으로 작성 되었습니다.

참고문헌

[1] 교통안전공단 (정비 ERROR와 인적요소) 1998, p.5

[2] ICAO, (2015). Safety Report, Appendix 1, 21-24
[3] NTSB(National Transpotation safety board) Database
[4] 국제항공운송협회(ITATA Safety Report, 2013)
[5] ICAO Annex 6 Part 1 "Proposals for the amendment of Annex 6 Part 1 relating to FRMS", 2010.6.9.s.
[6] ICAO, Safety Management Manual, Doc9859 (2005)
[7] 김정기. (2016). A Study on Influential Factors of major air accidents in civil aviation pilot fatigue. 항공대학교 석사논문.
[8] FAA. (2011). Aviation Maintenance Technician Handbook-General, Chapter 14, Human Factors, U.S. Department of Transportation.
[9] FAA, Aviation Maintenance Technician Handbook-General, Chapter 14, Human Factors, U.S. Department of Transportation. 2011.
[10] 김천용. (2012). 항공정비인적요인 개론, 노드미디어.
[11] Rankin, B. (1996). Boeing introduces MEDA, maintenance error decision aid. Maintenance Human Factors Group, Maintenance & Ground Operations Systems, Boeing Commercial Airplane Group.
[12] FAA. (2011). Aviation Maintenance Technician Handbook-General, Chapter 14, Human Factors, U.S. Department of Transportation.
[13] ICAO Doc 9966 Fatigue Risk Management Systems Manual for Rgulators chap 1.
[14] FSF, 2002 Improved Understanding of Huma n Factors Could Reduce Foreign Object Damage, Aviation Mehanics Bulletin, July-Augst, 2002
[15] Dowling, Norman E. Mechanical behavior of materials: engineering methods for deformation, fracture, and fatigue. Prentice hall, 1993.
[16] EASA CS FTL.1.100 applicability
[17] FAA NPRM(고), "Flightcrew member duty and rest requirements", 2010.9.14., FAA advisory circular 120-100, Basics of aviation fatigue, 2010.7.6.