

인적요인을 적용한 FOD 방지 개선방안에 대한 연구

Study on FOD prevention improvement for the application of the human factors

신동진^{1*}, 김천용¹
호원대학교¹

초 록

외부이물질에 의한 손상(FOD)으로 인해 항공기 및 엔진 등의 원상복구를 위한 비용손실 뿐만 아니라 항공기 안전운항에 큰 위협요인으로 부각되고 있다. 그러나 우리나라 FOD와 관련된 연구 실태는 엔진 부품, 타이어, 기체 및 조류충돌에 의한 사건사고에 대한 통계분석 등이 주를 이루고 있으며, 잠재적으로 FOD를 유발할 수 있는 항공기를 정비하고 취급하는 정비사 및 지상 조업직원 등의 인적요인을 고려한 연구는 전무한 실정이다. 이에 본 연구에서는 FOD의 정의와 발생 원인들을 살펴보고, 항공정비사를 비롯한 지상 조업직원들의 인적요인에 의한 FOD 유발가능성 등을 연구하여 FOD방지를 위한 개선 방안을 제시하고자 한다.

1. 서 론

FOD(Foreign Object Damage)로 인해 손상된 항공기 및 엔진 등의 복구를 위하여 항공 산업에서는 연간 4억 달러에 달하는 막대한 비용이 지출되고 있을 뿐만 아니라 항공기 안전 운항에 큰 장애요인으로 대두되고 있다. 그러나 FOD 관련 연구 실태를 살펴보면 대부분 엔진부품, 타이어, 기체 및 조류충돌(Bird Strike) 등이 주를 이루고 있으며, 항공정비 및 지상조업 등에서 잠재적인 FOD 유발요인과 연관된 인적요인에 대한 연구는 전무한 실정이다. 즉, 항공기에서 FOD를 유발하는 요인들은 다양하지만 항공정비사와 지상 조업 직원의 실수, 부주의 및 팀워크 부족 등의 인적요인들은 FOD를 유발할 수 있는 잠재적인 위협요인으로 분류할 수 있다. 그러므로 인적요인에 기반을 둔 FOD의 연구를 통해 항공 산업에서 FOD를 유발하는 잠재적인 위협요인들을 제거하는 노력이 절실히 요구된다. 이에 따라, FOD와 인적요인에 관련된 선행연구를 통하여 정의 및 개념 등을 살펴보고, 항공정비 및 지상조업에서 유발되는 인적요인의 모델들을 검토하여 FOD 방지를 위한 개선방안을 제시하고자 한다.

2. 본 론

2.1 FOD의 정의

FOD (Foreign Object Damage)는 외부 물질에 의한 손상으로서 미연방항공청(Federal Aviation Administration : FAA)에서는 “활주로, 유도로 및 에이프런 내에 존재하는 이물질로서 항공기에 치명적인 위협을 내재하는 다양한 형태의 물질”로 정의하고 있다. 즉, 항공기에 부딪치거나 흡입 또는 충돌했을 때 항공기에 손상을 야기할 수 있는 부적절한 물체로서 항공기 엔진 또는 작동장치에 유입되면 항공기 운항에 치명적인 피해를 입히게 될 뿐만 아니라 인명의 손상을 초래할 수 있다.

2.2 FOD의 유형

FOD의 유형으로는 개인의 소지품을 비롯하여 활주로 및 계류장 등의 공항구조물에서 파생되는 콘크리트 조각 등과 야생동물, 눈, 얼음 등과 같은 환경적인 요인들까지 매우 다양하다.

항공기 정비과정에서 발생될 수 있는 FOD의 유형으로는 항공기용 리벳(Rivets), 볼트(Bolts), 너트(Nuts) 및 안전결선(Safety Wires) 등과 같은 기계요소(Hardware)등이 있으며, 지상조업

등에서 발생할 수 있는 FOD로는 수화물 포장재와 가방 등의 자물쇠, 열쇠, 바퀴 및 페인트, 지상 조업차량에서 이탈된 너트와 볼트(Nuts & Bolts)등이 있다. 또한 공항시설물에서 발생하는 도로포장 자재, 돌, 아스팔트, 콘크리트 조각 및 모래 등도 FOD의 유형으로 볼 수 있으며, 그 외에도 눈, 얼음과 같은 기상현상에 의해 발생하는 FOD와 조류충돌(Bird Strike)과 같은 자연환경에 의한 FOD등이 있다.

2.3 FOD 유발요인

2.3.1 공항시설물

노후 된 공항시설물을 보수하거나 새로운 공항시설의 건설 등은 FOD 유발요인에 기여한다. 포장도로의 파손 또는 피로균열에 의해 떨어져 나온 콘크리트 조각 등이 방치될 수 있으며, 시설물의 건축 또는 증축을 위한 자재운반 차량들에 의해 자갈, 모래 등이 탑승교(Gate)지역 또는 항공기 이동지역에 떨어질 수도 있다. 이러한 조각들은 지상조업 차량 등의 타이어에 박혀서 항공기 이동지역으로 옮겨지게 되고, 이러한 FOD들이 항공기의 FOD로 이어지게 된다.

2.3.2 항공기 운영

연료보급, 기내식, 객실청소, 수하물 및 화물처리과정에서 FOD를 생산해낼 수 있다. 이러한 FOD는 주기장 위로 떨어지거나 또는 항공기 문턱(Door Sill)에 쌓일 수도 있다. 항공기 도어 아래쪽 턱에 쌓인 FOD는 도어를 손상시킬 수 있으며, 도어가 완전히 닫히는 것을 방해할 수도 있으며, 제거되지 않은 상태에서는 다음 공항에서 도어를 열 때 주기장 위로 떨어질 수도 있다. 화물을 항공기에 탑재하기 위해 사용되는 컨베이어(Conveyor)장비의 양 끝에 위치한 지면 및 수화물 카트(Cart), 컨베이어 벨트(Conveyor Belt) 사이에서도 FOD가 발생할 수 있는 장소이다. 탑승교지역에서의 정비행위는 전술한 바와 같이 리벳, 안전결선 및 볼트와 같은 다양한 작은 기계요소를 필요로 하는데, 이것들은 부주의 하게 방치될 경우 FOD가 된다. 후방 주 출입구(AFT Main Deck Door)를 통한 기내식 탑재방법은 엔진 입구덮개(Engine Inlet Cover)에 의해 보호

되어 있지 않은 동체 후방에 장착된 NO.1 엔진에 잠재적 위험이 될 수 있다. 보호덮개가 장착되어 있지 않은 상태에서 부주의하게 방치되어 있던 기내식탑재 물품들이 엔진입구 쪽으로 떨어질 수 있으며, 이런 물품들은 엔진 속으로 내용물을 유입시키거나 쏠 수도 있다. FOD는 탑승지역에 정지되어있는 지상 장비에서도 발생 할 수 있으며, 엔진후류(Jet Blast)는 FOD를 사람 또는 항공기를 향해 날려 보낼 수도 있다. 그것은 또한 항공기가 150ft 폭의 활주로에서 75ft 폭의 유도도로로 이동할 때 활주로는 FOD를 발생시킬 수 있다. 항공기 날개 끝 쪽에 장착된 아웃보드 엔진(Out Board Engine)은 노면과 풀밭지역의 흙과 물질을 활주로 상으로 날려 보낸다. 또한, 네 개의 엔진이 장착된 항공기의 아웃보드 엔진은 FOD가 쌓이는 경향이 있는 활주로 주변과 노면으로부터 활주로는 유도도로 중심을 향하여 FOD를 이동시키게 된다.

2.4 FOD 예방 프로그램

FOD를 방지하기 위해서는 효율적인 FOD 예방 프로그램을 수립하여 항공종사자들의 적극적인 참여를 독려하여야 한다. FOD 예방 프로그램은 다음과 같은 명확한 정책과 절차를 포함하여야 한다.

- FOD 예방의 중요성과 FOD의 예방이 안전, 품질, 비용 및 고객만족에 미치는 영향
- FOD 예방프로그램의 목표와 그 목표를 달성하는데 필요한 시간
- FOD 예방프로그램의 진행평가와 다른 조직에서 사용되는 유사한 프로그램과의 비교를 위한 기준
- 프로그램의 관리와 지원을 위한 FOD 예방프로그램의 조직
- 절차를 전파하는 방법과 그 과정에서 개선방법들을 포함한 FOD 예방프로그램의 정책과 절차
- 항공 종사자 및 관리자에게 FOD 예방프로그램의 성공 또는 실패를 전달할 수 있는 의사소통 방법
- FOD 발생 보고방법, 자료의 수집과 저장 및 분석방법 등의 FOD 사건사고 조사 방법

2.5 인적요인 모델

FOD에 관련된 사건사고가 발생하면 즉시 보고되어야 하며, 유사한 문제가 재발되지 않도록 FOD 프로그램에 이행에 책임이 있는 개인과 그룹에 조사를 수행하여 데이터를 분석하고 시정조치를 수립하여야 한다. 이러한 과정을 수행하기 위해서는 인적요인 모델에 대한 이해가 선행되어야 한다.

2.5.1 정비오류판별기법 (Maintenance Error Decision Aid : MEDA)

MEDA 개발은 항공기 제작사인 보잉(Boeing)사와 항공사·미연방 항공청(FAA)의 대표자들간의 공동으로 이뤄졌다. MEDA는 다음과 같은 철학에 기반을 두고 있다.

- 정비관련 사건은 실수(Error)나 규정위반 또는 둘 다에 의해 발생할 수 있다.
- 정비 실수는 고의로 발생하지 않는다.
- 실수는 작업장에서의 기여요인(Contributing Factor)에 기인한다.
- 규정위반도 또한 작업장 내 기여요인(Contributing Factor)에 기인한다.
- 대부분의 기여요인은 관리가 가능하므로 이러한 기여요인을 개선함으로써 향후 사건/사고를 방지할 수 있다.

2.5.2 더티 도즌(Dirty Dozen)

더티 도즌(Dirty Dozen)은 캐나다 교통당국(Transport Canada)의 고든 듀퐁(Gordon Dupont)에 의해 1990년 초에 발표된 것으로서 정비작업 중 발생할 수 있는 실수유발 요인들을 다음과 같이 12가지로 분류하였다.

- 의사소통의 결여(Lack of Communication)
- 자만심(Complacency)
- 지식의 결여(Lack of Knowledge)
- 주의산만(Distraction)
- 팀워크의 결여(Lack of Team Work)
- 시간압박(Time Pressure)
- 인식의 결여(Lack of Awareness)

- 스트레스(Stress)
- 제 자원의 부족(Lack of Resources)
- 자기주장의 결여(Lack of Assertiveness)
- 피로(Fatigue)
- 관행(Norm)

2.5.3 SHELL 모델

1975년 네덜란드 KLM 항공의 기장 출신인 홉킨스(Frank. H. Hawkins)는 에드워드(Elwyn Edwards)가 고안한 SHELL모델을 수정하여 새로운 SHELL모델을 제시하였다.

- S(Software): 법, 규정, 절차, 각종 매뉴얼 등
- H(Hardware): 항공기운영을 위한 각종 시설, 장비, 공구 등
- E(Environment): 날씨, 기온 등은 물론 작업장 조명, 습도, 온도, 소음 등
- L(Liveware): 항공기 운영을 위한 종사자
- L(Liveware): 항공종사자의 주변에서 업무와 직, 간접적으로 관련되는 사람

2.5.4 PEAR 모델

PEAR 모델은 SHELL 모델과 일치하는 모델로서 정비부문에 특화 시켜서 정비인적요인들을 기억하기 쉽게 매독스(Michael Maddox와 존슨(Bill Johnson)에 의해 개발된 모델이다.

- 작업자(People who do the job)
- 작업환경(Environment in which they work)
- 작업자 행동(Actions they perform)
- 작업에 필요한 자원(Resources necessary to complete a job)

3. 결론

전술한 바와 같이 FOD 예방프로그램을 통한 예방활동도 중요하지만 이러한 FOD가 발생하지 않도록 하는 것이 더욱 중요하다고 할 수 있다. 이 동지역에서의 모든 작업자들이 작업 후 주변 정

리만 확실히 해도 FOD로 인한 항공기 손상을 상당부분 예방할 수 있을 것이다. 이와 병행하여 이동지역의 바닥파손 상태 등도 주의 깊게 관찰하여 이상 발견 시 즉시 보고하여 신속히 조치될 수 있도록 모든 종사자들에게 전파함으로써 FOD 발생의 근원을 차단하는 노력을 기울여야 한다.

이를 위해 현장 감독자들은 책임구역에 대한 잠재적 FOD 위험 가능성을 지속적으로 관찰하고, 소속직원들이 FOD 예방프로그램의 참여를 지속적으로 유도하여 하며, 해당 지역에 대한 정기적인 확인과 점검을 실시하여야 한다. 아울러 항공기 운영(Operation)관련 작업에 종사하는 모든 직원들은 FOD 식별 및 제거임무에 관한 교육을 받아야 하고, 주인의식을 갖고 FOD 위험요인 발체에 적극적으로 임해야 하며 위험요인 발견 시는 즉시 관리자에게 보고하여야 한다.

참고문헌

- [1] Kwang-Byeng Lee, Jonggil Lee and Donghoon Kim,. A Study for Efficient Foreign Object Debris Detection on Runways, Journal of the Korean Society for Aviation and Aeronautics, The Korean Society for Aviation and Aeronautics, v.22, no.1, pp.130~135.
- [2] Chun-Yong Kim, 2012, Human Factors in Aviation Maintenance, Node Media, Seoul, pp.68~87.
- [3] FSF, 2002, Improved Understanding of Human Factors Could Reduce Foreign Object Damage, Aviation Mechanics Bulletin, July-August, 2002.
- [4] Howon Hwang, Jinho Choi, 2009, A Study on the Aircraft's accident of Bird Strike & Effective Countermeasure against Bird Strike, vol.50, Korea Civil Aviation Development Association, pp.170~189.