

인적오류 예방을 위한 제도의 상대적 중요도 분석

Establishing the Importance Institution for Prevention of Human Error

문우춘*, 김웅이**0

Woo-Choon Moon*, Woong-Yi Kim**0

요 약

1950년대 후반 이후, 항공분야에서 사고율을 줄이기 위해 많은 노력을 기울여 안전 수준이 향상되었다. 전반적인 사고 비율은 지난 몇 년 동안 상당히 감소하였고, 환경 및 기계적 요인에 의한 사고는 감소하였으나, 인적오류 관련 사고는 불행히도 감소하는데 성공하지 못했다. 환경적 기계적 요소에 기인하는 사고는 줄었으나, 인적오류는 항공사고 원인 인자로 증가하고 있다. 오늘날, 모든 항공 사고의 매우 큰 비율이 직접 또는 간접적으로 인적오류의 몇 가지 형태에 비롯되고 있다. 많은 연구의 결과로, 인간의 오류 방지에 대해서 개발되고 있다. 그러나 어떤 종류의 오류 방지는 정확성, 효율성의 부족과 체계적인 접근에서 부족한 면이 고려되어야 할 것으로 보인다. 따라서 본 연구에서는 인간의 오류에 가장 효과적이고 체계적인 예방을 분석하고 인간의 오류 및 항공 안전에 대한 방법에 있어 통합에 집중 연구하였다. 본 연구에서는 인적오류 예방을 위한 여러 대안들 사이의 우선순위를 이해하고 파악함으로써 인적오류 문제를 해결하기 위한 시사점을 제시하고 한다.

Abstract

Since the late 1950s, concerted efforts to reduce the accident rate in aviation have yielded unprecedented levels of safety. Although, the overall accident rate has declined considerably over the years, unfortunately reductions in human error-related accidents in aviation have failed to keep pace with the reduction of accidents due to environmental and mechanical factors. Today, a very large percentage of all aviation are attributable, directly or indirectly, to some form of human error. As a result of many study, a range of prevention of human error have been developed. but each of kind is lack of a precision, effectiveness and seem to be considered for aspect of deficiency as an systematic accessibility. So, we're going to analysis the most effective and systematic prevention of human error and study on consolidating method for human error and aviation safety. In this study, several alternatives for the prevention of human errors a priority to understand and solve problems by identifying the implications for human error to be presented.

Key words : Human Error, Line-Oriented Flight Training, safety risk, Safety Management System, International Civil Aviation Organization

I. 서 론

항공기의 대형화와 고성능으로 항공수요는 급격한 증가와 장거리 비행의 가능으로 전 세계는 일일

* 한국교통대학교(Korea National University of Transportation)

** 한서대학교 항공교통학과(Dept. of Air transportation, Hanseo University)

· 제1저자 (First Author) : 문우춘(Woo-Choon Moon)

0 교신저자(Corresponding Author) : 김웅이(Woong-Yi Kim, tel: +82-41-671-6223, email : wykim@hanseo.ac.kr)

· 접수일자 : 2013년 8월 9일 · 심사(수정)일자 : 2013년 8월 9일 (수정일자 : 2013년 8월 23일) · 게재일자 : 2013년 4월 30일

<http://dx.doi.org/10.12673/jkoni.2013.17.4.377>

생활권의 편리한 시대가 개막되었다. 하지만 항공기는 3차원 세계를 대상으로 하는 운항수단이므로 사고 발생시 항공기 전소는 물론 막대한 재산과 탑승자의 전원이 사망하는 대형사고로 연결된다. 조종사는 항상 옳아야 하고 실수를 결코 범해서는 안 되는 것으로 각인되어 왔다. 그러나 조종사도 인간이므로 정상적인 활동에서도 무작위하게 실수를 범하게 된다.

이러한 인간 실수의 필연성에 대한 인식이 항공분야에 대한 안전규제나 교육훈련, 첨단 항공장비의 개발 등에 중점을 두고 항공사고율을 감소하려고 노력한 결과 1950년부터 현재까지 항공기 사고율은 급격히 감소되었다. 그러나 현저한 사고율 감소는 1977년 이후 둔화되어 1980년대 이후 사고율에 있어서는 아직까지 별다른 감소추세를 보이지 않고 있는 상황이다[1]. 최근 10년간 한국공군 전투기 사고 중 인적오류 사고 비율이 53%로 나타났으며 전 세계적으로 항공기 사고의 인적오류 비율이 70%이상으로 집계되고 있다.

항공기술의 발달로 항공기로 인한 사고는 점차로 줄었으나 인간, 즉 인적요인, 즉 Human Error로 인한 사고는 좀처럼 줄지 않고 있다. 사고의 요인은 항공 수요 증가에 따른 항공교통량 증가와 장거리 비행에 따른 누적근무시간 증가, 복잡해지는 비행환경 등 다양하다.

“Error”란 우리말의 과오, 오류, 과실, 실패 등으로 표현할 수 있는데 단어로서는 이들 중 어떤 것보다 어감의 차이가 있지만 공통된 것은 자신이 하고자 의도했던 바와는 다르게 된 것, 그리고 결과로 나타난 바가 당연히 기대되는 것과 다르며 옳바르지 않은 것 등이다. 이는 인간의 심리적 현상으로서 정상적인 행동 중에 나타나는 현상으로 봐야 할 것이다. 과오와 사고의 관련성을 보면 모든 과오가 반드시 사고에 연결되는 것은 아니다. 가령 착륙시 기어를 내리지 않았다면 이는 분명 운항승무원이 과오를 범한 것이지만 이런 경우 보통은 경보 등이 켜지고 경보음이 울리므로 이에 의해 수정조작을 하면 사고에 이르지 않고 단순한 과오로서 흘러가 버릴 것이며 경보마저 인지하지 못한 경우에는 다시 관제탑으로부터 경고가 주어지거나 최신 기종의 경우 안전장치가 마련되어 있을 것이다. 결국 사고란 단일 과오의 결과가 아

닌 정상 조작과정에서의 여러 개 작은 과오가 누적될 때 발생할 수 있다[2].

이처럼 인적오류에 대한 적절한 주의와 조치를 하지 않을 경우 안전과 생산성에 중대한 문제를 일으키게 되므로 인적오류는 항공업계의 중요한 이슈로 인식되어 조종사 인적오류에 대한 수많은 연구가 진행되었다. ICAO(International Civil Aviation Organization)는 민간 항공기의 사고 방지와 관련된 사업의 일환으로 1990년부터 3년 주기로 회원국가의 정부기관, 학계, 항공사, 항공단체, 항공협회, 연구기관, 기타 전문기관 및 관계자가 참여하는 “항공안전 관련 Human Factors 세미나”의 개최 추진을 기점으로 다양한 예방제도를 연구, 제시하고 있다. 그러나 예방제도 수립 및 시행에 있어 선택과 집중이 부족한 채 다양한 백화점식 제도 시행으로 인적오류의 예방 및 해소의 체계적인 접근측면에서는 다소 아쉬운 면이 있다고 보여진다. 물론 모든 제도가 나름대로 인적오류 예방에 기여한다고 볼 수 있으나, 다양한 규모의 항공업계의 특성상 제정과 인력이 부족한 경우에는 효과적인 제도를 선별하여 선택과 집중을 강화하는 것이 필요하다.

본 연구에서는 인적오류 예방을 위한 여러 대안들 사이의 우선순위 문제를 해결하기 위하여 정책결정자들의 개선 요인간의 우선순위를 이해하고 파악함으로써 인적오류 문제를 해결하기 위한 정책 형성과 집행 시에 선택과 집중을 통한 보다 체계적인 접근의 기본 자료를 제공하고 향후 과제 등 시사점을 제시하는데 목적이 있다. 아울러, 관계 집단 간의 우선순위에 있어 동일하거나 상반되는지에 대해서도 살펴본다. 본 연구의 조사대상은 정부 공무원과 학계전문가, 그리고 항공업계 조종사를 중심으로 진행되고 그들의 의견을 조사하여 상대적 중요도와 우선순위를 살펴봄으로써 효과적인 인적오류 예방활동의 기초자료와 아이디어를 제공하고자 하는데 있다. 이러한 과정을 통해 시사점을 제시하고 향후 인적오류 예방에 기여하고자 한다.

II. 인적오류 예방제도

2-1 인적오류 예방 개요

인적오류는 항공업계의 중요한 주제로 인식되고 있으며 이에 대한 적절한 주의를 하지 않을 경우 안전과 생산성에 대한 중대한 문제가 발생된다. 인적오류의 대한 사전적 정의는 부주의·오인·착오·억측·태만 등 사람의 판단 실수와 표준 조작의 불이행 등이다. 이는 사람의 대뇌활동 상태에 좌우되는 내적 요인과 작업에 관계되는 여러 가지 환경 등의 외적요인이 복합하여 사고를 야기하는 경우가 많다.

조종사 인적오류 예방제도의 종류로는 LOFT, LOSA, 항공안전관리시스템(SMS), 승무원자원관리(CRM), 피로위험관리 등이 있다.

2-2 인적오류 예방제도의 종류와 내용

2-2-1 LOFT(Line-Oriented Flight Training)

항공운항실습과 Feedback을 목적으로 설계된 것으로 항공운항에서 발생되었던 사례들을 종합하여 이를 모의비행장치로 상황을 조정하여 실습하는 승무원 훈련이다. LOFT는 의사소통, 자원관리, 통솔력을 훈련하는데 목적으로 두고 있으며 승무원이 실제 비행 상황처럼 현장감을 가지도록 실제 비행에 적용되는 자료를 활용한다. 그렇기 때문에 실제로 경험하기 곤란한 상황이나 응급상황 등을 연출하여 조종사들이 그 상황에 맞게 대처할 수 있도록 훈련시킨다. 이는 비행훈련에서의 운항환경을 실제 운항조건으로 제공하고, 비행기 조작(Flight Maneuver)훈련과 함께 항공기 결함 등 비정상 운항 조건에 대해 실제 운항 임무(Full mission simulation) 개념으로 비행하여 팀 상승효과(Team Synergism)를 창출하는 것이 LOFT의 개념이다. 이는 개인의 비행기술에만 의존하는 대부분의 모의비행과는 달리 운항환경을 실제 운항조건과 같이 제공하는 LOFT 훈련은 비행기 조작 훈련과 함께 항공기 결함 등 비정상 운항조건에 대해 실제 운항임무개념으로 비행하여 위급상황에서의 올바른 처리방법을 창출한다.

2-2-2 LOSA(Line Operation Safety Audit)

운항 승무원을 평가하거나 감독하는 수단이 아닌, 정상적인 운항상황에서 정보를 얻고 항공안전을 개선시키는 것을 목적으로 하는 최신의 운항안전프로그램이다. 훈련을 이수한 관찰자(Observer)가 관찰자석(Observer Seat)에서 안전자료를 수집하는 도구인데, 인적오류 측면에서 수집되는 양질의 안전정보를 통해 교정 및 예방을 위한 도구로써 활용도가 높은 것이 특징이다. ICAO에서 제시된 LOSA 운영 특성은 다음과 같다

- 일상 운항 시 관찰자 좌석에서 관찰
- 익명성과 비밀이 보장된 자료 수집
- 자발적인 조종사의 참여
- 회사와 운항승무원 노조/협회와의 공동 보증
- 안전 지향 자료 수집 양식
- 훈련을 이수하였고 신뢰감 있는 관찰자
- 정보보호 자료 수집 장소
- 자료 신뢰성 검토 회의 및 자료 사용한 안전개선
- 결과 피드백(Feedback)

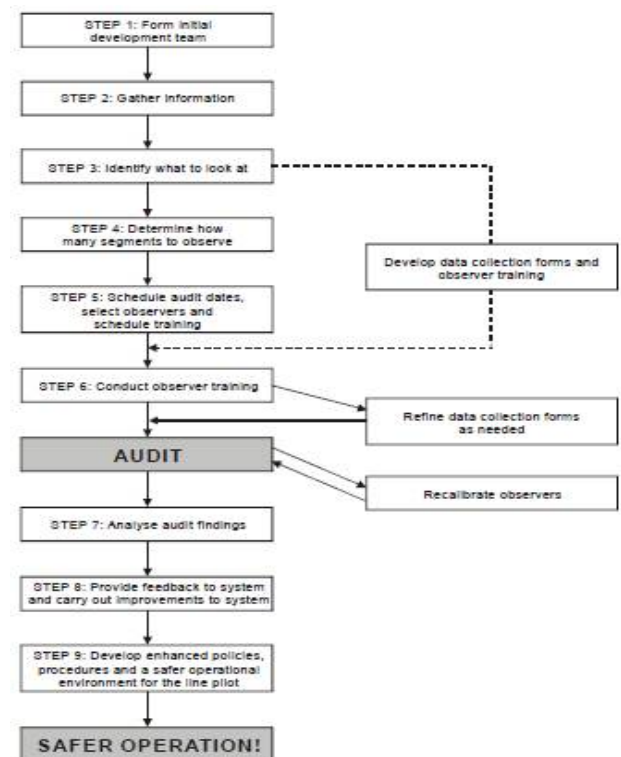


그림 1. LOSA 주요 단계
Fig. 1. Key step LOSA

운항승무원이 편안하게 자기가 원래 비행하는 습관대로 비행하도록 하는 것이 목표이며 관찰 내용은 노사 간의 협의에 따라 비밀로 유지되며 암호화되어 LOSA 운영기관으로 보내진 후 이를 토대로 다른 안전관리시스템을 활용하여 안전을 개선하게 된다.

2-2-3 항공안전관리시스템(SMS)

항공운송에서의 안전은 항공업체, 정부 및 공공에 있어서 늘 관심대상이었으며 그동안 국제민간항공기구(ICAO)를 비롯한 전 세계 각국은 항공분야에 대한 안전규제나 교육훈련, 첨단 항공장비의 개발 등에 중점을 두고 항공 사고율을 감소시키려고 노력해 왔다. 안전(Safety)이란 손상이나 손해의 위험이 적절한 수준(acceptable level)으로 제한되어 있는 상태를 의미한다. 이러한 안전이 달성가능한 적절한 수준으로 유지되도록 관리하는 것이 안전관리(Safety Management)이며 SMS는 안전관리 철학을 바탕으로 한 조직구조, 책임, 절차(procedure), 과정(process) 및 규정 등을 포함하는 안전(safety)에 대한 명확하고 체계적이고 선 조치적인 안전관리활동을 위한 시스템이다. SMS는 QMS(Quality Management System)와 개념 및 구성요소 면에서 약 70%정도 동일한 것으로서 위험관리(Risk Management) 또는 안전성평가(Safety Assessment)등의 용어로 일부 요소는 이미 우리조직 문화 속에 자리 잡고 있기도 하며 이들 두 시스템의 중요한 차이는 추구하는 대상과 인적요인(Human Factor)과 조직요소에 대한 인식이 있다. QMS는 품질을 최상의 목표로 하고 있으며 인적요소와 조직요소가 어떤 방법으로든 위험에 대한 지배력을 가지고 있다고 인식하는데 차이가 존재한다. 다음과 같이 안전관리시스템의 요구조건 및 절차에 대한 구성 요소는 크게 안전 정책과 안전관리활동 그리고 이를 수행하기 위한 조직 등으로 구분할 수 있다[3].

- 조직의 안전정책(Safety policy)
- 핵심적인안전관리활동
 - 안전성과 감독(Safety performance monitoring)
 - 안전평가(Safety assessment)
 - 안전감사(Safety auditing)
 - 안전증진(Safety promotion)



그림 2. 안전관리흐름
Fig. 2. Safety Management Cycle

- 안전관리조직
 - 안전관리조직체계(The safety management organization structure)
- 안전관리자 역할(Safety manager)
- 안전에 대한 책임과 의무(Safety responsibility and accountability)
- 조직원의 적절성과 훈련(Training and competency of personnel)

2-2-4 승무원자원관리(CRM)

CRM은 1970년대 초에 조종실에서 상대방의 의견을 존중하자는 움직임으로부터 시작되었으며 조종실에서 기장을 중심으로 능률성을 위하여 협조하는 과정이므로 일부 승무원들이 우려하는 것과 같이 기장의 권위를 위축시키거나 제한하는 것이 아니며 더구나 부기장을 포함한 인원들을 종속시키지는 의미도 아니다. 초기에는 Cockpit Resource Management에서 출발한 인적요인에 대한 관심은 조종실에서 회사 전체의 차원으로 발전되어 조종사와 객실승무원 뿐만 아니라 운항관리사, 관제사, 정비사와 같은 항공종사자들 뿐만 아닌 경영관리자에 이르기까지 전 항공산업 종사원을 대상으로 확대되고 있다. CRM은 Human Factors라는 광의적 개념을 항공운항에 적용하는 구체적인 기법으로 이는 조종사를 중심으로 주변의 인적 자원, 항공기, 정책과 환경적 요소를 관리하는 방법과 기술에 초점이 맞추어진 적용 기법이다. 즉, 안

전과 효율적인 운항을 위해서 가용한 모든 자원을 효과적으로 사용하는 것으로 승무원들이 Teamwork을 통해 조종사가 좋은 판단을 할 수 있는 능력을 제공하는 것이다. 즉, 적절한 의사소통 및 Cockpit 관리 능력을 통해 모든 승무원들이 효과적이고 안전한 판단 및 의사결정을 할 수 있는 능력을 갖게 하는 것이 목표이며 CRM은 항공분야에 활발히 적용되는 안전프로그램 중 하나로서 그 효과성을 인정받고 있다.

2-2-5 피로위험관리(FRMS)

조종사의 피로 및 실수는 항공기 사고와 매우 밀접한 관계를 가지고 있으며 조종사 피로에서 오는 성능저하는 단순히 조종사 개인의 문제가 아니므로 피로관련 요인을 관리하고 안전을 향상시키기 위하여 조종사에 피로에 대하여 과학적이고 시스템적이며 종합적인 피로관리의 필요성이 대두되고 있는데, 이러한 요구에 발맞춰 최근 ICAO, FAA, EASA가 주도가 되어 관련 항공법규의 개정작업이 활발하게 진행되고 있다[4].

우리나라의 경우 ICAO 체약국으로서 부속서 정한 표준 및 권고 기준을 국내 항공법규에 반영하여 준수하고 있는데 1991년 12월에 항공기승무원에 대한 승무시간 등과 관련하여 항공법(제4435호)을 개정하였고, 2001년 9월 항공법(제6513호)을 개정하여 객실승무원을 추가하였다[5].

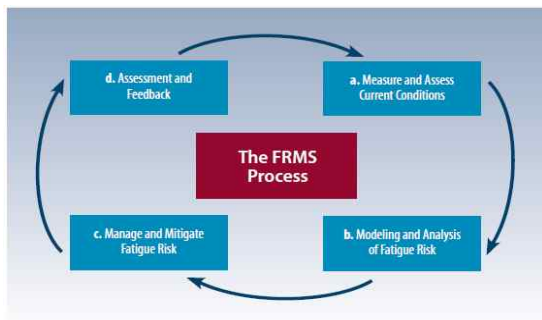


그림 3. 피로위험관리시스템 흐름
Fig. 3. Fatigue Risk Management Systems(FRMS) Process

III. 인적오류 예방제도 상대적 중요도 실증분석

3-1 연구의 방법 및 절차

인적오류 예방제도의 상대적 중요도의 분석을 위해서는 계층분석기법(AHP : Analytic Hierarchy Process)을 이용하여 조사하였다. 이 기법은 다기준 의사결정에 가장 선호되는 방식으로 여러 인적오류 예방제도들을 평가하는데 적절한 것으로 판단된다.

AHP 기법은 의사결정 문제를 상호 관련된 의사결정 사항들의 계층으로 분류하여 의사결정계층을 설정한다. 계층별 의사결정 요소들 간의 쌍대비교로 판단자료를 수집하고, 작성된 쌍대비교행렬 A는 다음과 같이 행렬의 대각을 중심으로 역수의 형태를 취하게 된다.

$$A = \begin{pmatrix} 1 & a_{12} & a_{13} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & 1 & a_{23} & \cdots & a_{2n} \\ a_{31} & a_{32} & 1 & \cdots & a_{3n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & a_{n3} & \cdots & 1 \end{pmatrix} \quad (1)$$

여기서 $a_{ij} = \frac{1}{a_{ji}}$, $a_{ii} = 1$, $\forall i$

다음 단계에서는 고유치방법을 사용하여 의사결정요소들의 상대적인 가중치를 추정한다.

$a_{ij} = \frac{w_i}{w_j}$ ($i, j = 1, \dots, n$) 여기서 행렬의 모

든 요소를 나타내면, $\sum_j a_{ij} \cdot w_j \cdot \frac{1}{w_i} = n$ 과 같이 나타낼 수 있다. 이것은 요소 a_{ij} 로 구성되는 행렬 A를 나타낼 때,

$$A = \begin{pmatrix} w_1/w_1 & w_1/w_2 & w_1/w_3 & \cdots & w_1/w_n \\ w_2/w_1 & w_2/w_2 & w_2/w_3 & \cdots & w_2/w_n \\ w_3/w_1 & w_3/w_2 & w_3/w_3 & \cdots & w_3/w_n \\ \vdots & \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ w_n/w_1 & w_n/w_2 & w_n/w_3 & \cdots & w_n/w_n \end{pmatrix} \quad (2)$$

고유치 방법에 의하여 $A \cdot w = n \cdot w$, 여기서

$w = [w_1, w_2, w_3 \dots, w_n]$: 행렬 A의 우측고유벡터, n : 행렬 A의 고유치에서 w 를 구할 수 있다. $A' \cdot w' = \lambda_{max} \cdot w'$ (여기서, λ_{max} : 행렬 A의 가장 큰 고유치)

최종적으로 평가대상이 되는 여러 대안들에 대한 종합순위를 얻기 위하여 의사결정 요소들의 상대적 가중치를 종합화한다.

$$C[1, k] = \prod_{i=2}^k B_i \quad (3)$$

여기서, $C[1,k]$ 는 첫 번째 계층에 대한 k번째 계층 요소의 종합가중치이고, B_i 는 추정된 w 벡터를 구성하는 행을 포함하는 $n_{i-1} \cdot n_i$ 행렬이고, n_i 는 i번째 계층의 요소수이다.

이러한 분석은 전문가의 선정에 따라 차이가 있어 신중한 선택이 되어하지만, 유사한 전문가들의 평가는 대체로 일치하게 나타났고 있어 적용이 가능하다.[6]

현재 조종사는 정기항공사, 부정기운송업체, 사용자업체, 자가용 조종사를 포함하여 4,500여명이 근무하는 것으로 집계되고 있다. 표본선정 및 자료수집은 인적오류 예방제도의 상대적 중요도를 살펴보기 위해 첫째, 관련 전문가를 대상으로 설문조사를 실시하

표 1. 인적오류 예방제도(대항목)

Table 1. Prevention System of Human Error(Big Items)

영향요인	설명
대항목	
LOFT	실습과 Feedback을 목적으로 설계된 것으로 항공운항에서 발생되었던 사례들을 종합하여 이를 모의비행장치로 상황을 조정하여 실습하는 승무원 훈련운항 승무원을 평가하거나 감독하는 수단이 아닌, 정상적인 운항상황에서 정보를 얻고 항공안전성을 개선시키는 것을 목적으로 하는 최신의 운항안전프로그램
LOSA	안전관리 철학을 바탕으로 한 조직구조, 책임, 절차, 과정 및 규정 등을 포함하는 안전(safety)에 대한 명확하고 체계적이고 선조치적인 안전관리 활동을 위한 시스템
항공안전관리 시스템(SMS)	안전관리 철학을 바탕으로 한 조직구조, 책임, 절차, 과정 및 규정 등을 포함하는 안전(safety)에 대한 명확하고 체계적이고 선조치적인 안전관리 활동을 위한 시스템
승무원자원 관리(CRM)	조종사간의 상호작용능력을 증진시킴으로써 인적 요인으로 인한 사고를 방지하기 위하여 만들어진 조종실 자원관리
피로위험관리(FRMS)	조종사의 피로는 항공기 사고와 매우 밀접한 관계를 가지므로 피로관련 요인을 관리하고 안전을 향상시키기 위하여 여러 가지 시스템을 도입

여 조종사의 인적오류 예방제도를 '대항목'과 '소항목'으로 나누어 도출하였고, 둘째, 이에 대한 중요도를 조종사, 정부 관계자, 학계 관계자를 대상으로 설문 조사를 실시하였다.

설문지는 각 인적오류 예방제도들의 간단한 설명을 포함시킴으로써 인적오류 예방제도에 대한 이해를 높였다. 조사내용은 조종사 인적오류 예방제도의 상대적 중요도로써 5개 대항목군과 16개 소항목군에

표 2. 인적오류 예방제도(소항목)

Table 2. Prevention System of Human Error(Small Items)

영향요인		설명
대항목	소항목	
LOFT	브리핑	훈련 시작 전에 교관은 운항승무원에게 LOFT 시나리오와 자신의 역할을 설명
	비행전준비	비행 전 절차 및 계획(Weather report 및 Flight plans)은 회사에서 요구하는 훈련목적에 부합되도록 준비 등을 포함
	비행구간(Flight Segment)	비행훈련 구간에 taxi, 이륙, 상승, 순항, 접근착륙 등 전 구간을 포함하며 AIC 및 기타 기관과의 통신을 유지하는 부분 등을 포함
	디브리핑	LOFT 종료 후 CRM의 효과를 높이기 위한 마무리가 되는 가장 중요한 부분으로 승무원들이 훈련 간 수행한 상황조치 내용에 대하여 실시하며 feed-back 등을 포함
LOSA	운항승무원 보호	익명성과 비밀 보장은 운항승무원의 중요한 보호 장치이므로, 관찰자는 운항승무원의 이름, 편명, 날짜 또는 기타신원을 알 수 있는 잠재적인 정보를 기록하지 않음
	신뢰감 있는 관찰자 선발 및 훈련	회사와 조종사 노조가 협력하여 실시하며 지원자 중에서 각자 선발하여 일치되는 인원을 선발 및 훈련
	관찰자료의 관리	관찰 자료들은 암호화되어 LOSA운영기관으로 보내진 후 관찰자료에 오류가 없는지 확인 후 관리
항공안전관리시스템(SMS)	안전정책	안전에 대한 관리 방침을 조직의 안전 정책으로서 공표하여야 하며 안전의 우선순위(Priority of safety)와 안전목표(Safety objective)를 제시
	안전관리 활동	안전성과 감독(Safety performance monitoring), 안전평가(Safety assessment), 안전감사(Safety auditing), 안전증진(Safety promotion)등의 활동을 포함
	안전관리 조직	안전관리 조직체계, 안전관리자의 역할, 안전에 대한 책임과 의무, 조직원의 적절성과 훈련 등을 포함
승무원자원관리(CRM)	팀워크(Team Work)	기장과 부기장 더 나아가 객실승무원간에 생길 수 있는 수직적 관계가 아닌 수평적 관계에서 비행을 할 수 있도록 팀워크를 향상
	문화(Culture)	기장과 부기장 간에 발생할 수 있는 문화적 차이(Culture gap)를 사전에 예방
	지도력(Followship)	리더십, 지도력을 향상시켜 주어진 상황이나 예측불가상황에도 대처할 수 있는 능력을 향상
피로위험관리(FRMS)	근무시간	승무원이 운영자에게 근무에 대한 보고 또는 근무 개시 후 모든 근무가 종료시 까지의 기간
	휴식시간	승무원이 운항중명소지자가 부여한 모든 임무로부터 벗어나 있는 시간
	수면시간	승무원의 임무 개시전 수면시간

대해서 조사하였다.

3-2 상대적 중요도 분석

본 연구에서는 응답 일관성이 떨어지는 설문지를 제외한 39부(CR 값 < 0.1이하, Consistency Ratio)로 조종사 12부, 정부관계자 20부, 학계전문가 7부를 대상으로 하였다.

3-2-1 대항목간 상대적 가중치

인적오류예방제도의 대항목은 LOSA, LOFT, 항공안전관리시스템, 승무원자원관리, 피로위험관리의 총 5개 항목으로 구성되어 있다. 이들 대항목지표간 상대적 가중치 결과 값은 다음 표와 같다.

인적오류 예방제도의 대항목간 상대비교한 결과 조종사와 학계전문가의 경우 SMS가 가장 중요한 요인으로 인식하고 있는 반면에 정부관계자는 LOFT가 가장 중요한 요소로 나타났다.

대항목간의 순위를 보면, 조종사의 경우 'SMS > 피로위험관리 > CRM > LOFT > LOSA'의 순으로 나타났다.

표 4. 소항목간 가중치분석결과

Table 4. Relative Weights of the Comparison subattributes

소항목	조종사	정부관계자	학계전문가
브리핑	0.024	0.098	0.010
비행전준비	0.027	0.095	0.041
비행구간(Flight Segment)	0.066	0.099	0.018
디브리핑	0.033	0.073	0.006
운항승무원 보호	0.043	0.052	0.014
관찰자 선발 및 훈련	0.046	0.072	0.105
관찰자료의 관리	0.029	0.037	0.012
안전정책	0.105	0.039	0.061
안전관리 활동	0.129	0.066	0.212
안전관리 조직	0.141	0.059	0.236
팀워크(Team Work)	0.080	0.063	0.035
문화(Culture)	0.043	0.038	0.038
지도력(Followship)	0.038	0.023	0.050
근무시간	0.045	0.042	0.022
휴식시간	0.066	0.057	0.043
수면시간	0.083	0.087	0.097

반면에 정부관계자들은 'LOFT > 피로위험관리 >

LOSA > SMS > CRM'의 순으로 나타났다. 학계전문가들은 SMS > 피로위험관리 > LOSA > CRM > LOFT 순으로 나타났다. 이러한 차이는 정부관계자 입장에서 안전관리활동을 감독하는 측면에서 항공사의 자발적이고 적극적인 인적오류 예방활동이 보다 더 필요하고 더 중요하다고 인식하는 것으로 보이고,

표 3. 대항목간 가중치분석결과

Table 3. Relative Weights of the Comparison Top-level Attributes

대항목	조종사		정부관계자		학계전문가	
	가중치	순위	가중치	순위	가중치	순위
LOFT	0.160	4	0.236	1	0.075	5
LOSA	0.110	5	0.186	3	0.130	3
SMS	0.339	1	0.170	4	0.509	1
CRM	0.192	3	0.164	5	0.123	4
피로위험관리	0.199	2	0.224	2	0.162	2

주) 조종사 CR = 0.01, 정부관계자 CR = 0.01, 학계전문가 CR = 0.06

조종사 입장에서는 인적오류 예방활동을 정부가 주도적으로 하는 것이 바람직하다고 인식하는 것으로 보여 진다. 비교적 중립적이고 전문성을 가진 학계전문가의 경우, 정부의 인적오류 예방활동의 중요성을 인식하고 있고 항공사의 안전관리활동인 LOSA의 중요성을 다음으로 인식하고 있다.

3-2-2 소항목 지표간 상대적 가중치

인적오류예방제도의 각 대항목별 소항목은 브리핑, 비행전준비, 비행구간, 디브리핑, 운항승무원보호, 신뢰감 있는 관찰자 선발 및 훈련, 관찰자료의 관리, 안전정책, 안전관리활동, 안전관리조직, 팀워크, 문화, 지도력, 근무시간, 휴식시간, 수면시간 총 16개 항목으로 구성되어 있다. 이들 각 대항목의 소항목 지표간 상대적 가중치 결과값은 다음 표와 같다.

3-3 인적오류예방제도별 최종 가중치

위의 항목별 상대적가중치 부여결과를 종합해서 최종가중치를 산출하였고 그 결과는 다음 표 5와 같다.

표 5. 최종 가중치분석결과

Table 5. Final Relative Weights of the Comparison Attributes

순위	조종사		정부 관계자		정부 관계자	
	가중치	중요도	가중치	중요도	가중치	중요도
1	안전관리 조직	14.10%	비행구간	9.90%	안전관리 조직	23.60%
2	안전관리 활동	12.90%	브리핑	9.80%	안전관리 활동	21.20%
3	안전정책	10.50%	비행전준비	9.50%	관찰자 선발훈련	10.50%
4	시간제한방식	8.30%	시간제한방식	8.70%	시간제한방식	9.70%
5	팀워크	8.00%	디브리핑	7.30%	안전정책	6.10%
6	비행구간	6.60%	관찰자 선발훈련	7.20%	지도력	5.00%
7	피로위험 관리	6.60%	안전관리 활동	6.60%	피로위험관리	4.30%
8	관찰자 선발훈련	4.60%	팀워크	6.30%	비행전준비	4.10%
9	시간제한방식	4.50%	안전관리 조직	5.90%	문화	3.80%
10	운항승무원 보호	4.30%	피로위험 관리	5.70%	팀워크	3.50%
11	문화	4.30%	운항승무원 보호	5.20%	시간제한방식	2.20%
12	지도력	3.80%	시간제한방식	4.20%	비행구간	1.80%
13	디브리핑	3.30%	안전정책	3.90%	운항승무원 보호	1.40%
14	관찰자료의 관리	2.90%	문화	3.80%	관찰자료의 관리	1.20%
15	비행전준비	2.70%	관찰자료의 관리	3.70%	브리핑	1.00%
16	브리핑	2.40%	지도력	2.30%	디브리핑	0.60%

인적오류 예방제도의 전체적 중요도를 기준으로 통합 분석한 결과, 인적오류 예방제도의 중요도는 조종사와 학계전문가의 경우 안전관리조직, 안전관리 활동의 순으로 동일하게 나타났으며, 정부관계자는 비행구간, 브리핑 순으로 중요성을 평가하고 있다. 이는 조종사와 학계 전문가의 경우 정부가 주도적으로 시행하고 있는 항공안전관리시스템(SMS)이 인적오류 예방에 있어 중요하다가 인식되고 있는 것으로 보인다.

IV. 결 론

본 연구에서는 인적오류 예방을 위한 여러 대안들 사이의 우선순위 문제를 해결하기 위하여 정책결정자들의 개선 요인간의 우선순위를 이해하고 파악함으로써 인적오류 문제를 해결하기 위한 정책 형성과 집행 시에 선택과 집중을 통한 보다 체계적인 접근의 기본 자료를 제공하고 향후 과제 등 시사점을 제시하고 정책결정자들의 의견을 조사하여 상대적 중요도와 우선순위를 살펴봄으로써 효과적인 인적오류 예방활동의 기초자료와 시사점을 제공하고자 하였다.

지금까지 본 연구에서는 인적오류 예방제도간의 상대적 우선순위를 파악하고자 하였다. 우선순위 도출을 통한 예방제도의 선택과 집중을 통해 그 체계성과 효과성을 높일 수 있을 것으로 판단하였기 때문이다. 따라서 본 예방활동의 한 축을 담당하는 주체이자 대상자인 조종사, 예방제도에 대해 자세히 알고 있는 공무원과 비교적 중립적 견지에서 예방제도의 중요도 평가할 수 있는 학계 전문가를 통해 우선순위를 분석하였다. 분석 결과에 따른 유의미한 부분을 정리하기에 앞서, AHP 특성상 제한된 전문가를 대상으로 시행할 경우 가중치의 왜곡이 발생될 수 있으므로 제3의 기관 또는 관련된 전문가에 의해 보다 심층적이고 다각적인 조사가 앞으로 요구된다는 점을 먼저 밝힌다.

본 연구의 중요도 분석결과를 종합적하여 볼 때, 정부가 주도적으로 시행하고 있는 항공안전관리시스템(SMS)가 상대적으로 높은 가중치를 부여하고 있다. 정부는 2011년 3월부터 ICAO 기준에 의해 항공안전관리시스템이 의무화됨에 따라, 그에 앞서 2010년 11월 국가항공안전프로그램을 수립, 고시하였다 [7]. 2012년 7월부터는 기존 국제(내)항공운송사업에 한해 적용되던 항공안전관리시스템을 소형운송사업, 정비업, 지정전문훈련기관 등으로 확대, 시행하고 있다. 현재, 사용사업자의 항공안전관리시스템 적용을 위한 법개정 중으로 알려지고 있다.

인적오류 예방제도는 예전부터 시행된 각종 제도가 소개되고 앞으로도 출현할 것이다. 이는 다양한 제도의 출현은 제도 주체들의 혼란을 야기하고 참여와 공조를 얻는데 걸림돌이 될 것이다. 따라서 예방제도를 효과적으로 하기 위해서는 다양한 제도의 백화점식 제도시행보다는 우리나라에 적합한 제도의 선택과 집중을 바탕으로 한 인적오류 예방활동의 전개가 요구되어 진다. 또한, 인적오류 예방활동의 효과성을 높이기 위해서는 제도참여자들의 상호 이해와 공조가 반드시 전제되어 하고 이를 바탕으로 예방제도를 마련, 시행한다면 인적오류 예방을 보다 효과적으로 시행할 수 있다고 판단되어 진다.

감사의 글

이 논문은 2013년도 한국교통대학교 교내학술연구비의 지원을 받아 수행한 연구임.

Reference

- [1] L. Earl and C. David, "Human Factors In Aviation", *EACADEMIC PRESS*, pp. 263-301, 1988.
- [2] KADA, "Aviation Safety and Human Factors", p. 115, June 2003.
- [3] C. Y. Kim, Y. C. Choi, B. H. Kwon, J .K. Choi, "Management in Aviation Safety", *Korea Aerospace University Press*, pp. 115-129, May 2012..
- [4] G .H. Lee, "A Study on the Improvement of crew fatigue management," *Korea Aerospace University dissertation*, pp. 2-18, July 2011.
- [5] W. C. Moon, W. J. Kang, Y. C. Choi, W. Y. Kim, G. H. Lee, "Using AHP method pilot fatigue analysis of the relative importance of the factors", *Journal of the Korean Society For Aviation and Aeronautics*, vol. 20, no. 3, pp. 66-73, September 2012.
- [6] W. Y. Kim, D. H. Kim, Y. C. Choi, "A Study on application limitation of AHP priority vector with Expert measurement", *Journal of the Korean Society For Aviation and Aeronautics*, vol. 18, no. 3, pp. 92-98, September 2010.
- [7] Aviation Law, Decree, Regulation in Korea, 2012.

문 우 춘 (Woo-Choon Moon)



2004년 8월 : 한국항공대학교 항공
교통학과(이학석사)
2010년 2월 : 한국항공대학교
대학원 항공교통학과(이학박사)
2010년 3월 ~ 현재 : 한국교통대학교
항공운항학과 조교수
관심분야 : 항공관제, 항공교통

김 웅 이 (Woong-Yi Kim)



1998년 2월 : 한국항공대학교 항공
교통학과(이학석사)
2009년 2월 : 한양대학교 교통
공학과(공학박사)
2003년 3월 ~ 현재 : 한서대학교
항공교통학과 부교수
관심분야 : 항공화물, 항공교통