

The Analysis and Adjustments of LOSA Program Codes Types for Pilot Error Managements

Jin KooK Choi¹, Dae Ho Kim²

¹Department of Aeronautical Science and Flight Operation, Far East University, Chungbuk, 27601

²Safety Research Department, the Republic of Korea Air Force Aviation Safety Agency, Seoul, 07056

조종사 Error 대응을 위한 LOSA 프로그램 코드유형 분석 및 변환

최진국¹, 김대호²

¹극동대학교 항공운항학과

²항공안전단

Corresponding Author

Dae Ho Kim

Safety Research Department, the Republic of Korea Air Force Aviation Safety Agency, Seoul, 07056

Mobile : +82-10-5088-8515

Email : daehoda@hanmail.net

Received : April 29, 2018

Revised : June 11, 2018

Accepted : June 12, 2018

Objective: The Purpose of this paper is to analyze and adjust the LOSA codes types in consideration of the characteristics and environment for the aviation organization with proactive aviation safety.

Background: It may be required to analyze and adjust the LOSA codes for effective collection standards. It could better serve to identify the threats and Errors of the characteristics of the organizations for effective data collection.

Method: It is analyze and adjusted for the threats and Errors codes on transportation purpose through the monitoring the flight operation and consulting from aviation safety specialists. The qualitative verifications are done by the domestic and international subject matter experts.

Results: The analysis and adjustments on the threats and Errors codes types are made through in consideration of the flight environments.

Conclusion: The LOSA has been promoted by international organizations as ICAO, IATA, FAA and IFAPA. It is required to implement LOSA as proactive safety tool to identify actual threats and Error of the cockpit for better management of human factors in safety management system with adjusted types of threats.

Application: The aviation organizations are expected to manage aviation safety efficiently implementing LOSA by enhancing the safety change process before the accidents and incident occurs. The actual behavior of the crew can be identified explained through the narrations for improvements on standard procedures and training based on the evidence using types adjusted on this paper.

Keywords: LOSA (Line Operation Safety Audit), Human error, TEM (Threat Error Management), SMS (Safety Management System), Aviation safety

Copyright©2018 by Ergonomics Society of Korea. All right reserved.

© This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<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.

1. Introduction

항공기 사고의 원인 중 70~80% 정도가 Human Factors에 의한 것으로 나타나듯이, Human Factors의 관리와 사고예방을 위한 대응방안 마련은 비행안전에 위해서 필수적인 노력이라고 말할 수 있다(ICAQ, Safety Report, 2016; KOTI, 2013). 조종사 및 동승 승무원의 Error 관리와 대응은 Human Factors의 관리방안 중 항공조직의 노력과 자원이 많이 소요되는 가장 중요한 사안이다. 비행안전 향상을 위한 국제 항공조직의 대표적인 Human Error 대응방안으로 LOSA 프로그램이 있다(ICAQ, Doc 9803, 2002; FAA, AC 120-93, 2006).

이러한 LOSA 프로그램은 민간항공 조직뿐 만 아니라 미 공군을 포함한 많은 항공사 및 항공기관이 LOSA 프로그램을 ICAO 표준에 의거하여 실시하고 있다(The LOSA Collaborative; US AF, AFI 11-290, 2012). LOSA 프로그램은 위협(Threats)과 에러(Error)가 어떻게 발생하고 관리되는지를 항공기 Cockpit 내 조종사의 정상운항과정 전체를 관찰하여 분석하여 안전관련 데이터 즉 TEM (Threats and Error Management) 데이터를 생성한다. 이러한 안전자료는 조직의 장·단점 도출을 가능하게 하고, 안전자료를 통하여 조직이 중·장기적인 안전개선을 가능하도록 하게 된다. 이런 의미에서 LOSA 프로그램은 사전예방적인 안전관리 도구로서의 역할을 한다. 이러한 장점 때문에 ICAO 등 항공관련 국제기구에서는 사고예방과 비행안전에 위한 LOSA 프로그램 개발과 각국 민간항공분야에서 이를 이행토록 권고하고 있다.

그러나 ICAO의 국제적 표준에 의해서 개발된 LOSA 코드는 운영상에서 제한이 나타난다. ICAO LOSA 운영 코드는 항공조직의 운영상에서 최소한의 기준을 제시하고 있기 때문에, 운영조직의 안전개선 활동에 있어서 효과성을 발휘하기 위해서는 조직과 운항환경 특성을 고려하여 적용될 필요가 있다. 그렇기 때문에 LOSA 프로그램을 적용하는 적지 않은 항공조직에서 ICAO LOSA 표준을 기준으로, 개발 당시 고려하지 못했던 운항환경과 각자의 조직 특성을 고려하여 관련 코드를 개선하는 등의 활동을 하고 있다. 또한 각 항공사는 위협과 Error의 유형을 파악하여야 조종사가 조종실에서 위협과 Error를 효과적으로 관리하도록 훈련이 가능하다. 이에 본 연구는 LOSA 전문실행조직과 공동으로 변환한 LOSA 프로그램코드와 ICAO LOSA 코드의 차이점을 분석하고 검증하여 LOSA 코드인 위협과 Error의 구성요소의 유형 및 개요를 제공함으로써, 각 항공사의 LOSA 실행 시 코드개발에 참고하고, 조종사의 위협과 Error 훈련을 효과적으로 하도록 하여 비행안전에 도모하는 것에 목적이 있다.

2. LOSA Overview

LOSA는 Line Operations Safety Audit의 약자로 정상상황에서 Human Error를 분석하는 비행안전 프로그램으로서 정상운항 중 LOSA 훈련을 이수한 Observer(관찰자)가 "벽에 붙은 파리"와 같이 조용하게 관찰하고 이에 대한 자료를 수집하는 안전 도구로 정의된다(Klinect et al., 2003). 이미 LOSA를 실시한 항공사들로부터 받은 결과는 접근과 착륙 같은 중요한 비행단계에서 Error를 회피하고 제거하는데 있어 향상을 보여주고 있다.

LOSA는 정상임무비행 시 장단점이 되는 안전요소를 부각시키는 것이기 때문에 모든 관찰비행은 정상임무비행에서만 실시한다. 항공사는 사고 및 준사고를 미연에 방지하기 위해 진단결과를 받아들이고 필요한 변화를 시도하며, LOSA를 통해 TEM (Threat and Error Management) 관점에서 안전을 진단하고 위협요인관리를 하는데, TEM이란 차량 운전자의 방어운전과 유사한 개념으로 운항승무원이 방어적 운항으로 인한 복잡성이 있는 운항환경에서 안전여유 범위를 최대화하고 사전 예측적으로 관리하는 것이다(Choi and Kim, 2009).

또한 TEM은 위협과 Human Error로 인해 범하는 운항승무원의 Error 그리고 불안전 항공기 상태 등을 정상운항에서 안전하도록 운항하기 위해 관리하는 운항안전기법으로, 위태로운 상황이 되었을 때를 대비해 안전여유를 확보하며 위험한 항공기 상태를 인지하고 경감시켜서 운항하는 과정이며 항공운항과 인적 임무수행에 대하여 많은 것에 연관되므로 대단히 중요한 안전개념이다(Maurino, 2005).

Figure 1은 TEM 모델에 대한 설명으로, 예상되거나 예상하지 못한 위협을 인식하고 Error를 회피하면 안전한 비행이 가능하며, 위협 및 운항승무원들이 발생시킨 Error가 운항승무원들의 탐지로 관리되지 않으면 불안정한 항공기 상태로 연계되며 사고 및 준사고로 이어지는 과정을 의미한다(Helmreich and Klinect, 2001).

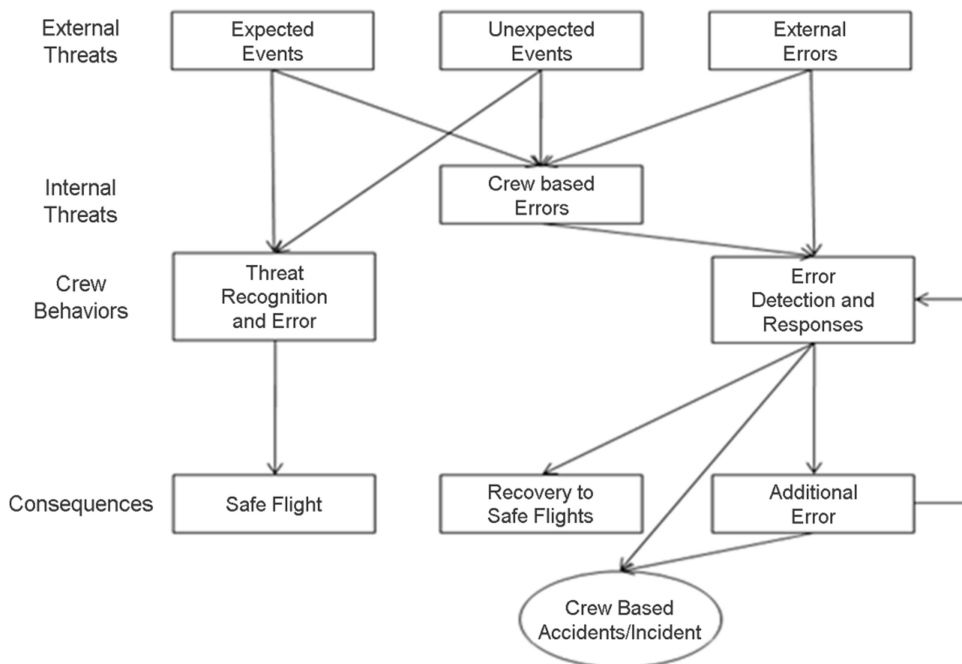


Figure 1. The flow of threats and errors (Helmreich and Klinect, 2001)

2.1 Threat

위협은 운항승무원의 영향 밖에서 발생한 사건이나 Error들로 운항의 복잡성을 증가시키고, 안전운항을 위하여 조종사의 관리가 요구되는 것을 말한다(ICA0, Doc 9803, 2002). 위협은 운항의 안전을 위협하거나 운항승무원의 Error를 발생시키는 잠재적 요소들이며, 위협은 항공사 위협과 외부환경 위협이 있으며, 항공사 위협에는 운항지연 등의 운영압박 위협, 객실 위협, 항공기 위협, 지상정비, 지상조업, 운항관리, 문서위협 등이 있고, 외부환경 위협에는 활주로의 폭과 길이가 짧은 공항, 항공기의 운항량이 많아 혼잡한 공항과 구역, 따르기 어려운 관제지시, 악기상, 지형지물 등이 있다(Choi and Kim, 2010).

2.2 Error

운항승무원의 Error는 실행을 하거나 하지 않음으로써 항공조직 또는 운항승무원이 기대하고 목적인 바와 이탈되도록 하며, 안전한 운항으로부터 벗어나는 것으로, 규정이나 절차를 준수하지 않거나 의도하지 않은 위반들을 실수로 규정하며, 운항승무원의 실수는 항공기 조작, 절차, 의사소통의 3개의 형태로 구분된다(Choi and Kim, 2009). 항공기 조작 Error는 비행진로나 속도 등과 관련된 실수로 자동화 Error이거나, 수동비행 Error이며, 절차 Error는 운항승무원이 규정이나 절차를 준수하지 않은 것이고, 의사소통 Error는 운항승무원이 내부나 외부 인적자원과의 의사소통으로 발생하는 Error이다.

LOSA에서는 운항승무원이 표준 운항절차를 미준수하고 항공교통관제 위규나 불안정한 결심을 의도적인 실수와 비의도적인 실수로 구분한다(ICA0, Doc 9803, 2002; Choi and Kim, 2009).

2.3 Undesired aircraft state

불안전 항공기 상태는 항공기의 위치, 속도, 고도 또는 형상이 운항승무원에 의해 안전도가 급격히 낮아지는 상황으로 정의하고, 불안전 항공기 상태의 예를 들면 비정상적인 항공기의 고도, 속도, 위치, 형상, 항적, 착륙의 발생, 잘못된 활주로 진입 등을 말하며, 사고나

준사고의 전단계로 위협과 Error가 미 관리되면 준사고나 사고로 이어질 수 있다(Choi and Kim, 2009). 항공사는 조종석에서 미 관리되는 불안전 항공기 상태를 분석하고 중장기적으로 계획을 해서 사고로 이어지기 전에 안전관리 하는 것이 요구된다.

3. LOSA Status

LOSA는 Delta 항공사의 요구로 1994년에 처음으로 연구가 시작되어 콘티넨탈항공사가 1996년과 2000년에 LOSA를 실시해서 불안정 접근의 60% 감소와 체크리스트 Error의 70% 감소로 안전을 향상하였다(The LOSA Collaborative). 특히 TEM 과정 훈련을 개설하여 위협을 이해하고 평가하는 능력을 더 개발시키고 여러 전략을 사용해 Error를 감소시켜서 LOSA가 조종사의 Human Factor의 개선에 효과적임이 밝혀져, LOSA의 효과가 입증되었고 ICAO는 회원국에게 LOSA가 TEM 실태를 개선하기 위한 좋은 안전관리 도구임을 공표하였다(Maurino, 2002; Choi et al., 2017).

전 세계적으로 80여개의 항공사 및 항공기 운영기관이 LOSA를 도입하여 적용하였다(Air Canada, 2014). LOSA는 조종사의 개별특성에 따른 위협과 Error의 분석을 통한 안전성 강화로 중장기적인 안전개선 및 사전적인 안전관리를 실행하고 있다. 우리나라에서는 대형 국적항공사중 하나인 A 항공사가 LOSA를 실행하여 시스템적인 안전개선을 실시하였으며, K 항공사는 올해 LOSA 실시를 목표로 준비 중에 있다. 또한 공군 및 C 항공사 등 다른 항공기관들도 사전예방적인 안전관리를 위하여 LOSA를 계획하고 있다(Kim, 2011).

4. LOSA Development

4.1 Research procedure

연구 추진절차는 다음 Table 1과 같다. 초기단계는 LOSA 코드개선을 위한 정보수집 단계로서 ICAO 등 국제적 기구의 문서(Document)와 연구논문 등을 통해서 선행연구를 분석하고, LOSA 운영조직의 관련 자료를 수집한다. 분석단계에서는 ICAO와 미국의 LOSA 전문 실행조직 T기구의 운용자료를 확보하여 LOSA 전문실행조직과 공동으로 분석하였다. 분석단계는 수집된 정보를 통해 LOSA 코드를 분석하고 변환 조정하는 단계이다. 우선 수집된 ICAO와 기존 LOSA 전문실행조직의 항공사 LOSA 코드의 차이점에 대해 자문을 받아 분석하고 공군 수송기와 민항의 운영환경을 고려하여 LOSA 코드를 변환하였다. 피드백 단계는 변환된 LOSA 코드를 전문가들이 검증하여 피드백하는 단계이다. 본 연구에서는 LOSA 코드 변환개선을 중심으로 기술한다.

Table 1. Research procedure

Stage	Procedure	Contents
Initial	Precedent research	Manuals and documents (Papers, ICAO, IATA, FAA)
	Collection of material	Materials of LOSA (ICAO, IATA, FAA)
Analysis	Analysis	Analysis of codes types
	Consulting	Consult on codes types
	Adjustments	Codes types adjustment
Feedback	Codes verification	Qualitative verification on codes types

4.2 LOSA TEM code analysis and ajustment

LOSA 코드의 주요 분석 및 변환내용은 다음 Tabel 2에 상세히 기술하였다. ICAO LOSA 표준코드는 51개 유형인데, LOSA 전문실행조직의 항공사 LOSA 코드는 28개 유형으로 실제 운항환경을 고려하여 유형은 단순화 되었다. ICAO와 LOSA 전문실행조직의 항공사의 LOSA 코드를 분석하여 공군 수송기 및 민항에 적합하도록 3개 위협유형을 변환하였다.

위험코드는 ICAO의 기준에 출발/도착, 항공기, 객실, 운항, 항공교통관제, 운항승무원 지원, 기타위험으로 전체 7개 유형코드를 제시하고 있으나 LOSA 전문실행조직의 항공사 위험코드는 항공운항 환경변화와 현장에서 나타나는 위험요인을 추가적으로 구성하여 11개 유형으로 분류되었다.

Error의 분류는 ICAO 경우, 의도적 불이행, 절차, 의사소통 그리고 운항결심의 4개 유형으로 구분하고 있는데 LOSA 전문실행조직의 항공사의 프로그램에서는 절차, 의사소통, 그리고 항공기 조작 Error의 3개 유형으로 구분하였다. ICAO에서 제시하는 LOSA에서 Reason 박사의 분류와는 다르게 Error의 유형 안에 의도적인 불이행인 Violation을 포함하여 분류하고 있다(ICAQ, Doc 9803, 2002). 의도적 불이행 Error(10개 유형)는 실제적으로 관찰이 쉽지 않고, 실제 운항환경에서 잘 나타나지 않는 Error 유형이기 때문에, 관련 코드와 내용들은 위험 영역이나 다른 영역으로 구분되어 사용된다. 절차 Error는 ICAO의 14개 유형을 LOSA 전문실행조직의 항공사코드에서는 7개 유형으로 분류하였는데, 이는 운항절차의 직무분석을 통한 실제 비행절차에 맞춘 것이다. 의사소통의 경우는 ICAO의 3개 유형을 LOSA 전문실행조직의 항공사코드에서는 2개 유형으로 분류하였는데 이는 운항승무원과 기타 영역으로 쉽게 구분되었고 운항현장의 CRM 운영 시 나타나는 Error 현상이 반영된 것이다. ICAO의 운항결심 Error는 LOSA 전문실행조직의 항공사코드에서 절차 Error와 항공기 조작 Error 항목으로 관련항목을 이동하여 구분되었다. 항공기 조작 Error는 5개 유형으로 구성되어 있으며, 현재 운항환경에서의 안전이슈인 자동화, 비행조작과 지상항법, 수동비행 그리고 시스템에 관한 내용으로 구성되었다. UAS(불안전 항공기 상태)는 ICAO의 항공기 형상상태, 지상상태, 항공기 조작, 접근착륙상태, 기타상태의 5개 유형 중에서 일부 코드를 절차와 조작 Error에 포함시키고 항공기 조작, 지상항법, 부정확한 항공기형상 상태의 3개 유형으로 구성되었다. 변환된 코드는 ICAO 표준 코드의 세부항목들을 포함하고 있으며, 운항환경을 고려하여 세부항목을 추가하고 분류된 것이다.

Table 2. Analysis of threats and errors

		ICAO types	LOSA organization codes	Rearranged codes
Threats		Departure/Arrival, Aircraft, Cabin, Operation, ATC(Air Traffic Communication), Crew support, ETC	Weather, Airports, Air Traffic communication, Environment, Malfunction, Operation pressure, Gound/Ramp,Cabin, Dispatch, Maintenance, Charts	Weather, Airports/Landing Strips, Air traffic Communication, Environment, Malfunction, Operation pressure, Ground/Ramp/Support, Cabin/Fuselage, Dispatch, Ground support, Maintenance, Charts
Errors	Intentional noncompliance	Sterile cockpit, Callout, Crew-ATC, Checklist, Cross verification, Warning, Briefing, Approach, Automation and instrument, Other	-	
	Procedural	Checklist, Instrument or panel, Lever and switch, MCP, FMC/CDU, Radio, Document, Callout, Sequence, Handling, Ground navigation, Warning, Briefing, Other	Briefing, Callout, Checklist, Document, Pilot duty, Cross verification, Other	Briefing, Callout, Checklist, Document, Pilot duty, Cross verification, Other
	Communication	ATC, Crew to crew, Other	Crew communication, External communication	Crew communication, External communication
	Proficiency	Proficiency, Other		

Table 2. Analysis of threats and errors (Continued)

		ICAO types	LOSA organization codes	Rearranged codes
Errors	Operation decision	Descent and approach, Navigation, ATC, Crew interaction, Automation, instrument, Checklist, Document, Other	–	
	Aircraft handling	–	Automation, A/C control, Ground bavigation, Manual flight, System	Automation, A/C control, Ground navigation, Manual flight, System
UAS		Configuration, Ground state, Aircraft handling state, Approach/Landing, Other	Aircraft handling, Ground navigation, Configuration	Aircraft handling, Ground navigation, Configuration
Total		51 types	28 types	28 types

4.3 Verification

변환 코드의 검증은 국내외 전문가들의 경험과 전문성에 의한 질적자문(Qualitative Verification)회의를 실시하여 LOSA 전문실행조직의 항공사 LOSA 코드의 적합성을 검증하였고, 이에 기초하여 LOSA 전문실행조직과 함께 공군 수송기 및 민항기에 적합하도록 위협과 Error 코드의 유형을 변환하였으며, 국내외 전문가에 의해서 검증을 실시하였다. 국내 전문가 검토회의는 총 19회에 걸쳐 진행되었으며, 참여전문가들은 현 민간항공 운항본부장, 민간항공사 안전보안실 관리자, LOSA 교육이수 관찰자, 항공기 사고조사위원, 항공운항학과 교수, 인지심리학 관련학과 교수, 항공교통관련 안전연구기관 책임연구원 등 총 9명이었다. 또한 국내자문과 병행하여 국제자문을 실시하였는데, 국제자문은 미국 LOSA 전문실행조직인 T사 전문가들을 대상으로 177회의 이메일 및 회의로 진행하여, 변환된 위협 유형은 공항/비행장, 지상지원/주기장, 캐빈/동체후미 유형으로 도출되었다. T사의 경우 많은 민간항공사를 대상으로 LOSA 적용, 안전자문, CRM/TEM 교육을 담당하고 있다. LOSA 코드의 정량적 데이터 기반 검증은 LOSA 결과의 외부공개에 대한 어려움과 LOSA의 특성 상 방대한 자금과 시간이 소요되므로 항공사 및 항공조직에 적용한 실증은 장기간이 소요되므로 애로점이 있다. 본 연구의 개선된 LOSA 코드는 국내외 전문가 및 LOSA 실행그룹 운영자, 그리고 국내에서 실제 적용중인 A항공사 등 LOSA의 개발 및 운영 중인 그룹을 통해 질적 검증을 하였다. 검증결과 전반적으로 실제 운항환경에서 사용하기에 적합한 것으로 판단하였으며, 실제 적용중인 국내 A 항공사 관련 안전보안실 관리자에 의해서도 적합한 것으로 판단되었다. 개선 LOSA 프로그램은 활용 중인 국내 A항공사의 적용경험을 바탕으로 자문 받은 코드가기에, 그 활용성이 있는 것으로 평가되었다.

5. Discussion and Conclusion

LOSA가 ICAO로부터 안전프로그램으로 채택된지 상당한 기간이 지났다. 그 기간 동안 비행절차 및 운항환경이 상당히 많이 변화되었기 때문에 변화된 환경에 맞춘 프로그램으로 개선이 필요한 시점이다. 그러한 점에서 본 연구에서 분석된 항공사의 LOSA 프로그램 코드 유형은 의미가 있으며, 타 항공사들이 코드 개발 및 위협과 Error 훈련 시에 참고할 수 있다는 시사점이 있다. 본 연구에서 LOSA 전문실행조직과 공동으로 변환한 LOSA 프로그램 위협유형은 공항/비행장, 지상지원/주기장, 캐빈/동체후미 유형으로 도출되었다.

관례적으로 LOSA를 운영하는 항공기관간에 상호 관련 자료를 비교 분석하여 안전을 도모해왔는데, 이는 많은 기관이 참여하여야 그 기능을 발휘할 수 있다. 그렇게 하기 위해서는 항공사의 안전관리에 상호 유익한 지원이 되도록, 항공사 간 LOSA 코드 및 개선자료를 적극적으로 공유하여 활용하여야 보다 증진된 안전개선 효과를 가져올 수 있으리라 판단된다. 본 연구의 개선코드는 전문가 자문에 의한 질적검증으로 이루어졌는데 실제 적용 사례를 통해 정량적으로도 검증할 필요가 있다. 데이터 기반의 정량적인 검증은 운영결과를 바탕으로 분석해야 단계를 거쳐야 하므로 실증적 검증의 추후 연구가 필요하다.

현재 항공수송량이 많아지고, LCC 등 중·단거리 운송용 항공사들이 많이 생기는 등 비행환경이 복잡해지는 시점에서, 항공안전에 대한 우려는 점점 높아만 간다. 과거 일부 국적 대형항공사만이 관련 프로그램을 국제 LOSA 프로그램 그룹 안에서 적용하여 왔는데, LCC 등에서도 비행안전을 위한 LOSA 프로그램 적용 필요성을 절실하게 느끼고 있는 상황이다. LOSA 전문실행조직을 통해 LOSA 프로그램을 운영하기 위해 소요되는 비용은 상당히 고가이기 때문에 항공사 간의 LOSA코드 및 자료공유로 항공사 자체 LOSA를 진행하거나, 국가차원에서 LOSA 코드 개발 및 관련 프로그램 운영지원은 필요하다. 이러한 상황에서 향후 국제적 기준을 충족하고 우리나라 항공 특성을 근거한 국내 항공조직간 LOSA 프로그램 운영그룹이 필요하리라 사료된다. 운영그룹 내에서 산·학 협력을 통해 LOSA 운용비용을 대폭 줄일 수 있으리라 판단된다.

LOSA는 사전예방적인 안전관리 도구로서, ICAO 등 국제항공기구에서 채택되어 운영하게 된 시사점이 크다. 실제로 많은 항공조직에서는 각자의 안전프로그램을 운영하고 있다. 그렇기 때문에 새로운 도구의 개발 및 적용을 꺼려하거나, 비용측면에서 기존의 안전프로그램으로 만족하는 경향이 있다. 그러나 안전개선은 사전예방적 도구가 사후조치적인 도구 방식에 비해 효과가 높으므로 미래 지향적 항공안전운을 위해서는 안전관리 패러다임을 변경해야 할 것이다. 이러한 사전예방적 방식의 안전관리 도구는 타 분야에서 활용되기를 기대한다.

References

Air Canada, Corporate sustainability Report 2013, 16, 2014.

Choi, J.K. and Kim, C.Y., A study on the characteristics on the Error of the flight crew, The Korean Society for Aviation and Aeronautics, 17(2), 62-67, 2009.

Choi, J.K. and Kim, C.Y., A Study of the Threats towards the Flight Crew, Journal of the Korean Society for Aviation & Aeronautics, 18(2), 54-59, 2010.

Choi, J.K., Kim, D.H. and Choi, Y.C., Safety Change Process with LOSA, *Spring Conference Proceedings of the Korean Society for Aviation & Aeronautics*, 90-92, 2017.

FAA, AC 120-90 Line Operations Safety Audits (LOSA), 2006.

Helmreich, R. and Klinect, J., System Safety and Threat and Error Management: LOSA, 11th International Symposium on Aviation Psychology, Columbus, Ohio, 2001.

ICAO, Doc 9803 Line Operations Safety Audit (LOSA), International Civil Aviation Organization, 2-2, 2-3 2002.

ICAO, Safety Report, 2016.

Kim, D.H., Effort and Development Direction of Aviation Organization against Human Errors, *Journal of the Ergonomics Society of Korea*, 30(1), 29-39, 2011.

Klinect, J., Murray, P., Merrit, A. and Helmreich, R., LOSA: Definition and Operation Characteristics, the University of Texas Human Factors Research Project, TLC, Austin Texas, 2003.

KOTI, Development Plan for Accident Prevention Technology for Transportation Aircraft, 2013.

Maurino, D., LOSA now central focus of ICAO's flight safety and human factors programme, ICAO Journal Vol. 57, p.5, 2002.

Maurino, D., Threat and Error Management, Canadian Aviation Safety Seminar, Vancouver, BC, p.1, 2005.

The LOSA Collaborative, <http://www.losacollaborative.org/civil-aviation-airlines/>

US AF, AFI 11-290, Cockpit/Crew Resource Management Training Program, 2012.

Author listings

Jin Kook Choi: safeskyleader@gmail.com

Highest degree: PhD, Dept of Aviation Management, Korea Aerospace University

Position title: Dept of Aeronautical Science and Flight Operation, Far East University

Areas of interest: Aviation Safety, Human Factors

Dae Ho Kim: daehoda@hanmail.net

Highest degree: PhD, Department of Industrial Engineering, Konkuk University

Position title: Principal Researcher of Safety Research Department, the Republic of Korea Air Force Aviation Safety Agency

Areas of interest: Aviation Safety, Human Factors Analysis