

A Study on the Characteristics of Human Error on Airline Pilots Regarding the Air Traffic Control Communication

Jinkook Choi

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

민간항공조종사의 항공교통관제 관련 인적 에러에 관한 연구

최진국

극동대학교 항공운항학과

Corresponding Author

Jinkook Choi

Far East University, Department of Aeronautical Science and Flight Operation, Chungbuk, 27601
Mobile : +82-10-2976-7470
Email : safeskyleader@gmail.com

Received : May 09, 2018

Revised : May 15, 2018

Accepted : June 03, 2018

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.

Objective: The purpose of this paper is to understand the flight crew error related with the ATC (air traffic control) communication.

Background: The flying skill of the pilots are regarded as core part human performance in an Airline, however international society such as ICAO recommend airlines to implement competency based training which deals communication as core competency including ATC communication in English.

Method: This study deals with the human errors of the airline pilots on ATC communications through LOSA (Line Operation Safety Audit) implemented by airlines A.

Results: The most frequent communication errors on ATC by pilots are the wrong readback to ATC. There are more error on larger fleet that operated mainly in international flights.

Conclusion: The mismanagement of ATC errors by pilots are wrong readback or misinterpretation of ATC instructions. The mismanagement rate has been improved by 46% that first LOSA.

Application: This study may help other airlines to enhance their managements on ATC errors. The airlines may train their pilots to manage ATC communication error and improve the system by providing situation awareness contents available for pilots including the training. The airline also may publish the information material explaining the ATC on the airports about special characteristics so the flight crew may have increased situation awareness.

Keywords: ATC (Air Traffic Control), Human error, CRM (Crew Resource Management), TEM (Threat Error Management), SMS (Safety Management System), LOSA (Line Operation Safety Audit)

1. Introduction

항공교통관제 업무의 목적은 항공기가 지상과 공중에서 서로 충돌하지 않도록 하고 장애물과 충돌 방지하도록 항공교통정보를 제공하며 안전하게 이륙과 착륙을 하도록 분리하고 경보를 하는 업무이다(Seong et al., 2008). 우리나라의 항공교통량이 2017년에는 역대 최고치인 76만대로 집계되었으며, 수요증대로 인해 항공교통량은 지속적으로 증가할 것으로 예상된다(Kim, 2018). 전세계 항공교통량은 연간 4.7%로 꾸준히 증가하고 있으며, 우리나라의 교통량은 전세계 항공교통량 연간증가율보다 47%가 높은 9%로 증가하여 항공교통관제에 관심이 요구된다(Han, 2017).

안전하게 비행하기 위해서는 항공환경의 복잡성으로 인하여 관제사뿐 아니라 조종사가 항공교통관제에 적극적으로 저감노력을 하는 것이 필수적이다(Choi and Kim, 2010). 1977년 스페인 카나리아제도의 테너리페의 로스 로디오스공항에서 관제사가 지시한 활주로 출구를 지나친 보잉 747기종의 팬암 1736편과 이륙을 대기(Standby)하라는 관제지시를 혼동한 KLM4805편 항공기가 관제지시의 혼선과 오해로 활주로 상에서 충돌하여 583명이 사망한 대참사가 발생하였다(Airline Pilots Association and Armed Forces Institute of Pathology, 1978). 미국에서 매년 13.7건의 항공교통관제 관련한 사고와 준사고가 발생하였으며 65%의 준사고가 정기 민간항공사에서 발생하였고 61%의 사고 및 준사고는 공중충돌로 발생하였으며 38%의 항공교통관제 관련 사고 및 준사고는 지형지물에 충돌하였다(Pape et al., 2001). 항공교통관제 관련 사고 및 준사고는 자주 발생하고 있으며, 피해도 막대하므로 조종사 및 관제사의 항공교통관제에 대한 중요성이 요구된다.

항공사들은 다양한 감사를 통하여 조종사들의 항공교통관제 관련 에러(Error)를 측정하고 이를 훈련과 평가에 반영하여 사고가 발생하기 이전에 적극적인 사전예방적인 안전관리를 하고 있다. 이에 본 연구는 A항공사의 항공교통관제 관련 인적오류 사례를 통하여 항공교통관제에러를 파악하도록 해서, 이들 유형에 대한 대응책과 개선책을 각자의 항공조직에 적용함으로써 비행안전에 도모하는 것에 목적이 있다.

2. ATC Communication Errors of Flight Crew

조종사의 에러는 항공조직 또는 조종사가 기대하고 목적인 바로부터 이탈하여 규정이나 절차를 준수하지 않거나 안전한 운항으로부터 벗어나는 것으로, 조종사의 에러는 항공기조작, 절차, 의사소통의 형태로 구분된다(Choi and Kim, 2009). 조종사들의 항공교통관제 관련 의사소통에러는 LOSA(Line Operation Safety Audit: 항공운항안전감사)를 통하여 실태를 측정할 수 있다. LOSA는 정상운항에서 인적에러를 분석하는 비행안전도구로 LOSA 훈련을 이수한 Observer(관찰자)가 조용하게 관찰하고 이에 대한 자료를 수집하는 항공안전 프로그램으로 정의된다(Klinec et al., 2003). A항공사는 LOSA를 통해서 아시아나 항공운항 관련 부분의 안전운항 취약점을 도출하여 이에 대한 제도개선 및 시스템 보완을 통해서 안전운항 체제를 구축하는데 기여하고자 하는 목표를 가지고 LOSA를 2004년에 실시하였으며, 위험위원회에서 ATC의 취약점에 대해 2005년부터 2010년까지 개선을 실시하였다. A항공사에서 측정된 ATC 관련 의사소통에러와 발생단계 그리고 에러의 관리실태는 아래의 Table 1, 2, 3에 기술하였다. ICAO (International Civil Aviation Organization)에 의해 LOSA 자료는 정부와 항공사로부터 철저히 비차별적으로 운영된다. LOSA를 통해 조종석에서 수집한 조종사의 항공교통관제 의사소통 관련한 구체적인 에러와 개선방안은 다음과 같다.

2.1 Crew-ATC communication errors

조종사들이 한 항공교통관제 의사소통에러는 전체 에러의 10%로 나타났다. Table 1과 같이 항공교통관제 의사소통에러의 37%는 관제지시의 오인, 26%는 관제지시복창에러, 10%는 관제호출응답에러, 10%는 호출부호오류, 6%는 관제사 호출에러, 4%는 관제허가(Clearance)복창에러, 2%는 위치보고에러, 1%는 ATIS (Airport Traffic)에러, 1%는 무인가된 heading(Heading)변경에러로 나타났다. 특히 관제지시를 오인한 경우와 관제지시복창에러가 가장 많이 발생하여, 이에 대한 저감이 요구됨을 시사하였다.

항공교통관제 의사소통에러의 발생단계는 Table 2와 같이 출항전/지상활주단계에서 26%, 이륙/상승단계에서 23%, 순항단계에서 11%, 강하/접근/착륙단계에서 39%, 지상활주/주기단계에서 1%가 발생하였다. 항공교통관제 의사소통에러는 출항전/지상활주단계에서 주로 발생하며 특히 업무부하가 많은 이륙과 착륙단계에서 62%가 발생하여 이 구간에 대한 관리가 요구된다.

Table 1. ATC communication errors

Error type	Error codes	Error rates (%)
ATC communication error	Misunderstanding instruction	37
	Air traffic communication read back	26
	Non response of ATC calls	10
	Call sign	10
	ATC call omission	6
	Clearance read back	4
	Positions report	2
	ATIS	1
	Heading changes	1

Table 2. Phase of ATC communication errors

Error type	Phase	Error rates (%)
ATC communication error	Pre-departure/Taxi	26
	Takeoff/Climb	23
	Cruise	11
	Descend/Approach/Land	39
	Taxi/Park	1

2.2 Management of Crew-ATC communication errors

항공교통관제 의사소통에러는 Table 3와 같이 부기장이 65%를 발생시키며, 기장은 16%의 에러를 하고 두 명이 다 에러를 한 경우는 9%로 나타났다. 조종사가 한 항공교통관제 의사소통에러를 탐지하여 발견한 경우는 기장이 39%로 제일 잘 탐지하였으며, 두 명이 같이 발견한 경우는 13%로 나타났다. 관제사가 조종사의 에러를 탐지해 조치한 경우는 19%로 관제사가 조종사의 관제의사소통에러를 효과적으로 지원 하는 것이 나타났다. 조종사 두 명이 다 탐지하지 못한 경우는 19%로 나타났으며 부기장이 에러를 탐지하는 것은 9%로 나타났다. 기장과 부기장 두 명이 모니터링과 상호교차점검을 하여 탐지율을 향상시키는 것을 개선목표로 하였다.

Table 3. Commission and detection of ATC communication errors

Error crew	Rates (%)	Detection crew	Rates (%)
First officer	72	Captain	39
Captain	18	ATC	19
All	10	Nobody	19
ATC	-	All	13
Nobody	-	First officer	9

캐세이퍼시픽항공, 관타스항공, 싱가포르항공사의 등의 선진항공사들의 경우 항공교통관제 의사소통에러의 16%가 관리실패된 것에 비해 A항공사의 조종사들은 11%가 관리실패하여 항공교통관제 의사소통관리가 외국항공사보다 31% 양호한 것으로 나타났다. 조종사들이 에러를 미관리하여 추가로 하게 된 항공교통관리실패 에러는 관제지시의 오인에러이며, 전체 관리실패된 조종사 에러의 6%를 차지하였다. 이러한 측정결과를 통해 실제의 운항에서 발견한 증거(Evidence)를 기반으로 관제지시의 오인이 가장 개선이 필요한 에러로 목표설정을 하여 개선을 실시하였다. 관제지시의 오인이 가장 관리실패되는 항공관제 의사소통에러이므로 관제지시가 모호하거나 이해하지 못한 경우, 적극적인 확인이 요구되었다.

3. Safety Change Process (SCP)

아래의 Figure 1과 같이 FAA의 문서120-90에 기술된 절차에 따라 LOSA를 통하여 조종석에서 측정한 항공교통관제 관련 데이터를 분석하고 개선목표 및 잠재목록을 작성하여 위험분석을 통하여 우선순위화해서 개선목록선정 및 세부계획을 하였으며 조종사의 인적요인관련 에러를 개선하였다(FAA AC120-90, 2006). 세부적인 개선실행은 3단계로 진행하였으며 1단계 개선은 27개월, 2단계 개선은 6개월, 3단계 개선은 18개월이 소요되어 개선단계에 총 51개월이 소요되었으며, 위험, 에러, 대응책의 3개 위원회를 구성하여 연인원 약 1,260명 참여해 개선을 진행하였다.

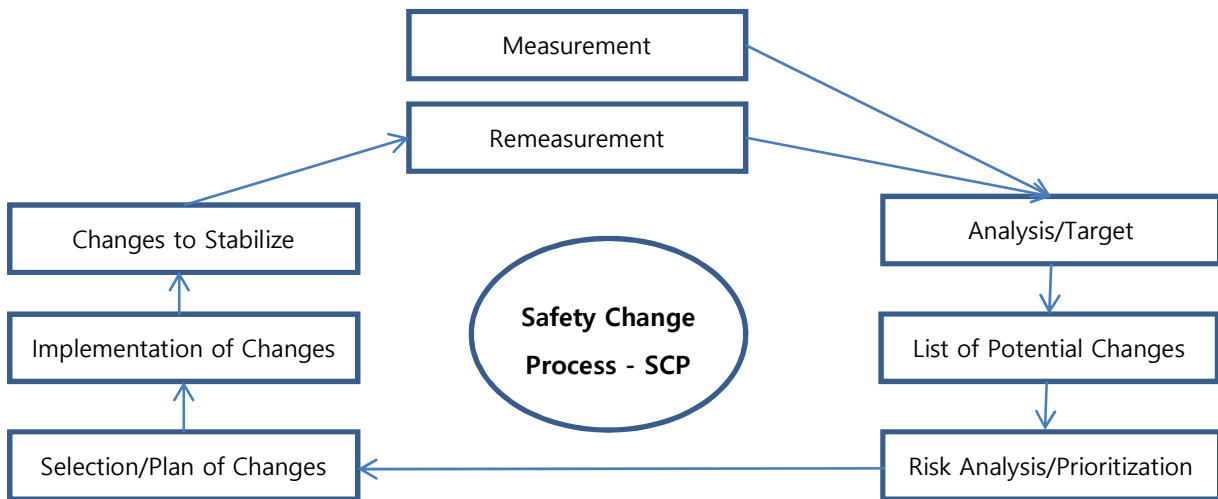


Figure 1. The basic steps of the safety change process (FAA AC120-90, 2006)

3.1 The SCP stages

1단계 개선(SCP Stage I)은 준비 및 기본 개선단계로 개선인력구성, 개선위원회구성, SCP TF (Task Force) 선발 및 교육과 SCP 개선을 위한 절차(FOM), 지침, 규정통합 및 개정, 안전 및 품질관련 제도개선을 통한 능력의 최적화와 안전문화개선을 위한 교육훈련 및 타 항공사 사례수집을 진행하였다. 또한 개선위원회 특별자문위원을 항공대학교 항공안전교육원, 연세대학교 인간행동연구소, 항공안전본부 자격관리과, 관제과, 안전감독관, 국제LOSA운영조직으로 구성하여 자문을 받아 개선하였다. 외국항공사 벤치마킹으로는 싱가포르항공과 말레이시아 항공사를 방문하여 안전개선방안에 대한 의견 및 경험을 교환하였다. 안전개선과정 집중분석세미나를 5일간 합숙으로 진행하여 주요 지적사항(finding)을 분류해서 문제점을 도출하였으며, 개선 세부계획 작성하였고, 개선 소위원회 배정 및 업무분담을 하였다. 2단계 개선(SCP Stage II)은 안전개선과정 집중분석세미나에서 도출된 개선권고안에 따라 각 관련 조직과 팀에게 개선권고(CAR: Corrective Action Report)를 발행하여 대책을 강구하도록 하였다. 3단계 개선(SCP Stage III)은 중장기적인 개선으로 근본적으로 문제를 개선하도록 시간적 여유를 가지고 개선하도록 하였다.

3.2 The SCP improvements

기존의 감사형태나 사고조사개선은 단 기간 내에 문제를 파악하고 개선을 하여 보고서를 제출하여야 하므로, 근본적인 개선을 하기에 어려움이 있었고, 형식적인 개선에 그친 적이 많았다. 과거에는 에러를 한 조종사의 행위에만 관심을 두고 조종사의 에러가 사고의 원인이라고 간주하여 대응하는 방식에서 벗어나, 조직의 역량과 시스템을 개선하는 사전예측적 안전관리방식이 요구되었다(Kim, 2011). 법에서 요구하는 과목과 시간을 충족하는 법정위주의 훈련에서 항공사가 자율적으로 조직에 요구되는 항목을 파악하여 조종사의 오류를 저감훈련이 필요하다(Choi and Kim, 2009). CRM도 실질적인 6세대 CRM인 TEM로 발전하여, 에러의 회피, 위협과 에러의 관리에 중점을 두고 있으나(Kim, 2017), 이론적이고 형식적인 CRM 훈련에서 LOSA 자료를 활용하여 개선이 필요함이 대두되었다.

A항공사의 구체적인 개선사항은 Table 4와 같으며, 자료 및 통계를 기반으로 하여 개선하였다. 상황인식과 위협요인관리의 개선을 하였으며, 항공교통관제와 관련한 운항규정 및 각 기종 매뉴얼의 전면 개정, 절차, 훈련, 평가 등의 하드웨어 및 소프트웨어의 시스템적 개선을 실시하였다. 특히 업무부하관리 CRM/TEM에 대한 내용을 운항규정과 기종매뉴얼에 추가하여 조종사들이 참조하도록 하였다. 항공교통관제 및 고도관련 복창절차 개선과 조종사들의 상황인식을 돕도록 비행계획시스템과 브리핑룸을 개선하였으며 종합통제조직을 강화하였다.

인적요인위원회를 신설하여 조종사의 인적요인과 관련된 개선을 하며 시뮬레이터 및 정기훈련계획 시 CRM 교관이 참석하여 의견을 반영하여 실질적으로 증거중심으로 훈련이 되도록 개선하였다. 또한 인적요인위원회와 SCP 개선위원회를 통하여 라인에서의 업무부하관련 CRM 실태를 주기적으로 파악하여 분석하고 개선하는 절차를 수립하고 운용하며, 위협요인 식별 후 위협으로 판단 시 관련 팀과 협조하여 안전수준으로 관리하도록 하였다.

가장 많이 관리실패된 항공교통관제지시 오인을 근본적으로 개선하기 위하여 CRM/TEM 과정을 개발하여 조종사들에게 훈련을 실시하였으며, 전 비행교관 및 비행평가관에게 TEM 워크숍을 실시하였다, 시뮬레이터 훈련 시 비정상상황에 치중을 하고 있어, 에러의 탐지 및 관리에 필수적인 모니터링과 상호 확인을 CRM적인 차원에서 개발하여 정상비행 절차를 반영한 교육 실시하도록 하였으며, 초기훈련 시 모니터링과 업무부하과목을 신설 운영하였다. 매년 실시하는 정기보수 교육 외에는 라인 조종사들에 대한 CRM 교육이 제공되지 않아 기장 및 부기장에게 CRM/TEM 교육을 추가적으로 실시하였다. 교관/심사관에게 TEM 기법을 사용한 업무부하항목을 정기적으로 교육시키고, 이에 대한 실시주기와 교육내용을 규정에 반영하였다. 에러관리와 밀접한 관계가 있는 것으로 나타난 리더십에 대한 과정을 개설하여 교관과 관리자에게 교육하였다(Choi and Kim, 2009). 안전한 유도로 활주로관리 철학 및 유도로/활주로 운영방안 수립하여, 시뮬레이터 훈련 및 비행 훈련 시 포함하여 실시하였다.

Table 4. The safety change process

Areas	Category	Improvements of SCP
Hardware, policy, safety	Situation awareness	Providing briefing space for better preparation of flights for situation awareness
		Setting E-library for accessing information on the airports and ATC
		Providing actual ATC recording and information on the routes and 80 airports in A/V system includes runways and taxiways management
		Sharing information and cases from ATC meeting with ATC and pilots
		Providing new flight planning system with enhanced information to pilots
		Publishing information section of route and airport that can be used in the cockpit for situation awareness in the fleet manual
		Providing environment for AV (Audio & Video) equipment with enhanced computer and head sets

Table 4. The safety change process (Continued)

Areas	Category	Improvements of SCP
Hardware, policy, safety	Hazard identification	Identification of 12 special airport and 6 designated airports required attention reviewing QAR EVENT for 3 previous years
		Hazard Identification of ATC area through LOSA data
		Mandatory captain reports and voluntary reports system in case of hazard related with ATC
	Safety	Organizing quarterly human factor committee dealing human error including ATC errors and deviating ATC instruction and communicating between the teams
		Forming OCC (Operation Control Center) providing prompt flight, management and to support pilots closely with enhanced monitoring flights
		Extending 5 minutes of ground time to provide workload management for pilots for better preparation of flight and getting ATC clearance
	Manual & memorandum	Bulletins and memorandum system spreading ATC information to line pilots from reports and committees
		Revising all fleet pilot operation manuals and FOM (Flight Operation Manual) with improved rule and SOP (Standard Operation Procedure)
		Regulation revision to operate ATC and airport information on intranet
Procedure	Workload	Revision of procedure to send gate information to aircraft via ACARS minimizing the workload
		Revising the preparation procedure to take both charts available when flying into parallel runways to manage ATC related errors
		Operation of policy statement "Sterile Cockpit Policy" and revision of "Sterile Cockpit Procedure" to focus on the monitoring and workload management
		Setting the procedures using Intercom in the aircraft between the cockpit and cabin to minimize distractions and confusion
	Standard callouts	Standardizing the callouts procedure of managing altitudes and ATC
		Improvements on standard callout for transition altitude, transition level, heading changes upon ATC instruction
		Improvement on standard callout handling ATC instructions
	SOP	Improving procedures on MCP (Mode Control Panel), altitude setting, crosscheck and monitoring
		Improving procedures for ground navigation, taxi, speed control and runway management
		Automatic flight (Vertical speed mode, MCP mode, pilot flying/pilot monitoring duties regarding altitude and heading changes)
	Briefing	Improving briefing procedures including ATC and taxiway management
		Revision of contingency brief procedure such as parallel runways in case of runway changes
	CRM	Stating CRM policy and procedure to crosscheck ATC instruction for both pilots
	TEM	Enhancing the error management for ATC communication error for CRM course
		Improvement on the management of altitude system in Chinese airspace

Table 4. The safety change process (Continued)

Areas	Category	Improvements of SCP
Training	ATC	ATC training for ground school on first officer course and captain upgrade
		Including training on ATC characteristics if the routes and airports for OE (Operation Experience) training syllabus
		Training the management of altitude system in Chinese airspace
	CRM	Training the sterile cockpit policy and joint CRM courses
		Enhancement on training monitoring, crosscheck skills and workload management
		Training runway and taxiway management on simulator session
	TEM	Enhanced threat and management courses
		Operating training format based on threat & error management and CRM countermeasures including ATC
	Leadership	Initiation of Franklin Covey leadership program for the managers and instructor pilots to manage errors with communications and error management
		Training leadership for captain upgrade, instructor courses, check airmen
Evaluation	Standards	Using evaluation sheet based on threats & errors and countermeasure including ATC management for check ride
		Standardization of evaluators on ATC related procedures and standards

4. Summary and Conclusion

미국에서 매년 13.7건의 항공교통관제 관련한 사고와 준사고가 발생할 정도로 항공교통관제 관련 에러는 심각하다. 항공기가 지상과 공중에서 서로 충돌하지 않고 장애물과 충분히 분리가 되어 안전하게 운항하기 위해서는 항공교통관제에러의 관리가 요구된다. 이를 효과적으로 관리하기 위해서는 데이터에 의한 관리가 요구되며, LOSA를 통하여 조종석에서 수집한 데이터를 통하여 개선이 가능하다. LOSA를 통한 분석에 따르면 전체에러 중에서 항공교통관제에러가 10%를 차지하고 있으며, 빈번하게 발생한 에러로는 관제지시의 오인(37%), 관제지시복창에러(26%), 관제호출응답에러(10%), 호출부호오류(10%)로 나타났다. 항공교통관제 의사소통에러의 발생단계는 출항전/지상할주단계(26%)와 업무부하가 많은 이륙과 착륙단계(62%)에서 많이 발생하였다. 항공교통관제 의사소통에러는 주로 부기장이 발생(65%)시키며, 에러의 발견은 기장이 제일 잘 탐지(39%)하였고, 관제사도 19%나 탐지하여 관제사의 역할이 중요한 것으로 나타났다. 선진항공사들의 항공교통관제 의사소통에러의 16%가 관리실패된 것에 비해 A항공사의 조종사들은 11%가 관리실패하여 항공교통관제 의사소통관리가 외국항공사보다 31% 양호한 것으로 나타났다.

개선단계로는 3단계에 걸쳐 51개월 간 연인원 1,260명이 동원되어 개선을 실시하였으며, 개인의 교정에 중심을 가지고 단기적으로 실시하였던 과거의 개선방식으로부터 ICAO와 IATA가 권고하는 바와 같이 데이터에 의해 시스템적으로 근본적인(Root Cause) 개선을 하는 방안을 취하였다. 운항규정 및 조종사 운영 매뉴얼의 개정, 절차, 훈련, 평가 등의 하드웨어 및 소프트웨어의 시스템적 개선을 실시하였다. 또한 법에서 요구하는 항목중심의 교육에서 항공사에서 실제로 수집되었고 분석된 자료를 통해 증거중심의 맞춤형 교육이 가능하였다. 특히 TEM교육을 형식적인 이론교육에서 실제로 발생한 위협과 에러를 기반으로 과정을 개설해 전 조종사에게 실시하였으며 심화워크숍을 전 교관에게 1박2일로 실시를 하였다. 또한 CRM/TEM 교육 시간을 법정요구시간보다 상향하여 실시하도록 규정을 개정하였다.

항공교통량이 증가하고 있으며, 복잡한 환경에서 이러한 항공사의 자발적이고 적극적인 안전개선으로, 사고가 발생하기 이전에 안전관리를 하는 것이 요구된다. 기존의 안전관리방식에서 사전예방적이고 증거에 기반한 역량교육으로의 전환이 요구된다. 이러한 안전

관리 도구 및 방식은 외국의 사례처럼 의료, 원자력, 고속철도, 선박 등의 분야에서도 활용되기를 기대한다.

References

- Airline Pilots Association and Armed Forces Institute of Pathology, *Aircraft Accident Report*, 10-28, 1978. <http://archives.pr.erau.edu/ref/Tenerife-ALPAandAFIP.pdf>
- 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. 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.
- FAA AC120-90, Line Operations Safety Audit, *FAA*, 2-15, 2006.
- Han, J.H., Is Airways Congestion in Korea relievable, *The Hankyoreh*, 2017. <http://www.hani.co.kr/arti/PRINT/785349.html>
- Kim, B.D., Air traffic volume increased 4.5% international, 2% domestic in 2017 reached yearly top, <https://www.msn.com/ko-kr/money/topstories/%EC%A7%80%EB%82%9C%ED%95%B4-%ED%95%AD%EA%B3%B5%EA%B5%90%ED%86%B5%EB%9F%89-76%EB%A7%8C%EB%8C%80-%EC%97%AD%EB%8C%80-%EC%B5%9C%EA%B3%A0%EA%B5%AD%EC%A0%9C%EC%84%A0-45percent-%EA%B5%AD%EB%82%B4%EC%84%A0-20percent-%EC%A6%9D%EA%B0%80/ar-AAv8z0j>, Jan 25. 2018.
- Kim, D.H., A Human Factors Approach for Aviation Safety, *Journal of the Ergonomics Society Korea*, 36(5), 368-477, 2017.
- Kim, D.H., Effort and Development Direction of Aviation Organization Against Human Errors, *Journal of the Ergonomics Society Korea*, 30(1), 29-38, 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.
- Pape, A., Wiegmann, D. and Shappell, S., Air traffic control (ATC) related accidents and incidents: A human factors analysis, 1-4, 2001. [https://www.faa.gov/about/initiatives/maintenance_hf/library/documents/media/human_factors_maintenance/air_traffic_control_\(atc\)_related_accidents_and_incidents.a_human_factors_analysis.pdf](https://www.faa.gov/about/initiatives/maintenance_hf/library/documents/media/human_factors_maintenance/air_traffic_control_(atc)_related_accidents_and_incidents.a_human_factors_analysis.pdf)
- Seong, K.J., Kim, E.T. and Kim, S.P., Development Trend of the Autonomous Flight Control Technology, *Current Industrial and Technological Trends in Aerospace*, 62, 143-153, 2008. <http://library.kari.re.kr>

Author listings

Jinkook 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