

법제도 및 데이터 현황 분석을 통한 항공안전관리시스템 개선방안 연구

A Study on the Improvement of Aviation Safety Management System through Analysis of Legal System and Data Status

변해윤^{1*} · 정현진²Hae-yoon Byeon^{1*}, Hyun-Jin Jeong²¹Associate Researcher, Institute for Aerospace Industry-Academia Collaboration Aerospace Information Center, Incheon, Republic of Korea²Managing Director, Institute for Aerospace Industry-Academia Collaboration Aerospace Information Center, Incheon, Republic of Korea

*Corresponding author: Hae-yoon Byeon, hyoon74@iiaici.or.kr

ABSTRACT

Purpose: The purpose of this study is to present the preemptive prevention and improvement measures for aviation safety management by examining the current status of the aviation industry and the operation system of the aviation safety management system and identifying the shortcomings of the currently operating aviation safety management system. **Method:** A plan to improve aviation safety management was proposed through an analysis of recent incidents and accidents, current status of domestic laws, and analysis of overseas operating institutions and safety management systems. **Result:** Through the recent aircraft safety-related incidents, deficiencies of currently operating aviation safety management, and response cases of advanced countries in overseas aviation, improvement points in terms of management systems and laws and preventive aviation safety management plans were derived. **Conclusion:** The method for improving aviation safety management was presented based on the technique using data, and it should be materialized through additional related research.

Keywords: Aviation Safety, Aviation Safety Data, SMS (Safety Management System), Predictive Safety Management, Data Analysis

요약

연구목적: 본 연구에서는 최근 항공산업현황과 항공안전관리시스템 운영체계 현황을 살펴보고 현재 운영중인 항공안전관리시스템의 미비점을 파악하여 항공안전관리의 선제적 예방 및 개선방안을 제시하는 것을 목적으로 한다. **연구방법:** 최근 발생한 사건사고조사와 국내법 현황, 해외 운영기관 및 안전관리 체계 분석을 통해 항공안전관리의 개선방안을 제시하였다. **연구결과:** 최근 발생한 항공기안전 관련 사건과 현재 운영하고 있는 항공안전관리점의 미비점과 국외 항공선진국의 대응 사례를 통하여 관리체계와 법제도 측면의 개선점 및 예방적 항공안전을 위한 관리방안을 도출하였다. **결론:** 항공안전관리 개선방안을 데이터를 활용한 기법을 기반으로 제시하였으며, 추가 관련 연구를 통해 구체화해 나가야 할 것이다.

핵심용어: 항공안전, 항공안전데이터, 안전관리시스템, 선제적 안전관리, 데이터 분석

Received | 18 January, 2023

Revised | 8 March, 2023

Accepted | 27 March, 2023

OPEN ACCESS



This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>) which permits unrestricted noncommercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

서론

최근 COVID-19의 기세가 감소하면서, 항공기 운항의 빈도가 점점 COVID-19 이전과 같이 증가하고 있다. '22년 8월 기준 항공 여객은 총 531만 명으로, 국내 및 국제여객이 동반 상승하여 '21년 8월 대비 74.5% 증가하였으며, 특히 국제선 여객은 '21년 8월 대비 522.5% 증가한 212만 명을 운송하였다(Aviation Market Trend & Analysis, No.122, 2022).

COVID-19 회복세에 따라 급격하게 운항이 증가하는 만큼 크고 작은 안전 사건들이 다수 발생하고 있으며, 이를 증명하듯 최근 국내 항공사 1곳에서는 4개월간 4건의 사고가 발생하였다.

22년 7월 10일, 튀르키예 이스탄불을 출발해 인천공항으로 향하던 A 항공사의 여객기가 운항 중 엔진 결함 메시지 발생으로 아제르바이잔 바쿠공항에 긴급 착륙했으며, 22년 9월 22일에는 영국 런던 히스로공항에서 여객기가 이륙 준비 중 착륙 중인 다른 항공기와 접촉하는 사고가 있었다. 22년 10월 23일에는 필리핀 세부 막탄공항에서 여객기가 착륙 중 활주로를 이탈해 동체가 크게 파손되고 승객과 승무원들이 비상탈출하는 사고가 발생했으며, 일주일 후 22년 10월 30일 밤 인천공항을 출발해 호주 시드니로 향하던 여객기가 이륙 직후 엔진 이상으로 인천공항으로 회항했다.

특히 22년 10월 23일 활주로이탈 사건으로 인해 국가 차원에서의 항공안전체계 전면 쇄신이라는 주제로 항공안전 비상대책 회의를 개최하고, 감독 확대 및 정비 강화 등 대책 방안을 수립하고 사고 발생 방지를 위한 안전관리를 수행하고 있다.

최근과 같이 예상할 수 없는 산업환경의 변화와 이로 인해 발생하는 운항환경의 변화는 항공안전관리에 있어 새로운 안전관리방식 도입의 필요성을 인식하게 하며, 개별 항공사와 같은 일부 환경이 아닌 항공산업 전반에서의 변화가 발생하는 사항임을 고려할 때, 안전관리에 있어서 각별한 주의와 관리가 요구된다(Byeon, 2022).

시시각각 변화하는 환경에 적절히 대응할 수 있도록 선제적이고 효과적인 안전관리를 이행하기 위해서는 기존의 안전관리방식이 아닌 새로운 방식을 모색할 필요가 있다. 해외에서는 이미 항공안전관리에 데이터를 결합하여 예방적이고 예측적인 안전관리를 수행하고자 노력하고 있으며, 우리나라 또한 선제적 항공안전을 통해 위기 상황을 대비하기 위해서 ICT 강국으로서 빅데이터 활용 안전관리체계로의 전환이 필요하다.

이에 본 연구에서는 현행 항공안전관리시스템의 현황과 문제점을 제시하고, 선제적 안전관리를 위한 데이터 활용 운영방안을 제시하여 항공안전관리에 안정성을 향상하고자 한다.

연구방법

본 연구에서는 기존의 안전관리방식과 다른 시도로서 항공안전데이터를 활용한 선제적인 안전관리방안을 도출해나가고자 한다. 연구의 목적 달성을 위해 항공안전관리시스템의 구조와 현황을 파악하고, 항공기 사고 및 준사고 등 항공안전 관련 이슈 관리방식에 대한 분석을 수행한다. 또한, 해외 사례를 기반으로 항공안전데이터에 대한 조사 및 고찰을 수행한 후 국내 항공안전데이터 활용 현황에 대해 알아보고, 데이터를 활용한 항공안전관리 개선방안을 항공사와 국가 측면으로 구분하여 제시하였다.

항공안전관리시스템의 체계 및 항공안전데이터 현황 분석

항공안전관리시스템

항공안전관리시스템이란 안전을 유지할 수 있도록 지속적인 위험요소의 발굴 및 체계적인 리스크 관리로 사람 또는 재산

에 미치는 손실의 정도가 수용 가능한 정도(Acceptable Level) 이하로 유지되도록 조직적, 능동적, 선언적으로 관리하기 위한 체계를 말한다(Kim, 2018). 이는 국제 민간항공기구(International Civil Aviation Organization, 이하 ‘ICAO’)에서 불의의 항공사고를 사전에 예방하기 위해 부속서 19인 ‘안전관리(Safety Management)’를 채택 및 적용하였으며, 이는 항공기 사고 및 항공안전위험을 줄이고, 항공안전에 대한 위험을 관리하기 위한 목적을 가지고 항공활동에 관한 안전성능의 개선점을 제시하고 있다(So et al., 2014). 이러한 항공안전관리시스템은 크게 (1) 안전정책 및 목표, (2) 위험도 관리, (3) 안전보증, (4) 안전증진 네 가지 요소로 구성되어있는데 해당 요소별 관리 기준과 운영방법 등 상세 사항은 ICAO Doc. 9859 ‘안전관리 매뉴얼(Safety Management Manual)’에서 다루고 있다.

항공안전 관련 법체계 분석

항공안전과 관련한 법률체계는 Table 1과 같다. 항공안전관리시스템의 운영에 대한 기본적인 법령 및 행정규칙으로는 항공안전법, 항공안전법 시행규칙, 국가항공안전프로그램 고시와 항공안전관리시스템 승인 및 모니터링 지침 훈령 등으로 구성되어있다.

Table 1. Table of relationship between domestic law and ICAO annex

구분	책임기관	법령위계	내용	ICAO Annex		
항공안전예방 관리	국토교통부	법률	• 항공안전법 • 항공보안법	Annex 1 Annex 2 Annex 3		
		대통령령	• 항공안전법 시행령 • 항공보안법 시행령	Annex 4 Annex 5		
		국토교통부령	• 항공안전법 시행규칙 • 항공보안법 시행규칙 • 공항시설관리규칙	Annex 6 Annex 7 Annex 8		
		고시	• 운항기술기준 등	Annex 10 Annex 11 Annex 12		
		기타 행정규칙	• 훈령, 예규, 지침 등	Annex 14 Annex 15 Annex 16 Annex 18		
		항공사고조사 관리	항공철도사고조사 위원회	법률	• 항공철도사고조사에 관한 법률	Annex 13
				대통령령	• 항공철도사고조사에 관한 법률 시행령	
				국토교통부령	• 항공철도사고조사에 관한 법률 시행규칙	
				기타 행정규칙	• 항공철도사고조사위원회 운영규정 등	
		안전관리 (SMS)	국토교통부	고시	• 국가항공안전프로그램	Annex 19
기타 행정규칙	• 항공안전관리시스템 승인 및 모니터링지침					
산하기관관련	항공안전 기술원	법률	• 항공안전기술원법	-		
		시행령	• 항공안전기술원법 시행령			

항공안전법에서 항공안전관리시스템은 항공안전법 제58조(국가 항공안전프로그램 등)에서 정의하고 있다. 본 조항에서는 항공안전프로그램에 (1)항공안전에 관한 정책·달성목표·조직체계, (2)항공안전 위험도의 관리, (3)항공안전보증, (4)항

공안전증진 네 가지에 대한 사항을 포함하여야 한다고 규정하고 있으며, 항공기 사고 등 예방 및 비행안전의 확보를 위한 항공안전관리시스템을 국토교통부 장관의 승인을 받아 운용하도록 규정되어 있다. 항공안전법과 연계하여 항공안전법 시행규칙 제130조(항공안전관리시스템의 승인 등), 제131조(항공안전프로그램의 마련에 필요한 사항)에 따라 항공안전관리시스템 수립 시 포함되어야 하는 사항들을 규정하고 있다.

국가항공안전프로그램은 국토교통부 고시 제2020-751호로 시행되고 있으며, 고시 제1조는 항공안전법 제58조제1항 및 같은 법시행규칙 제131조에 따라 국가항공안전프로그램의 구성요소 및 세부 내용을 규정함을 목적으로 하고 있으며, 항공안전관리시스템 승인 및 모니터링 지침은 국토교통부 훈령 제1330호로 시행되며, 항공안전관리시스템을 승인받고 운영하여야 하는 운영자에 대한 적정성을 감독 및 모니터링하기 위해 필요한 사항을 정의하고 있다.

마지막으로 국가의 산하기관으로서 항공안전기술원이 설립되었고, 이에 따라 항공안전기술원법 및 시행령을 제정하였으며, 해당 내용에서는 산하기관의 운영 목적 및 사업운영에 대한 전반적인 사항을 규정하고 있는데, 항공안전기술 전문인력양성, 항공안전에 관한 정보의 수집/조사/관리 및 연구, 항공안전에 관한 교육 및 홍보, 항공안전기술 분야의 국제협력 등을 사업의 범위로 정하고 있다.

항공안전데이터 관련 국내외 운영체계 분석

ICAO에서는 기존항공안전활동과 더불어 항공안전관리를 수행하는 기관 간 안전정보의 공유 및 교환을 의무화하였으며, 항공안전관리에 있어 안전정보를 활용한 데이터 기반의 효과적인 의사결정을 수행할 수 있도록 Annex 19 2nd Edition과 Doc 9859 4th Edition에 규정하였다. Dou(2020)와 Lališ et al.(2018)은 항공산업은 다양한 유형의 이해관계자로 구성된 종합시스템이며 특정 이해관계자의 안전 성과가 다른 이해관계자의 안전관리 방식에 의하여 큰 영향을 받을 수 있다는 점에서, 안전데이터를 통합적으로 활용하는 것은 중요한 의미가 있음을 강조하였다.



Fig. 1. Data-driven risk management steps

또한, ICAO는 안전데이터 및 정보를 수집하고 분석하여 식별된 주요 경향을 관련 이해관계자에게 전파할 수 있는 기술적 역량 개발 필요성을 강조하였고, 이는 효과적인 위험경감(risk mitigation) 전략을 수립하기 위해 필수 활동임을 역설하였으며, 항공규제 당국, 공항, 항공사 등 이해관계자 간 안전 관련 데이터, 경험, 정보 및 지식 등을 적극적으로 공유할 것을 권고하

고 있다(Kim et al., 2021).

Annex 19는 데이터 제공자가 사후 대응적이면서, 동시에 사전 예방적인 안전 데이터 수집 방법에 기초하여 활동 중 위험에 대한 피드백을 수집, 기록, 조치 및 창출하는 공식 프로세스를 개발하고 유지하도록 제시한다. Annex 19 Chapter8 ‘항공기 사고 및 사고조사’는 각 체약국이 사고 데이터베이스를 구축하고 유지하도록 요구하는데 이는 실제 감지되었거나 혹은 잠재적이라 판단되는 안전결함에 대한 정보의 효과적인 분석을 용이하게 하고 필요한 예방조치를 결정하기 위함이다. 이를 이행하기 위한 시스템이 항공안전데이터 수집 및 처리시스템(SDCPS)이다. 해당 시스템은 자료 수집 및 처리, 분석, 정보보호, 데이터 거버넌스까지의 범위를 폭넓게 정의하고 있다.

ICAO 회원국인 우리나라는 항공안전 증진을 목표로 시카고협약에 따라 작성된 ICAO 부속서에 기록된 국제기준 및 권고사항을 준수할 의무가 있으며 항공부문의 정보공유·활용 시스템과 관련해서도 마찬가지이다. 이에 따라 항공데이터와 정보공유 및 활용에 대해 정의와 범위를 우리나라도 설정하였는데, 항공안전법과 항공안전데이터 처리 및 활용에 관한 규정을 통해 규정하고 있다. 항공안전데이터는 항공안전법 제2조제10호의4에 따라 “항공안전의 유지 또는 증진 등을 위하여 사용되는 12종의 데이터”로 정의하였으며, 항공안전정보는 항공안전법 제2조제10의5에 따라 “항공안전데이터를 안전관리 목적으로 사용하기 위하여 가공·정리·분석한 것”으로 각각 정의하였다.

상기 항공안전법에 규정되어있는 항공안전데이터 및 정보에 관한 상세 내용과 업무를 규정하고자 「항공안전데이터 처리 및 활용에 관한 규정」이 제정되었는데, 해당 규정은 기존 「항공안전 의무보고 운영에 관한 규정」을 데이터 기반 예방적 항공안전관리 관련 국제기준이 구체화 됨에 따라 안전데이터 관리절차를 국제기준에 따라 확대하여 데이터의 수집부터 활용까지의 업무절차를 정비하여 2020년 4월 3일에 전면 개정되어 시행된 훈령이다. 이 훈령은 항공당국의 부서별 업무 분장과 위탁기관의 설정, 항공안전의무보고, 사고조사, 자율보고 등 보고성 데이터의 처리절차와 이에 따른 위험도 관리 및 성과관리 절차, 행정처분 및 공유에 관한 사항을 정의하고 있다.¹⁾ 국외 및 국내 규정을 비교한 결과, ICAO Annex 19 및 Doc 9859에서는 항공안전데이터와 관련하여 데이터의 종류뿐만 아니라 정보처리, 데이터 품질관리, 안전데이터 통합(데이터셋 구성), 비식별화, 정보관리 및 거버넌스까지 포함하여 항공안전관리의 증진에 활용할 수 있도록 하는 부분에 대한 고려가 충분한 것에 반해, 국내 규정은 국가기관에서의 업무 분장과 책임, 절차 규정에 중점을 두고 있다.

항공안전 이슈관리 현황 및 체계 분석

상기 법규정과 절차에 따라 항공사업자들은 항공안전관리시스템을 운영하고 있으며, 항공사업자 및 항공공사자는 항공기사고, 준사고 및 항공안전장애²⁾가 발생할 경우 국가에 보고해야하는 의무가 있다. 이 의무에 따라 보고된 사항은 항공안전관리시스템에 따라 유형을 분류하고, 위험도를 평가하며, 관리대책을 마련하여 감소시키거나 지속 모니터링하는 등의 절차를 통해 관리된다.

- 1) 훈령의 주요 개정 내용으로는 가)적용대상이 되는 안전데이터의 범위가 확대되는 점을 고려하여 명칭을 「항공안전데이터 처리 및 활용에 관한 규정」으로 변경, 나. 부서별 업무분장 등 일반사항, 다. 보고접수 후 배분, 분석 등 관련 절차를 추가적으로 반영하여 항공안전의무보고 처리절차 정비, 라. 사고조사 사실조사 결과, 항공안전자율보고 결과, 그 밖의 안전데이터에 대한 처리절차 마련, 마. 항공안전데이터를 활용한 항공안전 위험도관리 절차 구체화, 바. 항공안전데이터를 활용한 안전성과관리 절차 구체화, 사. 안전데이터를 활용한 안전분석 절차 마련, 아. 안전증진을 목적으로 한 안전데이터 공유에 관한 사항으로 대부분 절차를 마련하거나 구체화하는 내용으로 개정되었다.
- 2) 항공기사고란 사람이 비행을 목적으로 항공기에 탑승하였을 때부터 탑승한 모든 사람이 항공기에서 내릴 때까지 사람의 사망, 중상 또는 행방불명이나 항공기의 파손 또는 구조적 손상, 항공기 위치를 확인할 수 없거나 접근이 불가능한 경우에 해당하는 것을 말하고, 항공기준사고란 항공안전에 중대한 위해를 끼쳐 항공사고로 이어질 수 있었던 것을 말하며, 항공안전장애란 항공기사고 및 항공기준사고 외에 항공기의 운항 등과 관련하여 항공안전에 영향을 미치거나 미칠 우려가 있는 것을 말한다.

이렇게 보고된 사항을 활용하여 항공안전법에 따라 국가의 위탁을 받은 기관은 항공기사고, 준사고, 안전장애에 대한 자료를 취합 및 분석한 후 국가항공안전회람을 발간한다. Table 2와 3은 2022년 1분기 운송부문 사고 준사고 발생률이다. 해당 표와 그래프를 보면 COVID-19이 발생한 2019년부터 2022년까지 항공운항편은 급격히 줄어든 반면, 항공기사고 또는 준사고에 대한 사항은 운항 편수 대비 감소하지 않은 경향을 나타내고 있다. 해당 회람에서는 최근 10년간 발생한 사고 중 전체의 84.6%(11건)가 연중 상반기에 집중되어 있고, 특히 1분기 발생유형의 경우 모두 난기류 조우에 의해 발생한다고 분석하였다. 항공기 준사고의 경우 최근 10년간 총 20건이 발생하였고, 활주로침범, 활주로이탈, 동력장치 고장, 동력장치 외 고장 등이 나타났으며, 조종사의 인지 및 상황 인식 부족을 주요 발생 원인으로 분석하였다.

Table 2. Korea aviation safety circular - Accident and incident rates(Yearly)

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022.1Q
운항횟수	376,448	392,376	420,759	465,655	501,008	530,683	544,949	278,407	290,155	73,820
사고(건)	3	0	1	1	0	2	3	2	1	0
사고발생률 (1백만 운항당)	8.0	0.0	2.4	2.1	0.0	3.8	5.5	7.2	3.4	0.0
준사고(건)	3	1	8	2	0	1	4	1	0	0
준사고발생률 (1백만 운항당)	8.0	2.5	19.0	4.3	0.0	1.9	7.3	3.6	0.0	0.0

출처 : KIAST(2022), Korea Aviation Safety Circular 1Q

Table 3. Korea aviation safety circular - Accident and incident rates(Occurance and reason)

발생유형	발생 건수					1만 운항당 발생률				
	'21.1Q	'21.4Q	'22.1Q	전분기대비 (%)	전년대비 (%)	'21.1Q	'21.4Q	'22.1Q	전분기대비 (%)	전년대비 (%)
고장(동력장치 외)	56	50	36	-28.0	-35.7	5.49	4.74	3.52	-25.8	-35.9
고장(동력장치)	14	22	14	-36.4	0.0	1.37	2.09	1.37	-34.4	-0.3
공중충돌	8	17	10	-41.2	25.0	0.78	1.61	0.98	-39.4	24.6
기타	6	11	10	-9.1	66.7	0.59	1.04	0.98	-6.3	66.2
비정상적 활주로충돌	4	5	6	20.0	50.0	0.39	0.47	0.59	23.7	49.6
항행서비스	5	6	5	-16.7	0.0	0.49	0.57	0.49	-14.1	-0.3
장애물충돌 (지상운항중)	2	0	4	-	100.0	0.20	0.00	0.39	-	99.4
공항운영	1	0	3	-	200.0	0.10	0.00	0.29	-	199.1
항행오류 (지상운항중)	7	2	3	50.0	-57.1	0.69	0.19	0.29	54.6	-57.3
항행오류(비행중)	3	2	2	0.0	-33.3	0.29	0.19	0.20	3.1	-33.5
활주로침범	0	0	2	-	-	0.00	0.00	0.20	-	-
지상조업	3	2	1	-50.0	-66.7	0.29	0.19	0.10	-48.5	-66.8
합계	109	117	96	-17.9	-11.9	10.68	11.09	9.4	-15.23	-12.0

출처 : KIAST(2022), Korea Aviation Safety Circular 1Q

항공기 사고 및 준사고뿐만 아니라 항공안전장에 또한 발생 건수와 발생률로 분석하고, 발생유형을 구분하여 분기별증감률을 비교 분석한다. 분석한 사항들은 국가, 항공사, 공항 등에 공유되어 안전증진 및 개선방안 마련에 활용한다.

이러한 분석들은 데이터 기반의 효과적인 의사결정을 수행할 수 있도록 지원하고자 하는 ICAO의 기조에 비교해보았을 때, 기존 항공안전관리시스템이 가지고 있는 일반적인 위험도 관리절차와 큰 차이가 없으며, 보고자료라는 특성상 발생 이후 집계 가능하고 발생한 이후 다시 발생할 가능성이 도래할 때까지 개선방안의 영향력을 확인하기 어려운 부분이 있다.

국내·외 데이터 활용 항공안전관리 사례분석 및 개선방안 도출

국내·외 관리사례 비교 분석

미국 연방항공청(FAA)에서는 ASIAS(Aviation Safety Information Analysis and Sharing) 프로그램을 통해 항공안전 데이터 수집, 분석, 공유를 통해 알려진 위험에 대한 모니터링과 완화(Mitigation) 효과 평가, 신흥 위험의 감지 등 업무를 수행하고 있다.

Fig. 2의 사례는 높은 지형이 인근에 있는 미국 캘리포니아 오클랜드 공항의 실제 사례를 보여주는데 항공안전데이터 분석을 통해 지상접근경보장치(Ground Proximity Warning System, GPWS) 오류 경보로 인한 경고시스템 민감도 저하 가능성을 발견하여 GPWS를 최신 소프트웨어 버전으로 업그레이드, 공역 및 절차를 변경 등 항공사 데이터와 항공교통관제 데이터를 활용한 ‘복합 데이터 분석’을 통해 선제적인 안전관리를 수행한 대표적인 사례로 볼 수 있다.³⁾

Analysis of Terrain Warning Alerts

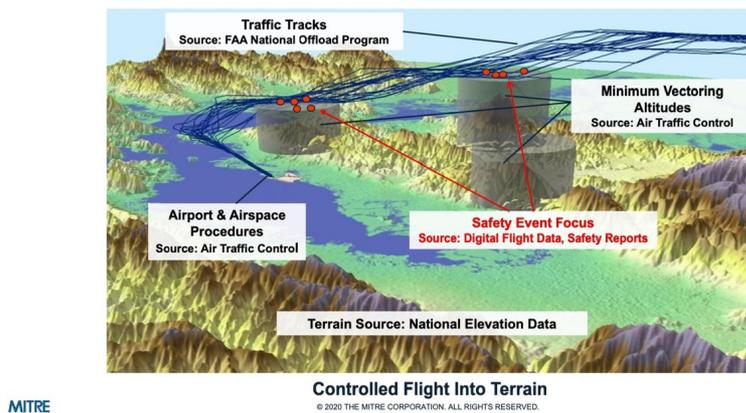


Fig. 2. FAA ASIAS Auckland airport GPWS warning case

또한, 국제항공운송협회(International Air Transport Association, IATA)에서는 GADM(Global Aviation Data Management) 프로그램을 통해 다양한 채널에서 수신되는 항공안전 데이터를 통합하여 데이터 중심 의사결정을 통한 글로벌 및 지역별 선제적 위험 관리를 지원한다.

3) 해당 사례의 경우, GPWS의 경보로 인해 발생한 사망 또는 상해, 항공기 파손사고가 전혀 없었다. 그럼에도 불구하고 해당 공역과 공항을 이용하는 조종사, 관제사들이 안전을 저해할 수 있는 가능성이 있다고 판단하여 복합적으로 분석하고 관리한 선제적인 안전관리 사례이다.

Fig. 3의 사례는 JNB 공항의 불안정 접근(Unstable Approach) 발생이 매우 높아 이를 개선하기 위해 IATA는 GADM의 FDX 플랫폼을 활용하여 활주로별 접근 항공기에 대한 위도, 경도에 플랩 위치, GPWS 경보 여부, 접근 속도 등의 데이터로 JNB 공항에 착륙하기 위해 접근하는 항공기의 높은 에너지(High Energy)가 불안정 접근의 주요 원인인 것을 도출하여, CDA 절차 이행을 위한 협력 및 대책 마련을 수행한 사례이다.

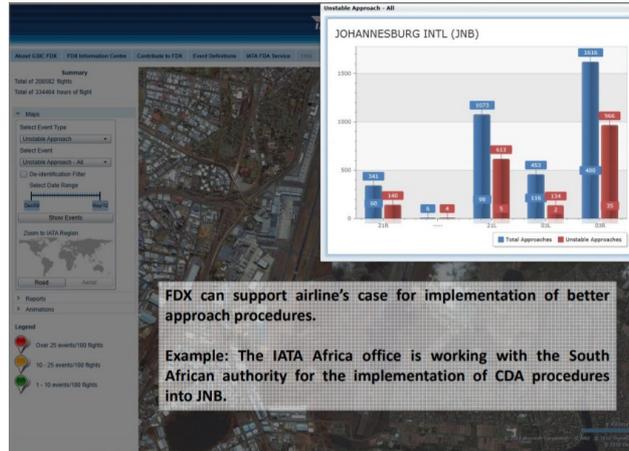


Fig. 3. IATA's JNB airport CDA procedure establishment

해외에서는 위와 같은 사례를 분석하기 위해 다양한 데이터를 Fig. 4와 같이 수집하고 있으며, FAA에서는 ASIAs 참여 기관으로 항공사 45개, 일반 항공(General Aviation) 100개, 정부 기관 5개, 국제기관 1개, 기업체 18개, 항공기 제작사 4개, 정비조직 2개, 대학 3개로 이루어져 있으며 이들로부터 항공안전 분석에 필요한“Right Data”를 도출하기 위해 Avionics(항공기 탑재되는 소프트웨어, 시스템 등), 날씨, 음성, ATC 안전 보고, 공역, 운항, 항적, 각종 의무/사고 보고서, 항공기 데이터(FDR/FOQA), 항공안전 연관 관계 등에 대한 자료를 수집하고 있다.



Fig. 4. FAA ASIAs Data Collection Range

국내에서는 대표적으로 데이터를 통해 항공안전관리에 활용하는 사례로 비행자료분석시스템(FOQA System)이 대표적이며, 이 시스템은 항공사에서 해당 회사가 보유하고 있는 항공기 개별의 운항 정보를 분석하고 항공사가 정한 위험 범위 내에서 안전한 비행을 하는지 분석하는 프로그램이다. 해당 프로그램을 통해 분석된 결과는 승무원 교육자료 또는 사고 발생 시, 사고조사용으로 활용된다. 해당 프로그램은 외부 공개가 불가한 자료로서 해당 항공사의 지정된 담당자만이 접근할 수 있는 한계가 있고, 외부 공개가 불가하기 때문에 타사의 데이터와 비교분석이 어렵다. 해외의 경우 국가나 국가 산하기관이 아닌 제3의 기관에서 해당 데이터를 수집하고 분석하기 때문에 데이터 보호에 대한 신뢰를 높일 수 있어 항공사의 FOQA 데이터에 대한 활용이 가능하나 우리나라의 경우 데이터 보호에 대한 신뢰가 해외대비 상대적으로 저조하기 때문에 해당 데이터를 공유 분석하고 활용하기는 쉽지 않은 실정이다.

항공사업자가 생성하고 관리하는 FOQA 데이터 외에 국가에서는 항공안전법을 통해 항공안전데이터를 규정하고 있으며 Table 4와 같이 수집 및 관리를 수행한다. 해당 데이터들은 월간, 분기, 연간 등의 보고서로 발간되거나 국가-항공사 안전회의에 활용되는 등 안전관리 및 증진을 위해 활용되기는 하지만, 해외의 사례와 같이 국가에서 지정한 관리지표 외에 발생할 수 있는 사건에 대한 경향성 모니터링이나 데이터 분석을 통해 사건(Event) 발생 전에 예방적인 활동을 수행할 수 있는 방식에는 활용되고 있지는 않다.

Table 4. Type and definition of aviation safety data

정보유형	정의
고장/결함보고서	항공기 등에 발생한 고장, 결함 또는 기능 장애에 관한 보고
의무보고서	항공기사고, 준사고 및 의무보고 대상 항공안전장애에 대한 보고자료
사고조사보고서	항공기사고, 준사고 및 의무보고 대상 항공안전장애에 대한 사고조사위원회의 조사결과
안전활동보고서	항공안전 활동 과정에서 수집된 자료 및 결과 보고
항공통계	항공사업자(항공협회, 공항공사 등)의 업무 수행 중 수집한 정보 및 통계 자료
공항안전	공항운영자가 항공안전관리를 위해 수집 및 관리하는 자료
해외자료	항공안전을 위해 국제기구 또는 외국 정부 등이 우리나라와 공유한 자료
항공사업법	각종 항공사업을 위해 구축된 시스템에서 수집 및 관리되는 정보
기상	기상업무에 관한 정보의 관리 및 공동활용에 따른 기상정보
레이더	항공운송사업자의 항공안전관리시스템을 통해 수집된 레이더자료 및 분석결과
비행자료	항공운송사업자의 항공안전관리시스템을 통해 수집된 비행자료 및 분석결과
기타	11개 정보유형 이외에 국토교통부령으로 정하는 자료

현행 항공안전관리시스템 운영방식의 시사점과 개선방안

앞서 조사 및 분석한 국내외 법체계와 항공안전이슈관리 현황 및 체계를 분석한 결과, 아래와 같은 시사점을 도출하였다. 첫 번째로 현행 항공안전관리시스템 운영방식은 사후적인 안전관리에 초점이 맞추어져 있다. 국가와 항공사 모두 항공안전 성과지표 및 목표를 설정하여 매달 선정한 지표(Indicator)에 대한 발생 건수, 발생률을 계산하고 연간 목표치를 초과하는지를 점검한다. 해당 지표에 대한 이슈가 발생했을 경우, 해당 건에 대해서 사실 조사를 수행하고, 위험도를 측정, 점수로 평가한 후 점수에 따라 몇 개월 내에 얼마만큼 위험도가 낮아지는지 발생 빈도나 심각도를 평가하고 모니터링하는 방식을 운영한

다. 이와 같은 방식도 사고의 재발을 방지하기 위해 필수적으로 필요한 절차이지만 해당 방식만을 단일적으로 운영할 경우, 지정한 지표나 사후적인 이슈 외에서 발생할 수 있는 위험요인의 이상징후 대해서는 폭넓게 관리하기에는 관리범위가 지정한 지표나 사후적인 이슈 발생유형 등으로 한정되어 있어 어려움이 있을 수 있다.

2021년 8월 14일, 김포에서 제주로 향하던 B항공사의 항공편이 138명의 승객을 태우고 출발해 제주공항 07번 활주로에 착륙을 시도했다. 하지만 착륙을 위해 보조날개를 펴고, 착륙용 바퀴를 내리는 조작이 늦어져 보조날개가 충분히 펼쳐지지 않은 상태로 너무 낮은 고도까지 내려가 항공기에서 경고음이 울렸다. 이러한 경우 착륙을 취소하고 다시 고도를 높이는 ‘복행(Go-Around)’을 수행하는 것이 원칙이나, 그대로 착륙을 강행하였다. 해당 건은 사고를 발생시킬 수 있는 매우 위험한 사건의임에도 불구하고 국토교통부에 의무적으로 보고해야 하는 ‘항공안전장애’에는 해당하지 않는다. 이러한 사례는 지금과 같이 사후적인, 보고체계 중심으로 안전관리를 수행하기에는 인적, 환경적인 위험요인 및 이상징후가 어느때에 발생할지 알 수 없다는 점을 보여주는 대표적인 사례이다.

FAA ASIAs의 지상접근경보장치(GPWS) 오류 경보 분석을 통해 시스템 개선, 공항 접근 절차 수정 등 실제 사고가 발생하기 전에 안전을 증진 시킨 사례나 IATA에서 항공기의 높은 에너지와 불안정 접근의 주요 원인을 항공기 운항데이터를 통해 도출하고 안전대책을 마련한 사례와 같이, 우리나라 또한 항공안전데이터를 활용해서 이상징후를 탐지하고 분석한다면 사후적 안전관리 외에 예방적 안전관리도 진행할 수 있을 것이다.

두 번째로는 항공안전데이터의 수집의 종류 및 기간에 대한 확장과 수집한 데이터에 대한 정의 및 분류가 필요하다. 앞서 선제적 안전관리를 수행한 사례를 가지는 FAA 경우, 데이터의 정의가 명확하고, 데이터의 수집·생성·연결·저장·제공하는 공유플랫폼을 구성하여 효율적으로 수집 관리할 수 있게 운영하고 있다. 이러한 데이터는 항공사, 일반항공, 정부기관, 국제기관, 기업체, 항공기제작사, 정비조직, 대학 등 다양한 기관이 참여하여 항공안전 분석에 필요한 데이터를 도출하기 위해, 항공기시스템 데이터, 날씨, 관제보고, 구역, 운항, 항적, 보고서 등 다양한 데이터들을 수집한다. 다양한 데이터의 수집 및 관리 체계가 일원화되고 복합적으로 분석할 수 있는 환경이 마련되어 있기 때문에, 많은 데이터를 이용하여 이상징후를 도출하고 도출한 사안을 바탕으로 예방적 안전관리 방안을 분석, 활용할 수 있는 것이다.

그에 반해 우리나라는 Table 4에서 정리한 바와 같이 12종의 데이터를 항공안전데이터로 한정하고 있으며, 해당 데이터도 해외와 같이 수집체계나 연결이 원활하지 않고 모두 분리되어 있다. 이러한 문제로 데이터 간의 연결이나 복합 등이 제한적이고, 「항공안전데이터 처리 및 활용에 관한 규정」에서 조차 데이터에 대한 정의나 분류가 되어있지 않아 데이터 자체를 활용하기에는 기반 마련이 부족한 실정이다. 항공안전기술원의 항공안전데이터분석센터가 출범하면서, 국가가 수집하는 안전보고 및 자율보고에 대한 종합적인 비교분석, 안전정보 전파를 위한 연구를 수행하고 있지만, 아직까지 다양한 항공안전데이터를 수집하고 관리, 분석하기에는 인프라 및 인력, 제반 기술의 개발이 필요한 실정이다. 또한 항공안전데이터 운영 체계는 타 산업군의 데이터 운영 및 관리체계와 다르게 데이터 수집에 있어 비정형데이터와 정형데이터에 대한 구분이 명확하지 않고, 수집 주기, 방식, 형식 등을 명확히 정의하고 있지 않다. 이렇기 때문에 다양한 산업군에서 적용하고 있는 머신러닝이나 AI, 복합적인 데이터 분석에 한계가 발생하며, 데이터 전처리, 데이터 관리와 분석, 활용 부분 또한 데이터 활용에 대한 지원과 기술 개발의 부족으로 현재까지는 국가항공안전프로그램 및 항공안전관리시스템에서 운영하고 있는 보고 중심의 사후 조사체계 및 지표중심 관리체계로 구성 및 운영되고 있다.

이러한 점을 개선하기 위해서는 우선적으로 항공안전데이터에 대한 정의와 수집체계, 분석대상 이상징후를 도출하고 연구할 수 있도록 데이터 분석환경 및 공유체계를 마련해야 할 것이다.

마지막 개선점으로는 안전문화의 정착이다. 해외의 경우 데이터를 공유하고 활용함에 있어, 데이터 제공자에 대한 비식별, 비처벌을 보장하고 데이터를 분석하고 처리하는 기관을 국가기관이 아닌 제3의 기관으로 지정함으로써 국가의 강압이 아닌 데이터 공유와 분석에 대한 상호 간의 자율적이고 신뢰 높은 문화를 형성해나가고 있다. 하지만 우리나라의 경우 항공 안전보고제도를 통해 항공종사자들이 항공운항 안전을 저해하거나 우려가 있는 사건, 상태, 상황 발생 시 이를 보고하고, 비식별화를 통해 내용을 일반화한 후 항공종사자, 및 관련기관, 단체 등에 전파하는 방법으로 안전 저해요인을 사전에 인지 및 전파하여 개선할 수 있도록 정보를 제공하지만, 해당 내용이 자세하거나 긴밀할 경우 어떤 사람이 보고했는지 알 수 있다는 문제에, 보고행위 자체가 활발하지 않다. 또한 항공사에서 생성되는 데이터나 관제음성데이터의 경우에도 제3의 기관이 아닌 국가에서 분석할 경우 비식별화에 대한 믿음이나 비처벌주의로 처리하기보다는 처벌지향적일 것이라는 우려로 인해 분석에 활용한 사례가 전무하다고 볼 수 있다. 이러한 문제점을 개선하기 위해서는 오랜 시간이 걸리더라도 데이터 제공 시 해당 내용으로 처벌이나 별도의 제재를 가하지 않는다는 것을 신뢰할 수 있도록 국가와 산업계 간의 신뢰와 문화의 정착이 필요할 것이다.

결론

본 연구는 기존 운영하고있는 항공안전관리시스템과 더불어 데이터를 기반으로 한 예방적 안전관리방식의 운영 및 활성화를 위한 방안을 제시하고자 하는 목적으로 진행하였다.

과거와 달리, 예측하기 어려운 사건 사고들이 지속적으로 발생하고 있다. 이를 대비하기 위해 발생가능성을 예상하고 사고를 예방하기 위해 데이터를 활용한 다양한 기술들이 개발되고, 활용되고 있다. 이러한 변화의 시점에서 항공안전 또한 기존의 고전적인 방식뿐만 아니라 선제적이고 예방적인 항공안전관리방식의 도입이 필요하다.

COVID-19이나 신기체 도입, 운항환경 등의 변화와 같이 예측할 수 없는 미래의 항공산업에서는 사후관리 중점의 안전관리방식의 유지도 필요하지만, 데이터를 활용해 이상징후를 파악하고 분석하여 사전적으로 이상징후와 위험 경향을 감소시키는 방식을 지향해야 할 것이다. 또한 우리나라 항공안전을 보다 효과적으로 수행하기 위해서는 데이터에 대한 이해와 분석, 공유, 보호에 대한 부분을 더욱 강화시켜야 할 것이다.

이러한 항공안전데이터 분석 사이클을 유지하기 위해서는 데이터 기반 안전관리교육 및 안전홍보 활동의 확대를 통한 안전문화(Safety Culture)의 정착과 확산이 필요하고, 데이터 공유 및 분석에 대한 인식 전환이 필요하다. 이러한 인식 전환에는 국가기관의 지원이 가장 우선적으로 필요하며, 국가에서는 예방적 항공안전관리와 데이터를 활용한 안전관리 기술에 대한 연구와 협력을 진행해야 할 것이며 항공사와 공항, 기타항공산업운영자와의 신뢰높은 안전문화 확립에 힘을 써야 할 것이다. 항공산업계에서도 새로운 안전관리방안의 마련에 대한 방안을 함께 강구하고 협력하여 데이터 기반의 예방적 항공안전관리방식이 제고될 수 있도록 힘써야 할 것이다.

Acknowledgement

본 연구는 국토교통부 항공선진화사업의 일환으로, “빅데이터 기반 항공안전관리 기술개발 및 플랫폼 구축”사업의 4단계 (2023년도) 연구를 통해 수행되었습니다.

References

- [1] Byeon, H.Y. (2022). "A study on how to operate a data-based aviation safety management system." The Korea Industrial Convergence Association 2022 Spring Conference, p. 37.
- [2] Dou, X. (2020). "Big data and smart aviation information management system." *Cogent Business & Management*, Vol. 7, No. 1, 1766736.
- [3] ICAO (2018). Doc.9859, Safety Management Manual. 4th edition.
- [4] ICAO (2019). ANNEX 19, Safety Management. 2nd edition.
- [5] KIAST (2022). Korea Aviation Safety Circular 1Q.
- [6] Kim, C.T. (2018). Key Elements and Practice Methods of the Aviation Safety Management System (SMS). Forest Aviation Safety Battery No. 24.
- [7] Kim, J.H., Lim, J.J., Park, Y.R., Lee, J.R. (2021). "Requirements for operation procedure and plan for the Korean aviation safety big-data platform based on the case of FAA ASIAs." *Journal of the Korean Society for Aviation and Aeronautics*, Vol. 29, No. 4, pp. 105-116.
- [8] Korean Aviation Association (2022). Aviation Market Trend & Analysis No. 122.
- [9] Lališ, A., Socha, V., Křemen, P., Vittek, P., Socha, L., Kraus, J. (2018). "Generating synthetic aviation safety data to resample or establish new datasets." *Safety Science*, Vol. 106, pp. 154-161.
- [10] Ministry of Land, Infrastructure and Transport (2020). Guidelines for Approval and Monitoring of the Aviation Safety Management System, Order No. 1330, October 22, 2020.
- [11] Ministry of Land, Infrastructure and Transport (2020). National Aviation Safety Program, Notice No. 2020-751, October 21, 2020.
- [12] Ministry of Land, Infrastructure and Transport (2020). Regulations on the Processing and Utilization of Aviation Safety Data, Order No. 1290, April 3, 2020.
- [13] Ministry of Land, Infrastructure and Transport (2022). Article 130 of the Enforcement Rules of the Aviation Safety Act (approval of the Aviation Safety Management System, etc.), Ordinance No. 1167, December 9, 2022
- [14] Ministry of Land, Infrastructure and Transport (2022). Article 58 of the Aviation Safety Act (National Aviation Safety Program, etc.), Act No. 18952, June 10, 2022.
- [15] So, J.S., Lee, C.G. (2014). "Legal consideration on aviation safety management." *Aerospace Policy and Law Journal*, Vol. 29, No. 1, pp. 3-32.