

공군 항공관제통합관리체계 내 안전보고 사례분석을 통한
지역(기지)별 위해요인 식별 및 개선 연구이학봉^{1,†}¹공군 항공안전단A Study on the Identification and Improvement of Risk Factors by Region
through Case analysis of Safety report in the ROKAF Integrated Air Control
Management SystemHakbong Lee^{1,†}¹ROKAF Aviation Safety Agency

Abstract

This study aims to analyze safety reports received through the recently added SMS safety self-report in the Air Force's "integrated air control management" system, identify hazards, present improvements by region (base), and lay the foundation for future data-based safety management. To identify risk factors, it was first classified by base based on data classified into 16 groups in the autonomous reporting system, and second classified in detail based on the type and description. Risk factors were analyzed for the most reported control cooperation (306) items, and improvements were derived by dividing risk factors into information sharing, regulations, procedures, education, training, and equipment items based on the analysis results. It was confirmed that risk factors and specific improvements vary by base (12), which is important data that can present statistical analysis and the direction of safety management in the flight control field by base (region). In addition, since there is no data-based risk factor analysis study for each specific base (region), it can be used in the future as basic research data for data-oriented safety management.

초 록

본 연구는 공군에서 운영되고 있는 “항공관제통합관리”체계 내 최근 추가된 항공안전관리시스템(SMS) 안전 자율보고를 통해 접수된 안전보고 사례를 분석하여, 위해요인을 식별하고, 해당 지역(기지)별 개선사항을 제시하여, 향후 데이터 기반의 안전관리를 수행할 수 있는 기초를 마련하기 위함이다. 위해요인 식별을 위해 자율보고체계 내 16개로 분류된 데이터를 기반으로 1차적으로 기지별 분류를 하였고, 기종 및 기술된 내용을 기반으로 세부적으로 2차 분류하였다. 가장 많은 보고가 이루어진 관제협조(306건) 항목에 대하여 RCIAA(Reporting, Category, Identification, Analysis, and Action, 이하 RCIAA)과정(연구자 작성)을 거쳐 위해요인을 분석하였으며, 분석한 결과를 토대로 위해요인을 크게 정보 공유, 규정, 절차, 교육·훈련 및 장비 항목으로 나누어 개선사항을 도출하였다. 위해요인 및 특정 개선사항이 기지별(12개)로 상이함을 확인할 수 있었으며, 통계적 분석을 바탕으로 기지(지역)별 운항관제분야 안전관리의 방향을 제시할 수 있는 근거로 활용할 수 있다. 또한, 민·군을 통틀어 특정 기지(지역)별 데이터 기반의 위해요인 분석 연구가 부족한 점에 비추어 볼 때 데이터를 기반으로 한 안전관리의 중요성을 재확인 할 수 있는 결과로 제시할 수 있을 것으로 사료된다.

Key Words : Safety Report(안전보고), Risk Factors(위해요인), ROKAF Integrated air control management system(공군 항공관제통합관리체계), Aviation Safety voluntary reporting System(항공안전자율보고시스템), Safety Management System(항공안전관리시스템)

1. 서 론

Received: May 01, 2023 Revised: Jul. 13, 2023 Accepted: Jul. 25, 2023

† Corresponding Author

Tel: *** - **** - **** E-mail:Leehb0911@naver.com

© The Society for Aerospace System Engineering

항공안전 자율보고제도(KAIRS: Korea Aviation
Voluntary Incident Reporting System)는 국제민간항

공협약 부속서 19(안전관리)에 따라, ‘국가는 의무보고 제도를 통해 포착되지 않는 안전 데이터와 정보를 수집하기 위해 자율보고제도를 운영하여야 한다.’는 국제 표준에 근거하여 만들어진 제도이다.[1] 이벤트와 관련된 데이터를 수집 및 활용하는 시스템은 美 항공우주국(NASA) ASRS(Aviation Safety Reporting System), 국토교통부의 보고시스템이 대표적이다.[2] 민간항공사의 조종사, 정비사, 운항관리사 및 객실승무원 등 항공종사자를 비롯하여 항공안전에 저해하거나, 저해할 우려가 있다고 판단되는 상태나 상황 또는 사건을 접하거나 알게 된 경우 자율적으로 보고하도록 하고 있다.[3] 우리나라는 한국교통안전공단(항공안전처)에서 수행하고 있으며, 각 분야(조종, 관제, 정비 및 객실) 전문 분석위원들이 정기적인 분석 회의를 통해 심층 검토 및 분석하여 발굴된 주요 위해요인과 개선 조치 사항 중 긴급 개선이 필요한 경우에는 관계법규에 따라 긴급전파 등 적절한 조치를 취하고 있다.[4] 위해요인 식별과 개선을 위한 연구 중 신옥식(2008)은 관제 안전정보 관리체계 개선을 위한 연구에서 실무에러 탐지와 다양한 안전정보 분석을 위해 자율보고제도 체계의 필요성을 언급하였고, 김재운(2009)은 자율보고제도 활성화 요인 분석에서 위해요인과 사고의 연계성 분석을 위해 자율보고를 활용한 바 있다.[5][6] 백현진 등(2022)은 안전정보데이터를 사용한 위해요인 위험도 정량적 평가기법 연구에서 식별된 위해요인이 위험도와 심각도를 기반으로 정량적 평가가 이루어져야 하며, 이를 지표화하여 안전의사결정에 활용하는 연구 방법을 제시하였으며, 손병현(2011)은 한·미 연합 항공관제체계 통합 구축방안에서 관제 관련 상호 추적 및 공유 차원의 비행 정보 공유체계의 단계적 구축방안을 제시한 바 있다.[7][8] 현재 美 공군에서는 공군 조종사를 대상으로 ASAP(Airman Safety Action Program) 프로그램을 통해 비행 전·후 수집된 이벤트와 위해요인(Hazards) 데이터를 활용하여 예방적(Proactive) 안전관리를 수행하는데 활용하고 있는 실정이다.[9] 항공안전자율보고제도의 필요성을 인식한 대한민국 공군은 2016년 “통합안전관리” 시스템을 구축하였고, 2020년도 후반 비행분야에 적용해 오고 있는 항공안전관리시스템(Safety Management System, 이하 SMS)을 운항관제분야로 확대 적용하여 시범운영 중에

있다.[10][11] 우리나라의 인천공항을 제외한 대부분 공항(김해, 대구, 포항, 청주, 원주, 광주, 사천, 군산 등)이 民·軍 합동으로 관제 및 공역을 통제함으로 이로 인해 이·착륙 및 관제권 내 항공기 통제 간 다수의 위험요소가 존재하며, 이는 위에 언급한 체계를 통해 식별이 가능하다.[12][13] 그러나 이렇게 식별된 데이터의 경우, 단순 데이터 축적 외에 위해요인 분석을 통한 개선사항과 안전관리 차원의 활용도가 미흡한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 공군에서 운영되고 있는 “항공관제통합관리”체계 내 안전자율보고를 통해 보고 및 접수된 운항관제분야 안전보고 사례 데이터를 분석하여, 위해요인을 식별하고, 해당 지역(기지)별 개선사항을 제시하여 향후 民·軍 차원의 데이터 공유를 통한 종합적 안전관리의 필요성과 중요성을 강조하고자 한다.

2. 본 론

2.1 공군 SMS 운영

항공안전관리시스템(SMS)의 기본 구성요소(안전정책, 위험관리, 안전보증, 안전증진)를 기반으로 공군의 규제/승인부서는 XX본부, 운영관리는 XX사령부(안전관리자 1명), 운영 실무부서는 각 비행단(지역안전관리자)으로 구성되어 있다. SMS 구성요소 내 자율보고제도는 통상 안전보증에 속해 있는데, 공군에서 운영하는 안전 관련 지침서 내에 안전보증 활동이라는 규정을 통해 자율보고제도를 운영하고 있다. 또한, 운영지침을 기반으로 항공관제통합관리체계 내 SMS 항목을 신설하여 자율보고제도 및 위험/안전평가에 대한 사항들을 공유하도록 권고하고 있다.[14]

2.2 공군 항공관제통합관리체계

Figure 1과 같이 항공관제통합관리체계 내 SMS 안전자율보고를 통해 운항·관제분야 모든 임무 요원로부터 이벤트(Event) 내용을 전달받아 각 비행단 업무담당자가 각 4건씩 매달 제출하도록 의무화하고 있다. 통상, 민간의 안전자율보고는 항공종사자 및 누구나 이벤트가 식별되었을 경우, 자유롭게 보고하는 것이 원칙이지만, 공군은 초기 안정적인 제도 정착과 자료수집을 위해 매달 제출하도록 의무화하여 운영하고 있으며, 차츰 데이터의 양을 고려하여 자유롭게 보고가

이루어질 수 있도록 제도를 개선하고 있다.[15]

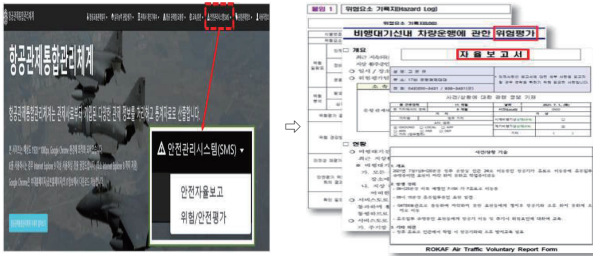


Fig. 1 Integrated Air Control Management System

보고된 내용은 Fig 2와 같이 16개의 대분류 요인(항공기 결함, 근접조우, TCAS(Traffic Alert and Collision Avoidance, System 이하, TCAS) 발생, 비행절차, 비행조작, 관제지시, 관제협조, 관제환경, 항행안전시설, 비행시설물, 조류/조수활동, F.O.D(Foreign Object Damage, 이하 F.O.D), 지상사고, 악기상, 공역 및 기타)으로 분류가 이루어진다.



Fig. 2 Voluntary Reporting Classification Items

2.3 안전자율보고 현황 분류

항공관제통합관리체계 내 안전자율보고는 '20. 10. 12. 최초 보고 이후 현재('22. 11. 30. 기준)까지 약 1,981건의 보고가 이루어졌다.

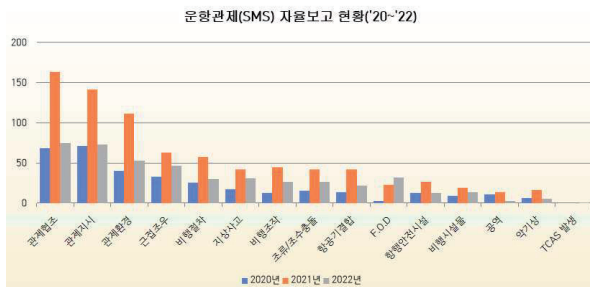


Fig. 3 SMS Voluntary Reporting from 2020 to 2022

전체 1,981건 중 항공기 결함(78건), 근접조우(142건), TCAS 발생(1건), 비행절차(112건), 비행조작(84

건), 관제지시(285건), 관제협조(306건), 관제환경(204건), 항행안전시설(52건) 비행시설물(42건), 조류/조수활동(83건), F.O.D(58건), 지상사고(90건), 악기상(27건), 공역(28), 기타(389건)로 나뉘며 각각의 발생 보고 건수 중 총 건수를 기반으로 가장 많은 건수별 우선순위를 분석하면, Fig 3과 Table 1와 같다.

Table 1 SMS Voluntary Reporting from 2020 to 2022

건수별 순위	자율보고 분류	건수(year)			비고 (계)
		2020	2021	2022	
①	관제협조	68	163	75	306
②	관제지시	71	141	73	285
③	관제환경	40	111	53	204
④	근접조우	33	63	46	142
⑤	비행절차	25	57	30	112
⑥	지상사고	17	42	31	90
⑦	비행조작	13	45	26	84
⑧	조류/조수활동	15	42	26	83
⑨	항공기결함	14	42	22	78
⑩	F.O.D	3	23	32	58
⑪	항행안전시설	13	26	13	52
⑫	비행시설물	9	19	14	42
⑬	공역	11	14	3	28
⑭	악기상	6	16	5	27
⑮	TCAS 발생	0	0	1	1
⑯	기타	80	185	124	389
총	-	418	989	574	1,981

안전자율보고를 통해 보고된 총 1,981건의 내용 중 관제협조와 관련된 보고 건수가 306건으로 가장 많으며, 이어서 관제지시, 관제환경, 근접조우, 비행절차, 지상사고, 비행조작, 조류/조수활동, 항공기결함, F.O.D, 항행안전시설, 비행시설물, 공역, 악기상, TCAS 발생순으로 보고되고 있으며, 기타 자율보고로는 공항 주변 소음, 무인기, 레이저광선, 주파수 등과 같은 다양한 내용이 포함되어 있으며, 상세분석은 다음과 같다.

2.3.1 안전자율보고현황분류(분야별/연도별)

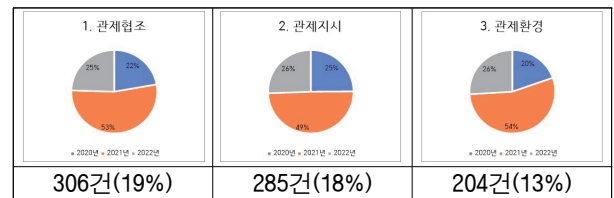


Fig. 4 Voluntary Reporting(Coordination/Instruction/Environment)

Figure 4와 같이 전체 1,592건 중 관제협조는 306건 (19%)을 차지하고 있으며, 연도별로는 2021년 163건 (53%), 22년 75건(25%), 20년 68건(22%)으로 분석되었다. 두 번째로 보고가 많은 관제지시는 285건 (18%), 연도별로는 2021년 141건(49%), 22년 73건 (26%), 20년 71건(25%)으로 분석되었으며, 관제환경은 204건(13%), 연도별로는 2021년 111건(54%), 22년 53건(26%), 20년 40건(25%)으로 분석되었다.

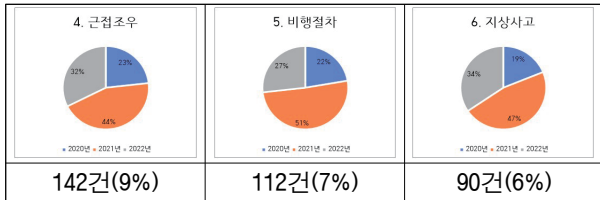


Fig. 5 Voluntary Reporting(Near-miss/Procedures/Ground)

이어서 Fig. 5와 같이 근접조우는 142건(9%)을 차지하고 있으며, 연도별로는 2021년 63건(43%), 22년 46건 (32%), 20년 33건(23%)으로 분석되었으며, 비행절차는 112건(7%), 연도별로는 2021년 57건(51%), 22년 30건 (27%), 20년 25건(22%)으로 분석되었고, 지상사고는 90건(6%), 연도별로는 2021년 42건(47%), 22년 31건 (34%), 20년 17건(19%)으로 분석되었다.

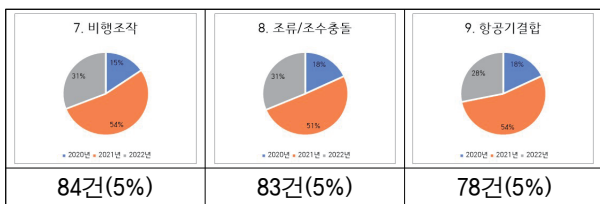


Fig. 6 Voluntary Reporting(Flight-Control/Bird-strike/Defect)

Figure 6과 같이 비행조작은 84건(5%)을 차지하고 있으며, 연도별로는 2021년 45건(54%), 22년 26건(31%), 20년 13건(15%)으로 분석되었고, 조류/조수충돌은 83건(5%), 연도별로는 2021년 42건(51%), 22년 26건 (31%), 20년 15건(18%)으로 분석되었으며, 항공기결함은 78건(5%), 연도별로는 2021년 42건(54%), 22년 22건(28%), 20년 14건(18%)으로 분석되었다.

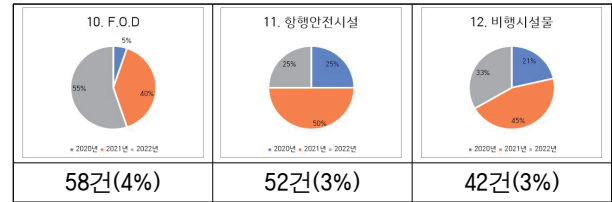


Fig. 7 Voluntary Reporting(F.O.D/Navigation/Facilities)

F.O.D는 58건(4%)의 보고 중 연도별로는 2022년 32건(55%), 21년 23건(40%), 20년 3건(5%)으로 분석되었으며, 항행안전시설은 52건(3%), 연도별로는 2021년 26건(50%), 22년 13건(25%), 20년 13건(25%)으로 분석되었고, 비행시설물은 42건(3%), 연도별로는 2021년 19건(45%), 22년 14건(33%), 20년 9건(21%)으로 분석되었으며, Fig. 7과 같다.

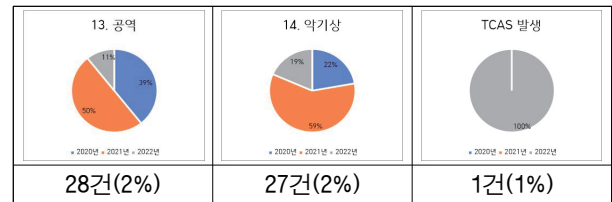


Fig. 8 Voluntary Reporting(Airspace/Severe Weather/TCAS)

Figure 8과 같이 공역과 관련된 보고는 전체 자율보고 건수 1,592건 중 28건(2%), 연도별로는 2021년 14건(50%), 20년 11건(39%), 22년 3건(11%)으로 분석되었고, 악기상 관련 보고는 27건(2%), 연도별로는 2021년 16건(59%), 20년 6건(22%), 22년 5건(19%)으로 분석되었으며, TCAS 발생 보고는 전체 1건(1%)으로 분석되었다.

2.3.2 안전자율보고현황 분류 종합

2020년 10월 최초보고를 시작으로 2022년 11월 30일까지의 연도별/분야별 평균을 비교, 분석하여 이를 종합하면 Fig. 9와 같이 전체 1,592건 중 2021년이 804건(51%)으로 가장 많이 보고가 이루어졌으며, 2022년 450건(28%), 2020년 338건(21%) 보고되었다.

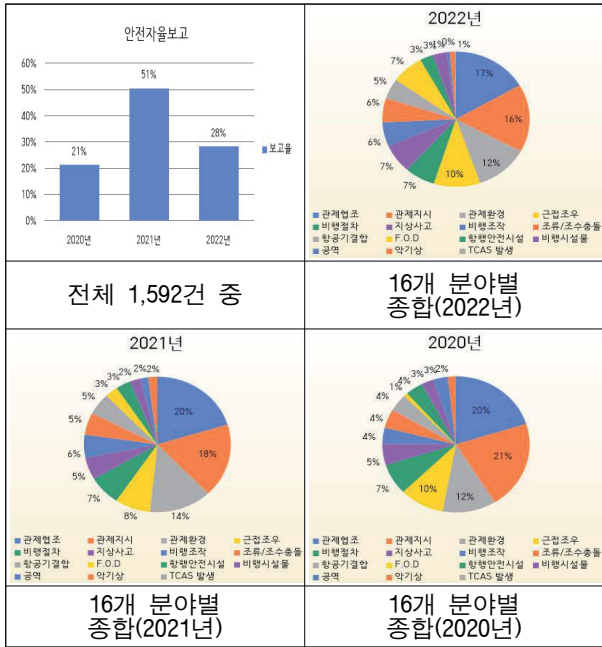


Fig. 9 Total SMS Voluntary Reporting(Category/Year)

현황 종합을 기초로 세부적으로는 2020년은 관계 지시가 총 338건 중 71건(21%)으로 가장 많았고, 2021년과 2022년 관계협조가 각각 총 804건 중 163건(20%), 총 450건 중 75건(17%)로 가장 많은 보고가 이루어졌으며, 16개의 분야별/연도별 분포를 살펴보면 2020년 약 3개월간 총 338건 중 가장 많이 보고된 관계 지시에 이어 관계 협조 68건(20%), 관계환경 40건(12%), 근접 조우 33건(10%), 비행절차 25건(7%), 지상사고 17건(5%), 조류/조수충돌 15건(4%), 항공기결함 14건(4%), 비행조작 13건(4%), 항행안전시설 13건(4%), 구역 11건(4%), 비행시설물 9건(3%), 악기상 6건(2%), F.O.D 3건(1%) 순으로 분석되었다. 2021년 1월부터 12월까지의 보고를 살펴보면 총 804건 중 가장 많이 보고된 관계 협조에 이어 관계 지시 141건(18%), 관계환경 111건(14%), 근접 조우 63건(8%), 비행절차 57건(7%), 비행조작 45건(6%), 지상사고 42건(5%), 조류/조수충돌 42건(5%), 항공기결함 42건(5%), 항행안전시설 26건(3%), F.O.D 23건(3%), 비행시설물 19건(2%), 악기상 16건(2%), 구역 14건(2%), 순으로 분석되었다. 마지막으로 2022년 1월부터 11월까지의 보고를 살펴보면 총 450건 중 관계 협조 75건(17%), 관계 지시 73건(16%), 관계환경 53건(12%), 근접 조우 46건(10%), F.O.D 32건

(7%), 지상사고 31건(7%), 비행절차 30건(7%), 비행조작 26건(6%), 조류/조수충돌 26건(6%), 항공기결함 22건(5%), 비행시설물 14건(3%), 항행안전시설 13건(3%), 악기상 5건(1%), 구역 3건(1%), TCAS 발생(1건)순으로 분석되었다.

2.4 위해요인 식별 및 사례분석

위해요인을 식별하는 방법은 연구자가 각 보고 내용을 정독하며, 위해요인으로 판단되는 항목에 표시(□)를 했으며, 공통적이고 주관적 입장에서 위해요인이라고 식별되는 요인들을 종합하였다. 앞서 언급한 1,592건의 사례 중 보고 건수가 가장 많은 관계협조(306건)에 대한 내용을 분석하되 사후적(Reactive) 관리 차원의 229건('20. 10 ~ '21. 12)에 대한 상세분석을 수행하여, 나머지 분류에도 적용할 수 있도록 접근방법을 제시하고자 한다.

2.4.1 보고 및 조치 절차

자율보고체계를 통해 축적되고 있는 안전 데이터는 Fig 10과 같이 보고(Reporting) → 분류(Category) → 식별(Identification) → 분석(Analysis) → 조치(Action)의 RCIAA 과정을 거쳐 앞서 언급한 229건에 대한 위해요인 분석을 실시하였다.

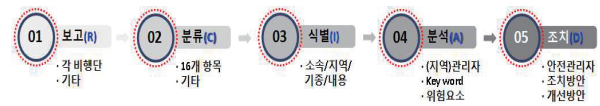


Fig. 10 Reporting and Action Process(RCIAA by Researcher)

1) 분류 및 식별

자율보고체계 내 16개로 분류된 데이터를 기반으로 1차적으로 기지별 분류하였고, 기종 및 기술된 내용을 기반으로 세부적으로 2차 분류하였다. 위해요인 식별을 위해 보고 건수가 많은 순으로 정리하여 재구성하였으며, 보고서의 내용 중 사건/상황 기술 내용을 정독하여, 위험요소로 인식되는 주요 위해요인(Key word)을 식별하는 과정을 거친다.[16] 사례 229건(관계협조)을 월별/기지별로 정리하면 Table 2과 같다.

Table 2 Number and Percentage Ratio of SMS Voluntary Report by Base

기지	세부	2020년			2021년												계	계
		10월	11월	12월	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월		
A-1	접수(건)	4	2	5	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	2	0	16	16
	항목비율(%)	25%	13%	31%	0%	0%	0%	0%	0%	6%	6%	0%	6%	0%	13%	0%	100%	7%
B-1	접수(건)	0	0	2	1	2	1	1	0	2	2	1	0	1	0	2	15	15
	항목비율(%)	0%	0%	13%	7%	13%	7%	7%	0%	13%	13%	7%	0%	7%	0%	13%	100%	7%
C-1	접수(건)	0	4	1	2	2	0	1	1	5	0	3	0	0	0	19	19	
	항목비율(%)	0%	21%	5%	11%	11%	0%	5%	5%	26%	0%	16%	0%	0%	0%	100%	8%	
D-1	접수(건)	2	0	0	1	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	6	6	
	항목비율(%)	33%	0%	0%	17%	33%	0%	17%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%	3%	
E-1	접수(건)	6	1	0	1	0	0	1	1	4	0	0	0	1	0	15	15	
	항목비율(%)	40%	7%	0%	7%	0%	0%	7%	7%	27%	0%	0%	0%	7%	0%	100%	7%	
F-1	접수(건)	0	3	1	1	4	3	4	3	2	2	4	1	0	1	30	30	
	항목비율(%)	0%	10%	3%	3%	13%	10%	13%	10%	7%	7%	13%	3%	0%	3%	3%	100%	13%
G-1	접수(건)	3	3	3	1	1	1	1	0	0	0	1	3	0	0	17	17	
	항목비율(%)	18%	18%	18%	6%	6%	6%	6%	0%	0%	0%	6%	18%	0%	0%	100%	7%	
H-1	접수(건)	0	4	0	4	5	3	2	0	1	3	3	0	0	2	3	30	30
	항목비율(%)	0%	13%	0%	13%	17%	10%	7%	0%	3%	10%	10%	0%	0%	7%	10%	100%	13%
I-1	접수(건)	6	1	3	1	0	3	1	1	0	3	1	3	3	0	2	28	28
	항목비율(%)	21%	4%	11%	4%	0%	11%	4%	4%	0%	11%	4%	11%	11%	0%	7%	100%	12%
J-1	접수(건)	2	0	0	5	0	0	0	2	0	0	0	0	0	1	0	10	28
	항목비율(%)	7%	0%	0%	18%	0%	0%	0%	7%	0%	0%	0%	0%	0%	4%	0%	36%	12%
K-1	접수(건)	0	8	1	0	0	0	0	0	0	0	6	5	0	3	12	35	35
	항목비율(%)	0%	23%	3%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	17%	14%	0%	9%	34%	100%	15%
L-1	접수(건)	0	2	1	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	8	
	항목비율(%)	0%	25%	13%	38%	25%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%	3%	
총	접수(건)	23	28	17	20	18	11	12	8	15	11	19	13	5	9	20	229	229
	항목비율(%)	10%	12%	7%	9%	8%	5%	5%	3%	7%	5%	8%	6%	2%	4%	9%	100%	100%

세부적으로 비교하면 '20년 66건에서 '21년에 153건 (131.8%)으로 87건 증가하였지만, 이는 '20년의 경우, 약 3개월(10월~12월)까지의 보고이므로 '21년 총 12개월의 보고 내용과 비교하였을 때 상대적으로 증가하였다고 볼 수 없다. 월별로는 219건 중 '20년 11월 28건(13%)으로 가장 많았으며, 10월 23건(10%), '21년 1월과 12월 각 20건(9%), 8월 19건(8%), 2월 18건(8%), '20년 12월 17건(7%), '21년 6월 각 15건(7%), 9월 13건(6%), 4월 12건(5%), 3월과 7월 각 11건(5%), 11월 9건(4%), 5월 8건(3%), 10월 5건(2%)으로 관제협조 관련 위해요인이 식별되었고, Fig. 11과 같다.

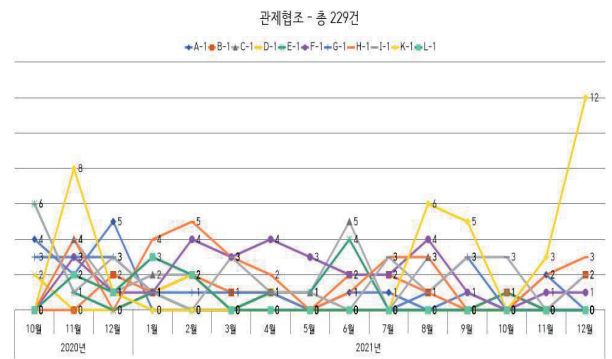


Fig. 11 Number of Reporting Comparison between Bases by month

3. 분석 결과

3.1 기지별 위해요인 분석

기지별 분석에 따른 위해요인은 크게 정보공유의 미흡, 교육·훈련 부족, 절차의 부재, 규정 미준수, 일부 장비의 결함으로 분류할 수 있다. Fig 12에서 보는 바와 같이 공군에서 운영하는 기지별 분포를 크게 A point(G-1, E-1, I-1, L-1), B point(J-1, D-1, K-1, H-1), C point(A-1), D point(F-1, B-1, C-1)로 나누었으며, 각 Point에 위치한 기지별 주요 위해요인을 세부적으로 분석하였다.

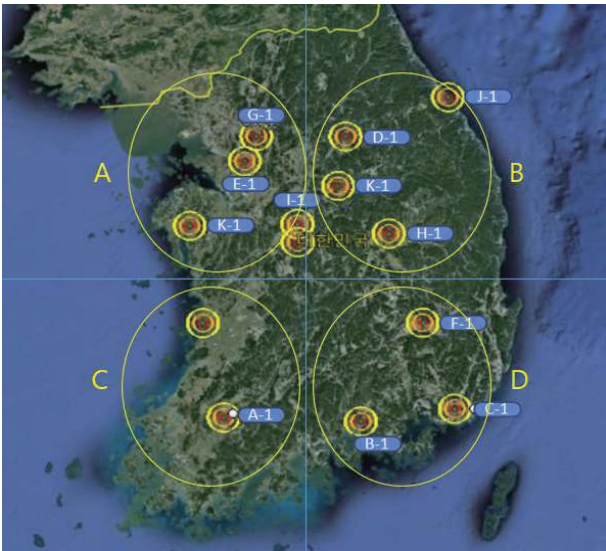


Fig. 12 Waypoint of each base

3.2 기지별 주요 위해요인(key word) 및 사례분석

3.2.1 A-1 ~D-1 waypoint

Waypoint(A-1, B-1, C-1, D-1) 사례 55건 중 항로 변경 및 미식별 항적, 비행계획 변경, 기상변화 및 다수의 항적 정보 미제공으로 인한 보고, 즉 정보제공 미흡이 가장 많으며, 이는 이·착륙 관제사, 접근 관제사 및 항로 관제사 업무 수행 간 긴밀한 정보공유와 관제 협조에 대한 공동의 인식 개선 노력이 필요할 것으로 사료 된다. 고도 및 항로 미준수(합의사항 미준수)로 인해 군과 민의 항공기간 근접 조우 발생이 빈번하므로 이는 다수의 항적이 중복되는 항로의 규정개선이 필요하며, 아울러 이러한 위험 상황 발생 시 이를 협조하기 위한

관계기구(TWR: Tower/RADAR/APP: Approach) 관제사 및 MCRC 통제사) 간 규정화되어 있지 않은 관제 협조 미흡 상황이 빈번하고, 민간항공기 운영기관과의 사전 협조 미흡 및 정보제공 미흡, 공역 통제, NOTAM (Notice to Airmen, 이하 NOTAM), 제한 구역, 레이더 유도 제한 등 이를 개선하기 위한 절차 개선사항이 다수 식별되었다. 또한, 관제권 이양 시 항적 분리 및 이·착륙 간격 분리 미흡, 조종사&관제사 의도(Intention) 식별 불가, 장비 사용 및 Read-back 미실시, 교신 불량 시 조치 미흡, Point-out 인지 및 인식 미흡, 변경사항에 대한 정보발부 미실시, 조종사 의도 및 비 표준관제용어 사용 등과 같은 관제 미숙으로 인한 교육·훈련의 필요성이 일부 개선사항으로 식별되었으며, 종합은 Fig 13과 같다.

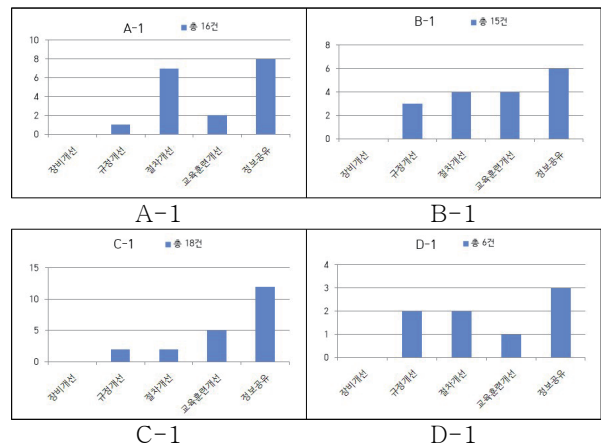


Fig. 13 Improvement factors of A-1~D-1 Waypoint

3.2.2 E-1 ~ H-1

Waypoint(E-1, F-1, G-1, H-1) 사례 92건 중 입·출항 항공기에 대한 관제 중 다수의 항적(Traffic)에 대한 정보제공 미흡 및 누락, 조류충돌 정보 교환 지연, 관제 조언 및 협조 미흡/불이행, 요청사항 미 협조, 관제 구역 침범, 사전 미협조, 항적 난기류 및 게이트 변경정보 지연 제공, 제공된 항적 정보 미 일치, 근접 항적 및 조우 정보 미제공 등 관제 협조 미흡으로 인한 지연 발생, 항공기 분리 미흡과 절차 미준수, 미허가에 따른 공역 침범, 출항 경로와 다른 비행 및 항적 미 인지 등을 개선하기 위한 관제의 애로사항이 많은 부분 식별되었으며, 타 기관의 무허가 고도 변경과 같은 합의서 위반사항에 대한 후속 조치, 조종사의 접근절차

속지 미흡, GCA BRS(Ground Controlled Approach Basic Radar Service, 이하 GCA BRS) 미지원 상황에서의 외래기 VFR 접근 정보제공 미흡 등 이를 위한 공동의 개선사항으로 규정, 절차 개선 및 확인절차 속지, 조종사의 관제지시 불이행, 조종사 절차 미준수, 점검절차 미 실시, 조종사와 관제사 Miss-communication, 경로 중첩 및 항적 미인지, 비상 상황 대처 미흡(장비고장, 통화 불통, 지상 항공기 이동 미인지, 고도분리 미흡, 항적 위치 식별 부족, 활주로 폐쇄 및 절차 변경 시 대처요령과 같은 교육 훈련을 통한 개선항목이 식별되었고, 일부 신속한 관제 협조 및 지원을 위한 통신장비의 불량으로 인한 개선 조치의 필요성이 식별되었으며 종합은 Fig 14와 같다.

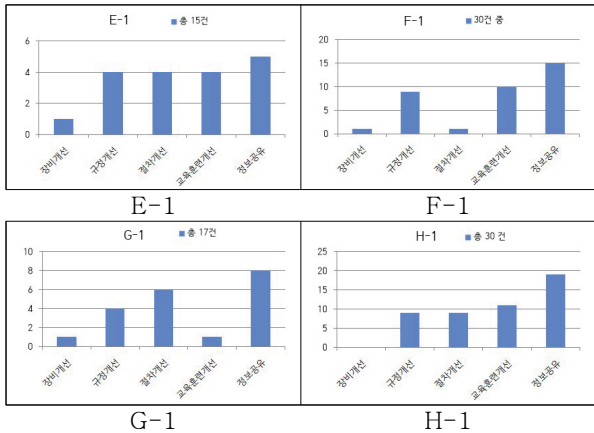


Fig. 14 Improvement factors of E-1~H-1 Waypoint

3.2.3 I-1 ~ L-1

Waypoint(I-1, J-1, K-1, L-1) 사례 81건 중 경로 및 고도분리 시 MCRC(Master Control and Reporting Center, 이하 MCRC)-APP 간 정보제공 및 업무 협조, 민간분야 비행 안전 간담회 시 적극적 정보공유, 불필요한 항적 분리로 인한 업무 로드 저감, 상황인식, 신원 미상 항적, 공역 무단변경, 및 기상악화(뇌우) 등의 조치를 위한 규정 개정 사항이 식별되었고, 특히, 관제 과정에서 관제 지시 미이행, 관제 협조 미흡, 경로 유지 실패, 저고도 및 레이더 식별 불가, 주파수 임의변경, 항적 식별 및 교신 지연, Blind Area에 대한 정보 미제공, Block time 정보 및 NOTAM 정보 미 제공, ASR 작동 불가상황 시 대처에 대한 합의서 미체결 등으로 인해 반복적인 위반사항 발생, 관제 시 기관

(TWR/APP/RACON-MCRC)간 사전 정보제공, 분리조치 미흡 등 이에 대한 철저한 정보공유 등 적극적 관제 지시와 협조 요청만으로는 해결되지 않기에 추가적인 조종사-관제사 간, 관제사-통제사 간 교환 교육 및 훈련을 통해서 개선사항을 공유할 필요성이 식별되었고, 교육 훈련 개선사항으로 콜사인 중복 및 착각, 근접 조우 예상 및 상황인식, 일부 업무 미숙 등이 식별되었고, 종합은 Fig 15와 같다.

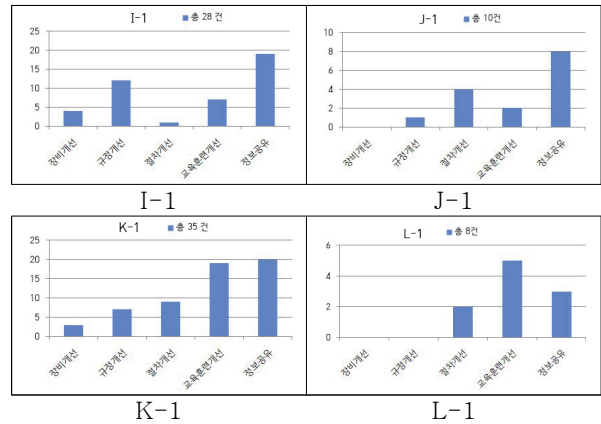


Fig. 15 Improvement factors of I-1~L-1 Waypoint

4. 결 론

데이터 기반의 안전관리는 항공분야를 비롯하여 다양한 분야에서 그 중요성이 날로 대두되고 있다. 특히, 항공분야에서 항공안전자율보고제도는 기밀유지(Confidential), 면책기능(Non-Punitive), 공유(Sharing)라는 중요한 원칙을 기반으로 일반적으로 식별되지 않는 항공안전 저해요인과 저해할 우려가 있는 위해요인을 식별하는데 중요한 역할을 하고 있다. 이에 대한민국 공군은 2016년 “통합안전관리” 시스템을 구축하여, 시스템 內 “항공안전경험 자율공유”체계를 운영해왔으며, 2020년도 후반기를 기점으로 비행 분야에 적용해 오고 있는 SMS를 운항관제분야로 확대 적용하였고, 이를 기초로 운항관제분야만의 안전관리를 목적으로 사용 및 관리되고 있는 “항공관제통합관리”체계 내 “안전자율보고제도”를 별도로 관리 운영하고 있다. 그간 이 제도를 통해 축적된 약 1,981건에 대한 현황 분석을 실시하여, 분야별/연도별 현황 및 종합 분석을 제시하였다. 특히, 세부 분야 중 가장 보고 건수가 많았던 관제협조에 대한 12개 지역

(기지)별 사례분석을 통해 위해요인을 식별하였고, 이를 근거로 지역(기지)별 개선사항을 식별하여 세부 개선사항을 분석 제시하였다. 주목할 점은 우리나라의 인천공항을 제외한 많은 공항(김해, 대구, 포항, 청주, 원주, 광주, 사천, 군산 등)이 民·軍 합동으로 관제 및 공역을 통제함으로 이로 인해 이·착륙 및 관제권 내 항공기 통제 간 다수의 위혐요소가 복합적으로 존재함을 식별할 수 있었다. 특히, 각 지역(기지)에 대한 위혐요소와 이에 대한 개선사항은 장기적으로 세밀하게 분석되고 관리되어야 할 필요성을 인식할 수 있었으며, 특히, 민간에서 참고용으로 사용하고 있는 비행정보(Fig 16. Flightradar24)를 기반으로 지역(기지)별, 항적별, 항로별 위혐요소를 예측적 관리(Predictive) 차원에서 활용할 수 있을 것으로 기대된다.

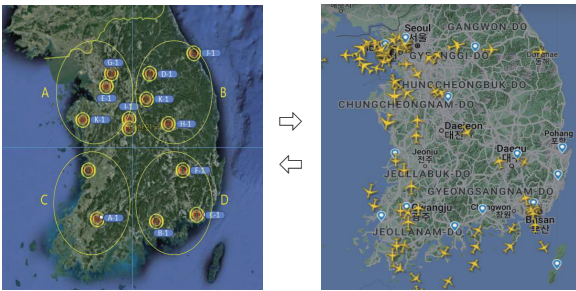


Fig. 16 Examples of flight information(flightradar24) by bases and air carriers

아울러, 民·軍 차원의 빅데이터 분석과 데이터(정보) 공유를 통한 사후적(Reactive), 사전적(Proactive), 예측적(Predictive) 안전관리의 필요성과 중요성을 강조하며 본 연구를 마치고자 한다.

후 기

본 논문은 22년 5월 18일 개최된 2022년도 항공우주시스템공학회 춘계학술대회에서 발표한 내용을 기초로 작성하였으며, 군 기지(지역)에 대한 세부 명시는 군 관련 보안 사항으로 특정 기지명을 알파벳으로 대체하여 명시하였음을 언급하고자 한다.

References

- [1] International Civil Aviation Organization(ICAO) Manual, "Safety Management System," Annex 19 Three Edition, 2018.
- [2] NASA ASRS, <http://asrs.arc.nasa.gov>
- [3] Ministry of Land, Infrastructure and Transport, Administrative Rules, "Aviation Safety Management System Approval and Monitoring Guidelines," pp. 46-47, 2020.
- [4] TS Korea Transportation Safety Authority, "A White Paper of Aviation Safety Reporting," pp. 4-8, 2021.
- [5] Shin, O. S. and Kim, I. Y., "A Study on the Improvement of Air Traffic Safety Information Management," pp. 154-156, 2008.
- [6] Kim, J. Y., "An Analysis on the Facilitating factors in voluntary reporting system for the aviation safety," Korea Aerospace University, Master, pp. 36-41. 2009.
- [7] Baek, H. J. and et all., "Quantitative safety risk assessment using aviation safety data to manage State Safety Program(SSP) in a more integrative and proactive," *Journal of the Korean Society for Aviation and Aeronautics*, Vol. 30, No. 4, pp. 146-148, 2022.
- [8] Son, B. H., "A Study on the Integrated Air control system between S. Korea and the United States of America," ROK Army Joint Chiefs of Staff, pp. 83-84, 2011.
- [9] US Air Force, ASAP(Airman Safety Action Program), <http://asap.safety.af.mil>
- [10] ROKAF Regulation 6-7, "Safety," Air Force Headquarters, November, 2021.
- [11] ROKAF Regulation 3-7, "Air Transport Management," Air Force Headquarters, December, 2021.
- [12] ROKAF Manual 3-7-1, "Air Transport Process," Air Force Headquarters, December, 2021.
- [13] ROKAF Manual 6-7-1, "Safety Management," Air Force Headquarters, November, 2021.
- [14] ROKAF Manual 6-7-3, "Flight Safety Management," Air Force Headquarters, December, 2016.
- [15] ROKAF Manual 3-107-1, "Air Transport Safety Management (SMS)," Air Force Operation Command, April, 2022.
- [16] Choi, J. W., "A Study on the Safety Management and Risk Assessment of the Certification Flight Test," *Journal of aerospace system engineering*, Vol. 5, No. 1, pp. 32-33, 2011.