

Original Article

<https://doi.org/10.12985/ksaa.2020.28.4.089>
ISSN 1225-9705(print) ISSN 2466-1791(online)

항공안전데이터 구조 분석 및 표준 분류체계에 관한 연구

김준환*, 임재진*, 이장룡**

A Study on the Analysis of Aviation Safety Data Structure and Standard Classification

Jun Hwan Kim*, Jae Jin Lim*, Jang Ryong Lee**

ABSTRACT

In order to enhance the safety of the international aviation industry, the International Civil Aviation Organization has recommended establishing an operational foundation for systematic and integrated collection, storage, analysis and sharing of aviation safety data. Accordingly, the Korea aviation industry also needs to comprehensively manage the safety data which generated and collected by various stakeholders related to aviation safety, and through this, it is necessary to previously identify and remove hazards that may cause accident. For more effective data management and utilization, a standard structure should be established to enable integrated management and sharing of safety data. Therefore, this study aims to propose the framework about how to manage and integrate the aviation safety data for big data-based aviation safety management and shared platform.

Key Words : Aviation Safety Data(항공안전데이터), Bigdata Platform(빅데이터 플랫폼), Case Study(사례연구), Data Classification(데이터 분류), Data Standard(데이터 표준)

1. 서 론

항공사고를 야기할 수 있는 잠재적 원인을 제거하거나 발생 가능성을 줄이기 위한 노력은 전 세계적으로 꾸준히 이루어지고 있으며, 여러 연구자는 사전적 예방 활동을 위해서는 우선적으로 발생 가능한 위험을 체계적으로 식별, 분류 및 평가할 수 있는 프레임워크(framework)가 구축되어야 함을 강조하고 있다[1,

22, 26, 29]. 특히, 항공운송산업은 다른 산업과 달리 자체적인 기술 및 운영 수준뿐만 아니라, 기상 상태나 조류 충돌과 같은 여러 외부 요인에 크게 영향을 받기 때문에, 이러한 요인들을 통합적으로 고려하기 위한 다각도의 접근방식이 요구된다[5]. 항공산업에서의 빅데이터 활용은 앞서 언급한 과제를 효과적으로 해결할 방안으로 대두되고 있다[27]. 빅데이터는 다차원적(multi-dimensional)이고 실시간 정보 제공이 가능하므로[2, 4, 6, 11, 18], 사고 발생에 대한 다각도의 분석을 가능하게 하며, 사고에 영향을 미치는 요인을 실시간으로 분석하여 즉각적인 경고 조치 및 예방 활동 수행을 지원할 수 있다[7, 35]. 이에 따라, 국제민간항공기구(International Civil Aviation Organization, ICAO)는 회원국들에 대해 안전데이터를 수집, 저장, 분석, 공유할 수 있는 운영체계를 구축하기를 권고하고

Received: 13. Nov. 2020, Revised: 03. Dec. 2020,

Accepted: 03. Dec. 2020

* 항공안전기술원 연구원

** 한국항공대학교 항공운항학과 교수

연락처 E-mail : junhwan@kiast.or.kr

연락처 주소 : 인천 서구 로봇랜드로 155-30 로봇 R&D 센터 3층 항공기술본부

있으며, 이를 활용한 데이터 기반 의사결정(data-driven decision making)을 안전관리 시스템(safety management system, 이하 SMS)의 가장 중요한 측면 중 하나로 제시하고 있다[10].

Fig. 1은 ICAO가 제시한 효과적인 데이터 기반 의사결정을 위한 5가지 단계를 나타낸다[10]. 이에 근거하여 해외에서는 미국의 Aviation Safety Information Analysis and Sharing, 유럽의 Data4safety 등 항공 안전 빅데이터를 체계적으로 통합하고 관리하기 위한 데이터베이스 및 플랫폼 개발이 활발히 이루어지고 있다.

국내 항공산업 또한 효과적인 항공안전관리를 위해서는 국가 차원의 안전정보 공유를 위한 노력이 필요하고, 예방적 안전관리를 위해 사고/준사고 및 안전장애 분석에 요구되는 여러 안전데이터를 포괄적으로 관리하고 공유·활용하기 위한 데이터베이스 및 공유 플랫폼 구축이 절실하다[31]. 이에 따라, 2020년 4월부터 빅데이터 기반 항공안전관리기술 개발 및 플랫폼 구축을 위한 국토교통기술개발사업이 진행되고 있다. 연구개발사업의 주요 목표 중 하나는 항공사고 발생유형에 영향을 미치는 요인을 식별하고, 이를 분석하기 위해 요구되는 데이터를 정의함으로써 유관데이터를 보유하고 있는 개별 이해관계자의 항공안전 데이터에 대한 분류체계를 수립하는 것이다. 또한, 수립된 분류 체계에 근거하여 데이터 코드 정의서, 데이터 사전(data dictionary), 표준 도메인 정의서 등을 작성하고, 이에 기반한 데이터 수집을 통해 향후 분석 플랫폼 확장, 데이터 분석의 용이성 확보, 항공 안전데이터의 일관성 유지 방안 마련 등을 목표로 하고 있다. 이러한 연구는 향후 데이터 수집을 위한 기준을 마련하기 위한 것으로, 여러 발생유형을 분석하는 데 필요한 데이터를 즉각적으로 식별하고 활용하기 위한 체계를 마련하는 것을 목적으로 한다. 본 연구는 이러한 연구개발사업의 일환으로 사고분석을 위해 요구되는 항공안전데이터의 구조 분석 및 분류체계를 수립하기 위해 항공사고 발생유형별 주요 영향요인을 식별하고 이와 관련된 데이터의 표준 및 분류체계를 구성하고자 수행되었으며, 현재 항공산업 및 관련 학계에서는 이와 관련한 실제 사례 및 학술 연구가 부족하기 때문에, 상대적

으로 관련 연구가 꾸준히 이루어진 교통안전, 재난안전 분야에서의 사례를 통해 항공안전분야에 적용 가능한 표준데이터 체계를 제안하고자 한다.

II. 본 론

2.1 안전데이터 표준화 연구의 특징

데이터의 가치는 다른 데이터와 연결되고 융합될 때 폭발적으로 증가하므로 데이터 통합 및 데이터 간 호환성 확보를 위한 표준화 과정은 전체 데이터 처리 단계에서 중요한 의미를 가진다[6]. 특히, 빅데이터의 경우 데이터의 규모와 종류가 매우 크고 다양하기 때문에 데이터의 품질을 보장하고 접근성을 높이기 위해서는 데이터의 구조 및 교환체계에 대한 표준 방안을 마련하여 각각의 데이터가 상호연계될 수 있도록 하는 절차가 반드시 동반되어야 한다[15]. 안전데이터의 경우, 여러 종류의 데이터를 복합적으로 고려함으로써 기존에 없던 새로운 인사이트(insight)를 도출하고, 이를 통해 더욱 효과적인 안전관리 활동이 가능하기 때문에 [21], 다양한 산업에서 안전데이터를 통합적으로 활용하기 위한 데이터 표준화 및 호환성을 주제로 연구가 이루어져 왔고, 대표적인 연구 사례는 Table 1에 요약된다. 본 연구에서는 재난안전, 철도안전, 해양안전, 도로교통안전 분야에서 데이터 호환성 확보를 위해 수행된 선행연구 사례를 참고하여 향후 항공 안전데이터의 통합 관리를 위해 우선적으로 고려해야 할 요인을 도출하고자 한다.

연구사례 조사 결과, 안전데이터의 통합 및 호환성 확보를 다룬 연구의 경우, 데이터 및 데이터 교환체계의 표준 정의를 가장 핵심적인 요인으로 평가한 것을 확인하였다. 이러한 결과는 데이터의 통합 관리 및 공유·활용을 위해서는 표준화된 데이터 분류 및 교환체계가 우선적으로 구축되어야 함을 시사하는 것으로 판단된다. 일반적으로 여러 교통분야의 안전데이터의 경우, 이해관계자로부터 개별적으로 수집되어 운영되기 때문에 [3, 30], 각각의 데이터를 통합하여 활용하기 위해서는 상호연계 가능한 데이터 목록을 식별할 수 있

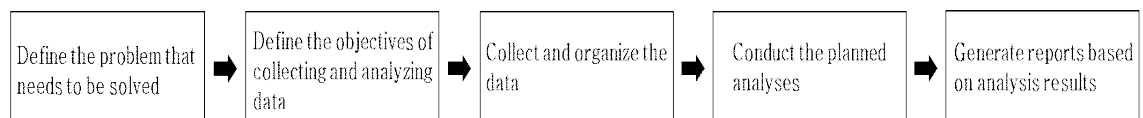


Fig 1. The data-driven decision making process

Table 1. Examples of academic research on data compatibility and standard

산업군	연구 사례	방법론
재난안전	강성경 & 이영재 (2018)[12]	데이터 분류체계 및 시스템 구축
	Kim & Lee (2019)[13]	표준데이터 및 데이터 교환체계 정의
	이동섭 & 김병식 (2019)[19]	표준데이터 및 데이터 교환체계 정의
	박태연, 한희정, 김용 & 김수정 (2017)[32]	데이터 분류 및 교환체계 구축
	Lee, Kwon & Kim (2019)[20]	표준데이터 및 데이터 교환체계 정의
철도안전	홍순흠, 노희민, 김영훈 & 김영희 (2010)[9]	국내외 사례분석
	박윤정 & 김상암 (2016)[33]	데이터 변환 및 전송모델 설계
해양안전	이신걸, 최광영 & 송재욱(2009)[21]	표준데이터 및 데이터 교환체계 정의
도로교통 안전	Kim & O (2006)[14]	국외 사례분석

도록 표준데이터 체계를 구축하고, 원활한 공유 및 활용을 위한 교환체계를 구축하여 개별 데이터가 상호 연계될 수 있도록 해야 한다. 항공안전데이터 역시 마찬가지로 공항, 항공사, 국토교통부 등 여러 이해관계자가 개별적으로 목적에 맞게 데이터를 수집 및 관리하고 있기 때문에[30], 이러한 과정이 반드시 동반되어야 할 것이다. 이에 근거하여, 본 연구는 향후 항공안전데이터베이스 및 공유 플랫폼의 데이터 수집 및 관리 방안을 마련하기 위해 항공사고/준사고 및 안전장애에 영향을 미치는 요인을 식별하고, 이를 기준으로 요구되는 데이터의 표준 구조를 설계하여 안전데이터를 이용하는 여러 이해관계자의 데이터 검색 및 공유·활용을 지원할 수 있는 기반을 마련하는 것을 목적으로 한다. 이러한 목적을 달성하기 위해 개별 산업에서 안전 및 사고데이터에 대해 적용하고 있는 표준 데이터 구조 및 데이터 교환체계를 조사하고, 이를 통해 항공안전데이터에 적용할 수 있는 가이드라인을 제시하고자 한다.

2.2 사례조사

공공기관의 데이터베이스 표준화지침(행정안전부 고

시 제 2019-2020호)은 공공기관과 위탁기업이 운영하는 데이터베이스 및 빅데이터 플랫폼에 수집되는 데이터를 대상으로 체계적인 데이터 관리와 데이터 간 통합·연계를 위한 표준화 방안을 마련하고, 이에 근거하여 전반적인 데이터를 관리하여야 함을 명시하고 있다[24]. 이에 따라, 공공기관의 데이터베이스 및 데이터 공유 플랫폼은 표준화된 데이터 분류 체계와 메타데이터 활용을 통해 데이터의 관리 및 공유·활용의 편의성을 확보하고 있다. 본 연구에서는 도로교통사고정보 체계와 재난안전정보체계 등 개별기관 및 공공데이터 포털에 등록된 안전 및 사고데이터의 표준데이터와 교환체계를 조사하고, 이를 통해 향후 항공안전 데이터의 통합 및 공유·활용의 용이성을 도모하기 위한 방안을 탐색하고자 한다.

2.2.1 도로교통사고정보 표준데이터 및 교환체계

도로교통사고 통합 데이터베이스는 각종 교통사고 관련 자료를 체계적으로 수집·관리함으로써 사고유발 요인을 심층적으로 분석하고, 이를 통해 국가 및 지방자치단체의 교통안전정책 수립, 통계정보 작성 및 국민 서비스 제공 등을 지원하기 위해 도로교통공단이 2007년에 구축한 교통사고 통합 데이터베이스이다[17].

Table 2. Open API for road traffic accident

구분	데이터 셋	제공 정보
사고다발 지역	자전거 사고다발지역	다발지역 위치코드 및 명칭 다발지역 내 사고건수 다발지역내 사상자 다발지역 지리정보
	보행노인 사고다발지역	
	보행어린이 사고다발지역	
	스쿨존 내 어린이 사고다발지역	
	보행자 무단횡단 사고다발지역	
	법규위반별 사고다발지역	
	연휴기간별 사고다발지역	
	지자체별 사고다발 지역	
	결빙 사고다발지역	
	이륜차 사고 다발지역	
교통안전 정보	링크기반 사고위험지역 정보	사고지역(좌표)
	세부링크 도로위험지수	사고건수 및 사상자수
	고속도로구간별 도로위험지수	사고원인
		안전정보

Table 2. Continued

구분	데이터 셋	제공 정보
사망사고 정보	사망교통사고정보	사망사고 발생 시간(년, 월, 일, 시) 사망사고 발생 건수 사망사고 사상자수 사망사고 위치정보 사망사고 유형 사망사고 관련 위반사항 사고발생 차량 및 발생 도로 형태
교통사고 통계	지차제별 사고통계 정보	사고발생 지역 사고 종류 사고건수 사상자수 및 치사율
해상추락 사고 안전정보	해상 차량추락사고정보 해상 차량추락사고 위험지역정보	해상 차량추락사고 발생 시간(년, 월, 일, 시) 사망자 발생 유무 사고발생 위치좌표 및 해경관리 위험지역

주요 업무로는 수집되는 도로교통 사고데이터를 활용한 도로환경분석, 교통사고 추세, 사고분석, 사고다발지 분석 등이 있으며, 이러한 정보를 통해 국가 교통 행정의 효율성을 증진시키고, 수요자 중심의 이용 편의성을 높이고 있다[17].

도로교통사고 통합 데이터베이스 및 공공데이터 포털에서 제공하는 Open API(Application Program Interface)는 사망사고 정보, 사고 다발지 정보, 교통 안전정보, 교통사고통계, 해상 차량추락사고 안전정보로 구성된다. 각 정보의 데이터 셋 및 제공정보 내용은 Table 2와 같이 정리된다[17].

Open API를 통해 제공되는 각각의 정보는 요청변수(Request Parameter)와 출력결과(Response Element)로 구분되는 2개의 변수를 통해 데이터 간 교환 및 연계표준을 확보하여 데이터의 분류와 공유·활용을 도모하고 있다. 요청변수는 데이터 검색 및 요청을 위해 정의된 메시지 형태의 데이터이며, 출력결과는 검색 결과에 따라 제공되는 결과 메시지를 나타낸다[34]. 예를 들어, Table 3은 교통사고정보 중 사고다발지역 정보의 요청변수와 출력결과를 나타낸다. 각 변수에 포함되는 데이터를 살펴보면, 요청변수의 경우 사고발생

지점 검색을 위한, 시간(연도), 장소(시도, 시군구)를 포함하고 있으며, 출력결과와 경우 교통사고정보에서 가장 핵심이 되는 사고발생 위치정보와 사상자 정보로 구성되는 것을 확인할 수 있다.

요청변수의 경우, 데이터 검색을 위해 사용되는 메타데이터이기 때문에 이용자의 검색 편의성을 높이기 위해 제공되는 정보(사고다발지 정보, 교통안전정보, 사망사고정보, 교통사고통계, 해상추락사고 안전정보)에 모두 동일한 필수 항목이 활용된다(연도, 시도, 시군구). 하지만, 출력결과와 경우 각 정보에 따라 차이를 보이고 있다. 예를 들어 사고다발지역 정보의 출력 결과는 다발지역 FID 및 ID, 법정동코드, 지점코드, 시도 및 시군구명, 지점명, 사고건수, 사상자수, 사망자수, 중상자수, 경상자수, 부상신고자수, 경도, 위도, 다발지역폴리곤으로 구성되지만, 해상추락사고 안전정보의 출력결과는 사고번호, 일시, 시간, 장소, 시도 및 시군구명, 사고접수 파출소명 및 코드, 사망사고 여부, 지점 좌표로 구성된다.

개별 정보에 포함된 요청변수 및 출력결과를 확인해본 결과, 각 정보는 공통적으로 포함하고 있는 데이터 항목과 각 정보의 특징에 따라 고유하게 보유하고 있는 항목으로 구성되어 있으며, 각 정보의 특성에 따라, 같은 데이터 항목이라도 그 세분화 정도에서는 차이가 보임이 확인되었다. 예를 들어, Table 4에 나타난 사고다발지점정보, 교통안전정보, 해상추락사고안전정보의 출력결과에 포함되는 데이터의 경우, 공통으로 교통사고정보에서 가장 핵심이 되는 사상자 데이터와 사고발생지점 데이터가 포함되어 있지만, 정보의 특성에 따라 세분화의 정도에서 차이를 보임을 확인할 수 있다. 사고다발지점 정보의 경우, 사고가 빈번하게 발생하는 지점의 정확한 위치 데이터와 해당 지점에서의 사상자수 및 피해 정도가 모두 중요하기 때문에, 출력결과에도 이와 관련된 데이터가 고른 분포를 보임을 알 수 있다. 교통안전정보의 경우, 주로 인적 피해를 예방하기 위한 목적을 가지기 때문에 지리데이터보다는 사상자 관련 데이터가 훨씬 많이 포함되어 있음을 알 수 있다. 반대로 해상추락사고안전정보의 경우, 해상추락사고 발생 가능성이 크거나, 실제 발생했던 지점에 대한 정보를 전달하는 것을 주목적으로 하기 때문에 사고발생 지점관련 데이터가 훨씬 높은 비율로 나타나고 있음을 알 수 있다. 이러한 결과는 표준데이터를 구성할 때, 전달하고자 하는 정보의 특성과 목적을 반영하여 그 구성 체계를 차별화할 필요성이 있음을 시사한다고 판단된다.

Table 3. Standard data for accident prone area information

요청 변수					
항목명(영문)	항목명(국문)	항목크기	항목구분	샘플데이터	항목설명
authKey	인증키	100	필수	인증키 (URL Encode)	OpenAPI 포털에서 발급받은 인증키
searchYearCd	연도코드	7	필수	2019	검색을 원하는 연도
siDo	시도코드	2	필수	11	법정동 시도 코드
guGun	시군구코드	3	필수	680	법정동 시군구 코드
type	데이터 유형	4	옵션	xml	결과형식(xml/json)
numOfRows	검색건수	4	옵션	10	검색건수
pageNo	페이지 번호	4	옵션	1	페이지 번호
출력 결과					
resultCode	결과 코드	2	필수	0	API호출 결과 코드
resultMsg	결과 메시지	100	필수	NORMAL_CODE	API호출 결과 메시지
afos_fid	다발지역FID	22	필수	6617572	다발지역에 대한 공간정보 식별자
afos_id	다발지역ID	7	필수	2020037	다발지역 식별자
bjd_cd	법정동코드	10	필수	1.17E+09	법정동코드
spot_cd	지점코드	10	필수	11680001	사고다발지역 목록 내의 지점코드
sido_sgg_nm	시도시군구명	40	필수	서울특별시 강남구1	지점의 시도시군구명
spot_nm	지점명	100	필수	서울특별시 강남구 압구정동 (한남IC미성길 진입 부근)	다발지역 지점의 위치
ocrrnc_cnt	사고건수	8	필수	4	다발지역 내 사고건수
caslt_cnt	사상자수	8	필수	5	다발지역 내 사상자수
dth_dnv_cnt	사망자수	8	필수	0	다발지역 내 사망자수
se_dnv_cnt	중상자수	8	필수	1	다발지역 내 중상자수
sl_dnv_cnt	경상자수	8	필수	4	다발지역 내 경상자수
wnd_dnv_cnt	부상신고자수	8	필수	0	다발지역 내 부상신고자수
lo_crd	경도	16	필수	127.0173	다발지역지점 중심점의 경도(EPSG 4326)
la_crd	위도	15	필수	37.5268	다발지역지점 중심점의 위도(EPSG 4326)
geom_json	다발지역폴리곤	4000	1	{\"type\":\"Polygon\",}	다발지역 지점의 폴리곤 정보(EPSG 4326)
totalCount	총건수	5	필수	1	검색결과 총건수
numOfRows	검색건수	4	필수	1	검색건수
pageNo	페이지 번호	4	필수	1	페이지 번호

Table 4. Comparison of road traffic accident information output result

사고정보 유형	출력결과	
	사상자 관련	사고발생지점 관련
사고다발지점	사고건수 사상자수 사망자수 중상자수 경상자수 부상신고자수	법정동 코드 지점 코드 시도시군구명 지점명 경도 위도
교통안전정보	총 사고건수 사망자수 중상자수 경상자수 부상신고자수	사고위험지역명 UTMK X좌표 UTMK Y좌표
해상추락사고 안전정보	사망사고 여부	사고장소 코드 사고장소명 광역기초 코드 시도명 시군구명 장소설명 X좌표 및 Y좌표

Table 5. Example of request variables and output results for disaster safety information

유형	요청 변수	출력 결과
지진정보	발표시각(From) 발표시각(To)	지점 코드 통보 종류 지도 이미지 발표시각 발표 일련번호 진앙시 및 위치 위도 및 경도 규모 및 진도 깊이
태풍정보	통보문 발표시각(From) 통보문 발표시각(To)	태풍경로(이미지) 태풍 통보문 발표시 태풍 통보문 호수 태풍 시각 위도 및 경도 진행방향 및 속도 중심기압 최대풍속 폭풍 및 강풍반경 태풍명

2.2.2 재난안전정보 표준데이터 및 교환체계

재난안전정보 또한, 도로교통사고정보 사례와 마찬가지로 요청변수와 출력결과를 통해 표준데이터 제공 및 데이터 교환체계를 구축하고 있으며, 동일하게 항목명(국문, 영문), 항목크기, 항목구분, 샘플데이터, 항목설명으로 구성된다. Table 5는 재난안전정보 중 태풍정보와 지진정보에 대한 요청변수와 출력결과를 예시로 나타낸 것이다. 교통사고 및 안전정보의 요청변수가 시도, 지점코드 등 위치 데이터에 기반한 반면, 지진, 태풍과 같은 재난정보의 경우 재난 발생 시간을 활용하고 있다. 이는 구체적인 재난 발생 위치를 식별하기 어려운 재난정보의 특징이 반영된 결과라고 판단된다. 출력결과에서도 두 정보 간의 차이가 나타나는 것을 확인할 수 있는데, 교통사고정보의 경우 교통사고에 따른 사상자, 사고발생위치 등이 핵심적인 데이터로 포함됐지만, 재난안전정보의 경우 진앙위치, 지진규모, 태풍경로, 태풍진행 속도 등 재난 자체에 대한 핵심 정보가 주요 데이터로 포함된 것을 알 수 있다.

사례조사 결과, 교통안전분야와 재난안전분야 모두

표준데이터 체계를 구성함에 있어 요청변수와 출력결과를 통해 데이터 교환의 편의성을 도모하고 있으며, 산업 고유의 특징에 따라 데이터 구성에 차이를 보이고 있음이 확인되었다. 본 연구는 사례조사 결과를 벤치마킹하여 항공사고 분석을 위해 요구되는 데이터의 표준 분류체계를 제시하고자 한다.

2.3 항공안전데이터 표준화 및 공동활용 방안

항공안전데이터는 항공안전의 유지 또는 증진 등을 위하여 사용되는 자료로 정의되며, 항공안전법에 따라 Table 6과 같이 분류하고 있다[16]. 현재 각각의 데이터는 개별기관에서 수집 및 관리하고 있기 때문에, 여러 안전데이터를 통합적으로 분석하고, 분석결과를 공유·활용하는데 어려움이 있다.

도로교통사고정보와 재난안전정보 사례에서 확인한 것처럼, 데이터의 원활한 공유·활용 및 상호연계를 위해서는 제공하고자 하는 정보에 맞는 요구 데이터를 결정하고, 이를 구성하는 세부 데이터의 표준체계와 구조를 수립하여 데이터의 원활한 공유·활용 및 상호연

Table 6. Type and definition of aviation safety data

정보 유형	정의
고장/결함	항공기 등에 발생한 고장, 결함 또는 기능장애에 관한 보고
의무보고	항공기사고, 준사고 및 의무보고 대상 항공안전장애에 대한 보고자료
사고조사	항공기사고, 준사고 및 의무보고 대상 항공안전장애에 대한 사고조사위원회의 조사결과
안전활동	항공안전 활동 과정에서 수집된 자료 및 결과보고
항공통계	항공사업자(항공협회, 공항공사 등)의 업무수행 중 수집한 정보 및 통계자료
공항안전	공항운영자가 항공안전관리를 위해 수집 및 관리하는 자료
해외자료	항공안전을 위해 국제기구 또는 외국정보 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

계를 도모할 필요성이 있으며, 이에 근거한 데이터 수집 및 관리가 이루어져야 한다. 따라서, 향후 항공안전 데이터베이스 및 플랫폼을 구축하기 위해서는 우선으로 사고/준사고 및 안전장애 분석을 위해 요구되는 데이터의 구조를 정의하고 각 데이터에 포함되는 세부 데이터의 표준안을 마련함으로써 데이터의 원활한 수집 및 분석이 가능하도록 할 필요성이 있다.

이에 따라, 본 연구는 사례조사를 통해 도출된 교통 및 재난안전 분야의 표준 데이터체계를 벤치마킹하여 항공산업에 적용할 수 있는 발생유형 기반 항공안전데이터 표준(안)을 제시한다.

2.3.1 항공안전데이터 표준(안)

본 연구는 도로교통사고정보 및 재난안전정보 사례를 벤치마킹하여 요청변수와 출력결과를 기반으로 항공사고 발생유형 분석을 위해 요구되는 데이터의 표준

(안)을 결정하였다. 요청변수의 경우, 공통적으로 연도코드와 발생유형을 필수항목으로 기재하도록 하고, 수요자의 필요에 따라 항공기 제작사와 형식을 선택사항으로 입력하도록 함으로써 데이터 검색의 편의성을 증진시키고자 하였다. 발생유형은 국토교통부가 지정한 36개의 발생유형 분류체계에 기반한다[25]. 출력결과에 포함되는 데이터를 구성하기 위해 국내(국가, 운항, 교통, 공항 등) 및 국외(유럽 European Union Aviation Safety Agency, 영국 Civil Aviation Authority, 핀란드 Finnish Transport Safety Agency)의 안전성과지표(Safety performance indicator) 운영현황을 ICAO 표준분류(The CAST/ICAO Common Taxonomy)의 이벤트(event) 유형을 기준으로 비교·분석하여 이벤트 유형별 주요 영향요인(발생원인 및 기여요인)을 도출하고, 이를 기반으로 사건/준사고 및 항공안전장애에 대한 항공안전의무보고 데이터를 분석하여 실제 항공안전 이벤트와 연관된 이벤트 유형별 주요 영향요인을 식별하였다. 이후, 주요 영향요인을 분석하는 데 필요한 항공안전 데이터를 식별하고, 각 데이터에서 요구되는 세부 데이터를 도출 및 분류하였다. 본 연구에서는 이벤트 유형 중 활주로 이탈(runway excursion)을 사례로 제시하며, 활주로 이탈에 대한 주요 영향요인과 이를 분석하기 위해 요구되는 유관데이터 목록은 Table 7에 나타난다. Table 8은 활주로 이탈에 대한 표준 데이터 분류 체계를 나타낸 것이다. 앞서 언급한 것처럼, 요청변수의 경우 도로교통사고정보 및 재난안

Table 7. Impact factor and related-data of runway excursion

원인구분	영향 요인	유관 데이터
인적요소	조종사 인적과실 (Human Error)	비행 데이터
	조종사 편조 문제	탑재용 항공일지 데이터
	조종사 기량 부족	종사자 자격심사 데이터
	조종사 피로관리	종사자 신체검사 데이터
	관련 종사자 인적 요인	관련 종사자 데이터
기계적 결함	항공기 고장/결함	정비안전 데이터
	항공기 탑재문제	탑재명세서 데이터
조직적 요소	절차 오류	규정 및 절차 데이터
환경적 요소	기상	기상 데이터

Table 8. Proposal of standard classification of aviation safety data by event
(Example of runway excursion)

요청 변수								
항목명		항목 구분	샘플 데이터		항목 설명			
연도 코드		필수	2015		검색을 원하는 연도			
항공기 제작사		옵션	Boeing		사건 발생 항공기의 제작사			
항공기 형식		옵션	B737-900		사건 발생 항공기의 형식			
발생유형		필수	활주로 이탈		사건발생유형			
출력 결과								
주요 영향요인		유관 데이터	세부 데이터	항목 구분	샘플 데이터		항목 설명	비식별화 필요 여부
인적 요소	조종사 인적과실 (Human error)	비행자료 데이터	착륙 데이터	필수	과중 착륙(Overweight Landing)		사건 발생 당시 착륙 정보	필요
			Angle of attack	필수	15°		사건 발생 당시 Angle of attack	필요
			Pitch angle	필수	20°		사건 발생 당시 Pitch angle	필요
	조종사 편조 문제	항공일지 데이터	승무원 명부 데이터	필수	홍길동(기장), 임격정(부기장)		사건 발생 당시 탑승 승무원 명부	필요
	조종사 기량 부족	종사자 자격심사 데이터	심사결과	필수	이륙 신호를 객실에 보내는 시간이 촉박함 (최소 이륙 3분 전에 신호를 보낼 것을 권고함)		사건 발생 항공기 조종사의 자격심사 권고 및 특이사항	필요
			노선	필수	김포-제주		사건 발생 항공기 조종사의 운항노선	필요
			기종	필수	B737-800		사건 발생 항공기 조종사의 항공기 기종	불필요
			항공사	필수	대한항공(주)		사건 발생 항공기 조종사의 근무 항공사	필요
	조종사 피로관리	운항관리 데이터	조종사 비행 시간(Hours)	필수	7		사건 발생 항공기 조종사의 비행시간	불필요
			조종사 근무 시간(Hours)	필수	12		사건 발생 항공기 조종사의 근무시간	불필요
			조종사 휴식 시간(Hours)	필수	10		사건 발생 항공기 조종사의 휴식시간	불필요
	관련 종사자 인적요인	종사자 데이터	조종사-관제 사 교신기록	필수	20150704_KE1584.mp3		사건 발생 당시 조종사- 관제사 간 교신기록 파일	불필요

Table 8. Continued

주요 영향요인		유관 데이터	세부 데이터	항목 구분	샘플 데이터	항목 설명	비식별화 필요 여부
기계적 결합	항공기 고장/결함	정비안전 데이터	결함일시	필수	2015-07-04 17:06	사건 발생 일시	불필요
			기번	필수	HL8224	사건 발생 항공기 기번	필요
			기종	필수	B737-800	사건 발생 항공기 기종	불필요
			편명	필수	KE1584	사건 발생 항공기 편명	필요
			운항 구간	필수	김포-제주	사건 발생 항공기 운항 구간	필요
			지연/결항	필수	YES(1시간 32분)	사건 발생 항공기 지연/결항 여부	불필요
			항공안전장애 여부	필수	NO	사건 발생 항공기 안전장애 여부	불필요
			제작연도	필수	2011	사건 발생 항공기 제작연도	불필요
			발생개요	필수	엔진 카울 브래킷 일부 파손	사건 발생개요	불필요
			조치사항	필수	엔진 카울 브래킷 교체	사건 조치사항	불필요
	부품 신뢰성 정보	제품 번호	필수	CFM56-7B24E	고장/결함 발생 부품의 제품 번호	필요	
		시리얼 번호	필수	960156	고장/결함 발생 부품의 시리얼 번호	필요	
		정비이력	필수	2013-05-14/4번 엔진 우측 역추력장치 교환	고장/결함 발생 부품의 정비이력	불필요	
	항공기 탑재 문제	탑재 명세서 데이터	탑재중량배분 및 무게중심	필수	Korean air KE1584 Weight & Balance Manifest.jpg	항공기 중량배분 및 평형 자료 이미지 파일	필요
			이륙 중량 (kg)	필수	154,928	항공기 이륙 당시 중량	불필요
			착륙 중량 (kg)	필수	134,028	항공기 착륙 당시 중량	불필요
			최대 운항중량(kg)	필수	164,213	항공기 최대 운항 중량	불필요
조직적 요소	절차 오류	규정 및 절차 데이터	항공안전법규	필수	운항승무원 비행근무시간 제한기준 미준수	사건 발생 당시 항공안전법규 미준수 사항	불필요
			비행교범	필수	항공기 적재한계 (최대이륙중량) 미준수	사건 발생 당시 비행교범 미준수 사항	불필요
			항공사 비행 절차 규정	필수	비행장운영최저치 미준수	사건 발생 당시 항공사 비행절차 규정 미준수 사항	불필요

Table 8. Continued

주요 영향요인		유관 데이터	세부 데이터	항목 구분	샘플 데이터	항목 설명	비식별화 필요 여부
환경적 요소	악기상	기상 데이터	기온(°C)	필수	16	사건 발생 당시 기온	불필요
			구름상태	필수	맑음(1/8)	사건 발생 당시 구름 상태	불필요
			강수	필수	None	사건 발생 당시 강수정도	불필요
			풍향	필수	300도 방향	사건 발생 당시 풍향	불필요
			평균 및 최대 풍속 (kts)	필수	평균 10/최대 19	사건 발생 당시 평균 및 최대 풍속	불필요
			지면 온도 (°C)	필수	25	사건 발생 당시 지면 온도	불필요
			일사	필수	3.298	사건 발생 당시 일사량	불필요
			일조	필수	10:00~16:34	사건 발생 당시 일조시간	불필요
			시정(m)	필수	3000	사건 발생 당시 시정	불필요
			참고자료		항공안전의무 보고 데이터	필수	20150704_KE1584_항공안전의무보고서.xlsx

전정보 사례와 마찬가지로 데이터 검색을 위해 연도코드, 발생유형, 항공기 제작사, 항공기 형식으로 구분하였다. 출력결과는 활주로 이탈에 영향을 미치는 주요 요인과 해당 요인의 분석을 위해 요구되는 유관 데이터의 표준 분류체계 및 각각의 데이터에 포함되는 세부 데이터 항목을 나타낸다. 세부 데이터는 영향요인 분석을 위해 요구되는 유관데이터를 구성하는 데이터로, 분석에 요구되는 구체적인 데이터를 명시하였으며, 해외에서 운영하는 데이터베이스 및 데이터 사전(FAA Accident and Incident System, National Transportation Safety Board, Runway Safety Office 등)의 데이터 구성을 수정·보완하여 구성되었다[8, 23, 28]. 예를 들어 영향요인 중 조종사 피로 관리의 분석을 위해 요구되는 유관데이터는 운항관리 데이터이며, 세부 데이터는 조종사 비행시간, 근무시간, 휴식 시간으로 구성된다.

또한, 개인정보 및 민감정보의 보호를 위해 비식별화 조치가 요구되는 데이터를 구분하기 위해 비식별화 필요 여부를 기재하도록 하였다. 따라서 비식별화 조치가 요구되는 인적 요소와 관련된 데이터나 항공사 또는 제품 제작사를 식별할 수 있는 데이터의 경우 비식별화 조치를 수행하여 데이터를 수집 및 보관하도록 한다.

III. 결 론

3.1 연구요약

본 연구는 향후 빅데이터 기반 항공안전관리 및 공유 플랫폼의 효과적인 데이터 관리와 공유·활용을 위한 기초 프레임워크를 마련하기 위해 발생 유형별 항공안전데이터의 표준안을 제시하고자 하였다. 이를 위해 안전데이터의 통합 및 표준화를 주제로 수행된 선행연구를 조사하였고, 그 결과 여러 선행연구에서 데이터 표준 분류체계 및 교환체계의 수립이 중점적으로 다루어진 것을 확인하였다. 이에 따라, 항공안전데이터의 표준 분류체계 및 교환체계를 수립하기 위해 도로교통사고정보 및 재난안전정보의 표준 데이터 체계를 조사하여 그 구조를 분석하였다. 분석 결과, 도로교통사고정보 및 재난안전정보의 표준 데이터 체계는 요청 변수와 출력결과의 2개 변수 형태로 구성되어 데이터 검색과 활용의 편의성을 확보한 것이 확인되었다. 이를 벤치마킹하여 항공안전데이터에 적용하기 위해 국내·외 운용 중인 안전성과지표를 ICAO 표준분류 기준에 따라 비교·분석하여 발생유형별 주요 영향요인을 도출하였고, 이를 항공안전데이터와 비교하여 발생유형 분석에 요구되는 안전데이터를 식별 및 분류하였다. 활주로 이탈을 사례로 실제 데이터를 분류한 결과, 활주

로 이탈에 영향을 미치는 주요 요인은 조종사 인적 과실, 조종사 편조 문제, 조종사 기량 부족, 조종사 피로 관리, 관련 종사자 인적 요인으로 구분되는 인적 요소, 항공기 고장/결함, 항공기 탑재 문제를 포함하는 기계적 결함, 절차상 오류로 구분되는 조직적 요인, 기상 상태로 구분되는 환경적 요소로 분류되었다. 이후, 각 영향요인을 분석하기 위해 요구되는 안전데이터와 각 데이터를 구성하는 세부 데이터를 정의하였다.

3.2 시사점 및 향후 과제

본 연구에서 제시한 표준데이터 분류 체계(안)는 향후 구축될 빅데이터 기반 항공안전관리 기술 및 플랫폼에서 항공안전데이터를 통합적으로 수집 및 관리하기 위한 기반으로써 활용될 수 있다. 또한, 데이터 간 상호연계를 위한 표준체계 구축은 산업을 불문하고 중요한 의미를 가져왔지만, 항공산업에서 해당 주제에 대한 연구는 학술적, 실무적으로 거의 진행되지 않은 상태이기 때문에, 본 연구는 향후 항공 데이터의 통합적 활용을 위한 초석으로 활용될 수 있다. 본 연구는 향후 항공안전 데이터의 공동활용을 위한 데이터 추적, 검색, 활용 등을 가능하게 하며, 선제적 예방 활동 및 데이터 기반 의사결정을 위해 요구되는 데이터를 즉각적으로 식별하여 업무 효율성을 증진시킬 수 있을 것으로 기대된다.

다만, 본 연구에서 제시한 표준데이터는 향후 구체적인 방안을 도출하기 위한 기초자료로 활용될 뿐 즉각적인 활용에는 부족함이 있다. 현재, 국토교통기술개발사업으로 빅데이터 기반 항공안전관리기술 개발 및 플랫폼 구축이 진행 중이며, 이에 따라 향후 이해관계자 및 관련 분야 전문가의 의견을 다각도로 수렴하여 본 연구에서 제시한 표준안을 수정 및 보완할 예정이다.

후 기

본 연구는 국토교통부 항공선진화사업의 일환으로 국토교통과학기술진흥연구원(“빅데이터기반 항공안전관리 기술개발 및 플랫폼 구축”, 과제번호: 20BDAS-B158275-01)사업을 통해 수행되었습니다.

References

1. Ahn, J. H., Song, B. H. and Choi, Y. J., “A

study on the composition and application of risk based aviation safety oversight checklist”, Journal of the Korean Society for Aviation and Aeronautics, 28(2), 2020, pp. 71-77.

2. Bae, D. M., Park, H. S. and Oh, K. H., “Big data trends and policy implications”, ICT & Media Policy, 25(10), 2013, pp. 37-74.
3. Byun, H. J. and Lee, Y. S., “A study on data mapping for integrated analysis of railway safety data”, Journal of the Korean Society for Railway, 20(5), 2017, pp. 703-712.
4. De Mauro, A., Greco, M. and Grimaldi, M., “What is big data? A consensual definition and a review of key research topics”, In AIP conference proceedings, 1644(1), 2015, pp. 97-104.
5. Denney, E., Pai, G. and Whiteside, I., “The role of safety architectures in aviation safety cases” Reliability Engineering & System Safety, 191(106502), 2019.
6. Dong, X. L. and Srivastava, D., “Big data integration”, Workshops Proceeding: 2013 IEEE 29th International Conference on Data Engineering(ICDE), IEEE, Brisbane, QLD, Apr. 8-12, 2013, pp. 1245-1248.
7. Dou, X., “Big data and smart aviation information management system”, Cogent Business & Management, 7(1), 2020, Published online.
8. FAA Data Dictionary for FAA Accident and Incident System. https://www.asias.faa.gov/apex/f?p=100:15:::NO::P15_REGION_VAR:3
9. Hong, S. H., Noh, H. M., Kim, Y. H. and Kim, K. H., “A study on data integration for railway safety management system”, Proceeding of the KSR Conference, 2010.
10. ICAO Doc 9859 4th edit.
11. Ishwarappa and Anuradha, J., “A brief introduction on big data 5Vs characteristics and Hadoop technology” Procedia Computer Science, 48, 2015, pp. 319-324.
12. Kang, S. K. and Lee, Y. J. “A study on data

- standardization and utilization for disaster and safety management in educational facilities", *The Journal of Information Systems*, 27(2), 2018, pp. 175-196.
13. Kim, B. S. and Lee, D. S., "Development of disaster safety data standardization technology for disaster information management", *Water for Future*, 52(1), 2019, pp. 40-51.
 14. Kim, H. G. and O, S. G., "Case study of traffic data standards in the US", *Transportation Technology and Policy*, 3(1), 2006, pp. 80-86.
 15. Kim, J. S., "A research of enhancing data quality through the implementation of data standardization", *Proceedings of the Korean Information Science Society Conference*, 2006, pp. 210-213.
 16. Korea Ministry of Government Legislation. <https://www.law.go.kr/%EB%B2%95%EB%A0%B9/%ED%95%AD%EA%B3%B5%EC%95%88%EC%A0%84%EB%B2%95>
 17. KoROAD, http://taas.koroad.or.kr/api/selectApiIntro_duce.do
 18. Kwon, O., Lee, N. and Shin, B., "Data quality management, data usage experience and acquisition intention of big data analytics", *International Journal of Information Management*, 34(3), 2014, pp. 387-394.
 19. Lee, D. S. and Kim, B. S., "Collection and utilization of unstructured environmental disaster by using disaster information standardization", *Ecology and Resilient Infrastructure*, 6(4), 2019, pp. 236-242.
 20. Lee, D. S., Kwon, B. and Kim, B. S., "A study on standardization of the public use of disaster and safety information", *Journal of the Korean Society of Hazard Mitigation*, 19(3), 2019, pp. 75-83.
 21. Lee, S. G., Choi, G. Y. and Song, C. U., "A study on standardization of data exchange between information systems related to marine transportation", *Journal of Korean Navigation and Port Research*, 33(8), 2009, pp. 236-242.
 22. Liou, J. J., Yen, L. and Tzeng, G. H., "Building an effective safety management system for airlines", *Journal of Air Transport Management*, 14(1), 2008, pp. 20-26.
 23. Metadata for Runway Safety System. https://www.asias.faa.gov/apex/f?p=100:32:::NO::P32_REGION_VAR:3
 24. Ministry of the Interior and Safety Notice 2019-20. https://www.mois.go.kr/frt/bbs/type001/commonSelectBoardArticle.do?bbsId=BBSMSTR_000000000016&nttId=69428
 25. Ministry of Land, Infrastructure and Transport, https://www.data.go.kr/data/150_49020/fileData.do
 26. Mosleh, A., Dias, A., Eghbali, G. and Fazen, K. "An integrated framework for identification, classification, and assessment of aviation systems hazards", *Probabilistic Safety Assessment and Management*, 2004, pp. 2384-2390.
 27. Ni, X., Wang, H., Che, C., Hong, J. and Sun, Z., "Civil aviation safety evaluation based on deep belief network and principal component analysis", *Safety Science*, 112, 2019, pp. 90-95.
 28. NTSB Data Dictionary for Accident and Incident System. https://www.asias.faa.gov/apex/f?p=100:9:::NO::P9_REGION_VAR:3
 29. Oster Jr, C. V., Strong, J. S., Zorn, C. K., "Analyzing aviation safety: Problems, challenges, opportunities", *Research in Transportation Economics*, 43(1), 2013, pp. 148-164.
 30. Park, J. S., Kim, J. C. and Sim, G. R., "Supporting air transport policies using big data analysis", *The Korean Transport Institute*, 2014, pp. 1-179.
 31. Park, M. K., "A study on model of the state's aviation safety management system", *Journal of the Korea Safety Management & Science*, 13(2), 2011, pp. 1-8.
 32. Park, T. Y., Han, H. J., Kim, Y. and Kim, S.

- J., "A study on the analysis and improvement of classifications for integrated management of disaster and safety information", Journal of the Korean BIBLIA Society for Library and Information Science, 28(3), 2017, pp. 125-150.
33. Park, Y. and Kim, S. A., "Research on railway safety common data model and dds topic for real-time railway safety data transmission", Journal of The Korea Society of Computer and Information, 21(5), 2016, pp. 57-64.
34. Public data portal, <https://www.data.go.kr/tcs/dss/selectDataSetList.do>
35. Walker, G., "Redefining the incidents to learn from: Safety science insights acquired on the journey from black boxes to flight data monitoring", Safety Science, 99, 2017, pp. 14-22.