

Original Article

<https://doi.org/10.12985/ksaa.2020.28.1.066>
ISSN 1225-9705(print) ISSN 2466-1791(online)

훈련용 항공기 비행전 안전 프로토콜 개발

이재현*, 황선일*, 박홍선**, 이성우***, 소영섭****

Development of Preflight Safety Protocol for Training Aircraft

Jaehyeon Lee*, Sunil Hwang*, Hongseon Park**, Sungwoo Lee***, Youngsub So****

ABSTRACT

With the development of the aviation industry in Korea, the number of aircrafts has increased every year. About 10 flight departments have been established at domestic universities, and flight training is conducted until the course of commercial pilot certificate. In addition, private aviation institutes using Muan airport as a base have also increased, and the number of training aircrafts in the eastern and western regions of Jeonnam region has increased dramatically. Along with an increase in the number of training aircrafts, aviation accidents have also increased. From April 2018 to September 2019, 11 accidents occurred at Muan airport and Yeosu airport. This study aims to develop a pre-flight safety protocol to promote flight training safety. Three aspects-including technical factors, human factors, and organizational factors-were considered in this study.

Key Words : Training Aircraft(훈련용 항공기), Preflight Safety Protocol(비행전 안전 프로토콜), Technical Factors(기술적 요인), Human Factor(인적 요인), Organizational Factors(조직적 요인)

1. 서 론

항공산업은 2010년을 전후하여 미국·중국 등 주변국들의 경기 회복으로 인한 외국인 관광수요의 증가와 인천공항의 환승 수요 증가 등으로 인해 지속적인 성장이 이루어지고 있다. 또한, 2012년부터는 국내 저비용 항공사의 공급력 확대에 의해 개별 여행객의 수가 큰 폭으로 상승하였고, 2015년에는 항공사의 항공기 추가 도입과 저비용항공사 중심의 신규노선 및 운항 확대, 그리고 환율과 유가 영향에 따른 가격부담 완화

로 인해 항공 이용객이 꾸준히 증가하여 왔다.

이와 같은 항공 산업의 발달은 항공사의 항공기 도입대수 증가로 이어졌고, 이와 더불어 국내 4년제 대학에서 항공운항학과를 신규 개설하였다. 2019년 12월 기준 11개 대학에서 항공운항학과가 운영되고 있으며, 4년의 교육기간 동안 자가용 면장 또는 사업용 면장 취득을 위한 비행훈련을 실시하고 있다. 그리고, 사용사업체들이 운영하는 비행교육원 또한 증가하여 2019년 7월 기준 7개의 비행교육원이 운영 중이다.

2017년을 기점으로 김포공항을 베이스로 운용하였던 사용사업체 비행교육원의 비행기 주기장이 무안공항으로 이동 조치되었고, 대학에서 신설한 비행교육원 중 5개소가 무안공항을 베이스로 사용함에 따라 그 주변의 비행량이 증가하였다. 2019년 12월을 기준으로 무안공항의 훈련용 항공기 주기장 수는 45개로 지방공항 중 가장 많으며, 대부분의 주기장이 사용되고 있을 정도로 많은 수의 훈련용 항공기가 운영되고 있다.

Received: 27. Feb. 2020, Revised: 11. Mar. 2020,

Accepted: 26. Mar. 2020

* 신한에어 비행교육원 운항팀 비행교관

** 신한에어 비행교육원 정비팀 팀장

*** 신한에어 비행교육원 정비팀 대리

**** 신한에어 비행교육원 원장

연락처 E-mail : jh.lee2128@gmail.com

연락처 주소 : 전라남도 영암군 신포리 837번지

이와 같이 비행훈련과 관련한 항공기 인프라는 꾸준한 증가세에 있는 반면, 항공기가 훈련하는 공역은 제한되어 있으며, 항공기를 주기하는 비행장이나 이착륙장 등 환경적 인프라는 증가 없이 고정되어 있어 항공기 수 대비 인프라가 상대적으로 부족한 게 현실이다.

또한, 제한된 환경적 인프라 내에서 훈련용 항공기의 비행량이 증가하다 보니, 최근 몇 년간 크고 작은 항공기 사고가 지속 발생하고 있는 것으로 나타났다. 2019년 10월 무안공항공사에서 발표한 자료에 따르면 2018년 4월에서 2019년 9월까지 무안공항과 여수공항에서 발생한 항공안전장애를 포함한 사고건수가 11건으로 보고된 바 있다.

이에, 훈련용 항공기를 위한 안전한 비행 환경을 조성하는 것은 점차 중요해지고 있으며, 이를 위해 비행을 둘러싼 다양한 요소들을 고려하여 비행전 안전 프로토콜을 개발하고 운용할 필요가 있다.

1.1. 연구 목적

본 연구의 목적은 대학교에서 운영하는 비행훈련원 이외에, 사용사업체에서 운영하는 비행교육원을 위주로,

- ① 국내 훈련용 항공기의 사고 사례 추이를 살펴보고,
- ② 훈련 비행을 둘러싸고 있는 다양한 위험 요소들을 분석하여,
- ③ 교육 훈련용 항공기의 안전한 비행 환경을 구축하는데 그 목적이 있다.

1.2. 연구 범위

본 연구에서 다루는 훈련용 항공기는 사업용 조종사 양성 교육에 주로 활용되는 CESSNA 172 등 일반 항공기를 의미하며, 비행전 안전 프로토콜 개발의 범위는 각자의 교육 프로그램을 운영하는 학교 기관을 제외한 민간 사설교육원의 비행 환경을 위주로 고려하여 비행전 안전 프로토콜을 개발하고자 한다.

1.3. 연구 내용 및 방법

본 연구의 내용은 1) 여객용 항공기 이외에 훈련용 항공기를 위주로 항공기 사고 추이를 해외 사례나 국내 과거 사고 사례를 위주로 분석하고, 2) 공항 외부에 자체 활주로를 보유하고 있는 민간 사설교육원의 항공기 운용과 관련한 주체별 안전 요인들을 분석하고, 3) 이를 토대로, 비행전 안전 환경을 구축하기 위한 프로토콜을 개발하는 것이다.

연구의 방법은 비행전 항공 안전과 관련한 항공기체를 둘러싼 기술적인 요인을 분석하고, 비행하는 교육생 및 교관의 비행 안전과 관련한 인적 요인을 분석하고, 비행과 관련한 외부 조직적인 측면에 해당하는 공항공사 등의 외부 환경요인을 고려하였다.

2. 본 론

항공 안전분야는 1950년 이래로 3기의 주요 시대적 변화를 거듭해 왔다. 항공이 발전해온 1900년대부터 1960년대까지는 Technical Factors가 주로 고려된 시기로, 항공기체를 둘러싼 기술적인 요소에 중점을 두고 항공 안전을 고려하였다(ICAO, 2013)(Fig. 1).

그 이후 1970년대부터 1990년대 중반까지는 기계적인 요인과 더불어 Human Factors까지 고려된 시기로, Crew Resource Management(CRM)의 개념이 도입되면서 좀 더 다각적인 측면에서 항공 안전이 고려되었다.

1990년대 중반 이후부터 현재까지는 항공 안전에 Organizational Factors까지 고려되기 시작한 시기로, 비행기의 기계적인 측면부터 비행을 둘러싼 환경적인 요인까지 조직적으로 항공 안전을 다루기 시작하였다.

이와 관련하여, 본 연구에서는 국내 사용사업체를 위주로 비행 훈련시 안전을 고려하는 상황에서, 비행기가 가지는 기계적 기술적인 측면, 교육생과 교관이 관여되는 인적 측면, 그리고 비행을 둘러싼 외부 환경적인 조직 측면까지 고려하여 안전 프로토콜을 개발하고자 한다.

2.1 항공기 사고 추이

항공기 사고는 비행을 둘러싸고 있는 조직적인 요인들, 인적 요인들, 업무 환경요인 등과 같은 다양한 요인

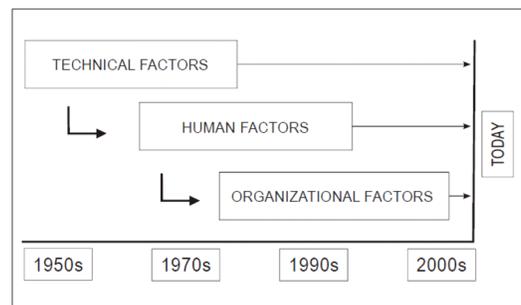


Fig. 1. The evolution of safety

들이 복합적으로 상호작용하는 과정속에서 복잡 다양한 방식으로 발생한다고 보고되고 있다(ICA0, 2013)(Fig. 2).

국내의 훈련용 항공기 수가 급증한 사례가 최근 몇 년 사이의 일이라, 국내 훈련용 항공기의 사고 사례 통계는 부재하다 볼 수 있다. 이에, Liberty University (2019)에서 연구한 2000년부터 2015년까지의 훈련용 항공기 사고 사례 조사 결과를 인용하였다. 해당 연구는 총 240건의 훈련용 항공기 fatal accident 사례를 분석하였으며, 그 결과 비행중 조종력 상실로 인한 사고 'LOC_I, Loss of Control - In flight'가 전체 건수의 53.8%를 차지하는 129건으로 가장 많은 것으로 분석되었다.

그 다음으로는 중고도에서의 충돌 'MAC, Midair collision'이 24건, 장애물 충돌 'CFIT, Controlled Flight into Terrain'이 14건, 연료 관련 문제로 인한 사고 'Fuel, Fuel Related' 13건, 항공기 시스템 'SCF-PP, System/Component Failure or Malfunction- Powerplant' 12건, 저고도 기동 훈련 'LALT, Intentional Low Altitude Maneuvering' 10건 등이 10건이 넘는 사고 사례로 조사되었다. 이차륙시 장애물 충돌 'CTOL, Collision with Obstacle on Takeoff and Landing' 9건, 의도하지 않은 상황에서의 계기비행 전환 'UIMC, Unintended Flight in IMC' 5건 순으로 많은 것으로 나타났다.

이 중 공중 충돌이 10%를 차지한다는 점과, 박헌희 (2019)의 연구에서 학생조종사의 비행시간이 길어질수록 만족도가 낮아졌다는 점을 함께 고려한다면, 최근 증가한 무안 지역에서의 비행량 증가가 공중 충돌에 영향을 미칠 우려에 대하여 생각해볼 수 있는 사례로

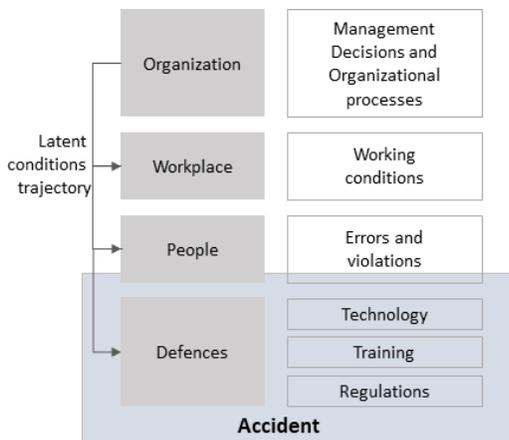


Fig. 2. Reason's model of accident causation

여겨진다(Fig. 3).

지상이동, 이륙, 순항, 접근, 착륙 등 비행단계별 사고 현황 역시 국내에 조사된 바가 부족하여 일반항공의 사고 현황을 인용하였다. 그 결과, 일반 여객용 비행기의 경우 비행착륙단계에서 가장 많은 사고가 발생하는 것으로 나타났다(Fig. 4).

이와 같이 항공기 사고는 항공기의 운영과 더불어 발생할 수밖에 없으며, 항공 산업의 발달과 어느 정도 비례해서 증가하기 마련이다. 이에 항공기 사고의 원인 분석 및 재발 방지를 위한 연구가 꾸준히 진행되고 있다.

하지만, 위에서 언급한 항공기 사고와 관련한 대부분의 연구는 조종사의 경험에 따른 과실이나 실수 등과 같은 분야에 초점이 맞춰져 있고, 정비와 관련한 연구는 부족한 실정이다. 국외의 일반 항공의 정비와 관련한 사고율을 분석한 논문을 인용하면, 1989년~1993년까지 백 만 시간당 4.3건으로 집계되었으며, 이 수치는 2009년~2013년까지도 비슷한 분포를 보이는 것으로 분석되었다. 이는 비행 훈련의 사전 안전성을 고려할 때, 항공기를 운영하는 주체인 비행교육원의 안

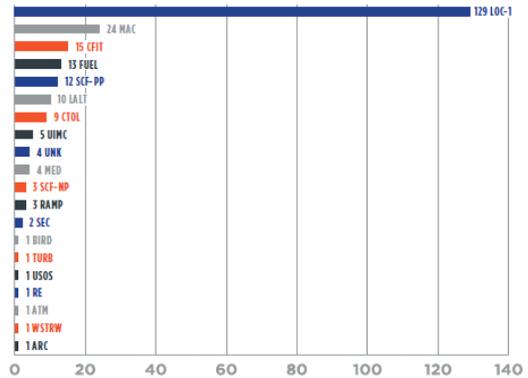


Fig. 3. Fatal instructional accidents by primary cause(2000-2015)

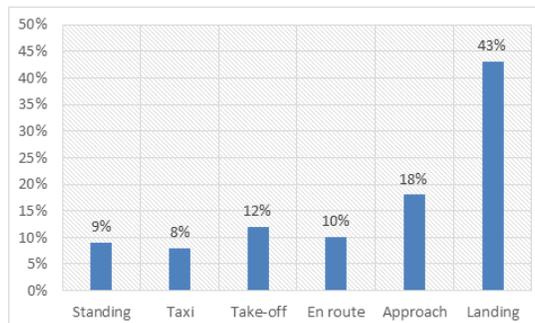


Fig. 4. Accident records by flight phase

전 민감성을 적극 고려해야 한다는 것을 의미한다 (Thomas E, 1998).

2012년 국내 저비용 항공사들의 공급력 증대와 더불어 대학교의 항공운항학과가 11개로 늘어나면서 국내 훈련용 항공기의 수가 급격히 증가하기 시작하였다. 대부분 대학교의 비행교육원 비행기가 무안공항을 주기장으로 이용하면서 전남 지역의 훈련용 항공기 비행량이 증가하였다. 또한 김포공항에서 훈련용 항공기를 운영하던 민간 사설교육원들의 훈련기가 김포공항 이착륙 포화 문제로 인해 무안공항으로 상당수 이전하면서 무안공항은 훈련용 항공기 주기장을 45개소 운영하는 국제공항으로써는 운영형태를 보이게 되었다. 무안공항의 훈련용 항공기들의 수가 증가하면서 무안공항 인근이 대부분 훈련공역으로 활용되고 있으며, 또한 야외비행 훈련을 위해 전남의 동부와 서부를 가로지르는 비행량이 증가하면서 훈련용 항공기들의 사고 위험성이 증가하고 있으며, 실제 사고 또한 잇따르는 추세이다.

그 예로, 2019년 6월 여수공항 인근에서 단독비행을 하던 한 대학의 훈련용 항공기가 추락하였는데, 다행히 인명사고는 발생하지 않은 것으로 보고되었으나, 만일 이 항공기가 인근의 화학단지로 추락했다면 대규모의 재난으로 확대될 뻔한 위험한 사고로 보고되었다.

또한, 2019년 10월 여수공항공사가 주최한 안전회의에서 제공된 자료에 따르면, 최근 무안공항 활주로 내에서 훈련용 항공기가 착륙 도중 활주로를 이탈하거나 항공기의 타이어 플랫으로 인해 활주로 내에서 기동불능상태에 빠짐으로 인해 공중에 있는 타 항공기의 안전에 영향을 미치는 사고가 잇따르고 있는 것으로 보고되고 있다.

항공기 사고 현황을 월별로 살펴보면, 위에서 언급한 최근 발생하고 있는 무안공항과 여수공항 사고의 경우 6월~8월의 사고가 전체의 50% 정도를 차지하는 것을 볼 수 있다. 좀 더 많은 수의 통계자료를 보는 것이 더 의미가 있겠으나, 국내 훈련용 항공기의 사고 분석 통계가 부재한 게 현실이다. 이에, 훈련용 일반 항공기와 운영 시간대가 비슷한 경량항공기의 경우를 살펴보면, 여름철(6월~9월)에 발생하는 사고 비율이 60%로 최근 2년 간 발생한 훈련용 일반항공기와의 분포와 비슷한 것으로 나타났다(Fig. 5).

사고 시간대별 현황을 살펴보면, 하루 중 기온이 높아지는 시간인 정오에서 오후 시간대에 대부분의 사고가 발생하는 것으로 나타났다. 이는 낮 시간대의 높은 온도로 인해 항공기 성능에 영향을 미치는 밀도고도가 높아지고, 이에 따른 조종사의 항공기 성능 감소가 항공기 사고 비율을 높이는데 영향을 미친 것으로 사료된다(Fig. 6).



Fig. 5. Accidents records by month

Table 1. Training aircrafts accident records

일시	장소	유형	내용
18.4.27	무안공항	항공안전장애(기체이상)	유도로 이동중 기체 이상으로 자력 복귀
18.6.20	무안공항	항공안전장애(기체이상)	활주로 진입중 우측 엔진 정지
18.6.20	무안공항	항공안전장애(타이어플랫)	착륙 후 유도로 이동 중 타이어 플랫
18.10.24	무안공항	항공안전장애(관제지시위반)	지상이동 중 허가와 반대방향으로 이동
18.11.15	무안공항	항공안전장애(기체이상)	이륙후 기체이상으로 활주로 착륙
19.4.46	무안공항	항공안전장애(활주로이탈)	착륙 후 활주로상에서 풀발로 이탈
19.5.9	무안공항	항공안전장애(활주로이탈)	착륙 후 활주로상에서 풀발로 이탈
19.6.13	여수공항	항공기사고(기체이상)	무안공항 이륙하여 여수공항 터치앤고 후 이륙중 야산 불시착
19.7.5	무안공항	항공안전장애(통신두절)	훈련공역 비행중 통신두절
19.8.2	무안공항	항공안전장애(통신두절)	훈련공역 비행중 통신두절
19.8.5	무안공항	준사고(활주로이탈)	착륙 중 활주 접지 후 왼쪽으로 활주로 이탈

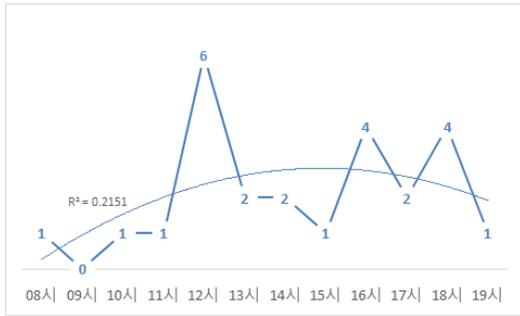


Fig. 6. Accidents records by time

2.2. 프로토콜 개발 고려 요인

비행의 모든 단계에 있어서 안전은 가장 우선순위에 서 고려되어야 하는 사항이며, 비행 안전과 관련하여 가장 기본 단계에 해당하는 비행전 안전은 특히나 중요하게 여겨져야 한다. 본 연구에서의 훈련용 항공기의 비행전 안전과 관련한 요인은 비행기를 운용하는 비행교육원과 관련한 기술적인 요인(technical factors), 교육생과 교관의 측면에서 고려되어야 하는 인적 요인(human factors), 그리고 비행의 시작과 종료에 걸쳐 전반적으로 영향을 미치는 외부 환경적인 요소인 관계, 공항공사 등 조직적인 요인(organizational factors)으로 크게 세 가지로 구분하겠다.

2.2.1 기술적 요인(Technical Factors)

앞서 언급했듯이 일반항공기 사고 중 정비 관련 문제로 발생하는 사고율은 백 만 시간당 4.3건으로 보고된 바 있다. 이는 항공기의 안전을 담보하기 위한 중요 요소로서 훈련용 항공기를 운용하는 비행교육원의 역할은 상당히 중요하다는 점을 시사한다. 사실 비행교육원은 학교와 달리 정부의 지원없이 단지 영리를 목적으로 운영되는 곳이 대부분으로, 교육원의 경영적인 측면에서 교육 비용을 낮추는데 소기의 목적이 있다. 또한, 교육생별 비행기와 담당 교관이 체계적으로 정해져 있지 않고, 비행 스케줄별로 할당된 교관과 비행기를 활용하여 비행이 이루어진다. 이로 인해 해당 비행기에 대한 최근의 문제점을 실시간으로 파악하기가 어렵다는 한계점이 존재한다.

이에, 비행교육원은 해당 업체가 보유한 훈련용 항공기의 최근 정비 내역 및 항공기 기체별 최근 발생한 안전 관련 문제 내역 등을 정리하고, 지속적으로 공유하는 것이 중요하다.

이와 관련하여 본 연구에서는 비행을 둘러싼 시스템

및 환경요인까지 전반에 걸친 개선사항을 제시하고자, 1972년 미국의 Elwyn Edward 교수가 제안한 SHELL 모델을 일부 도입하여 다음과 같이 제안한다.

첫째, (Software, 비행절차) 비행교육원은 항공기 안전을 담보할 수 있는 비행 전 점검사항 및 교육원이 위치한 비행경로 주변의 지형지물을 사전 인지할 수 있는 비행절차를 수립하고, 공유하는 시스템을 구축하여야 한다.

둘째, (Hardware, 항공기) 항공기를 운항하려는 비행교육원은 규정에 따른 항공기 안전 검사 이외에, 항공기 최근 정비 내역을 요약 정리하여 제공하고, 항공기의 안전과 관련하여 발생한 최근의 내역 등을 지속 제공하여야 한다(Table 2).

셋째, (Environment, 온도 등 비행환경) 공항 이외의 지역에 위치한 사설 비행교육원은 폭이 좁고 길이가 1km에 남짓한 자체 이착륙장을 운영한다. 이는 폭이 넓고 활주로 길이가 적어도 2km 이상되는 공항과 비교할 수 없을 정도로 안전상의 제약을 의미한다. 또한, 공항 이외 지역의 사설 비행교육원은 비용상의 한계로 관제사에 의한 관제서비스가 제공되지 않는 경우가 있다. 이와 같이 상대적으로 열악한 제반환경과 더불어 이착륙장의 지역적인 특성에 따른 계절별 온도 변화에 따른 항공기의 성능저하까지 고려한다면 그 열악함은 배가 될 것이라 사료된다. 이에, 사설 비행교육원은 비행장 주변 지역의 기후변화에 대한 시계열 자료를 구축하여, 안전을 고려한 비행 제한치를 설정하고 제공할 필요가 있다.

미국 National Transportation Safety Board (NTBS)에서 1994년부터 1996년까지의 왕복엔진 항공기의 사고 유형을 분석한 결과, 1,007건의 사고 중 51%가 조종사의 과실에 의한 사고로 조사되었으며,

Table 2. Maintenance-related accidents management monitoring form

구분	일자	항목	특이사항
정비 내역	11/5	50H 정비	특이사항 없음
	:	:	:
	:	:	:
	:	:	:
안전 관련 문제 내역	11/12	PFD 계	OAT 10초간 out
	:	:	:
	:	:	:
	:	:	:

30%가 실린더나 밸브와 같은 기계결합, 그리고 19%가 부적절한 정비로 인한 것으로 나타났다. 이 조사 수치는 1960년대의 왕복엔진 사고 유형 결과와 비슷한 것으로 조사되었다. 이와 관련하여, 항공기 자체의 문제로 인한 사고율을 개선하기 위해 항공기를 운영하기 전 항상 항공기의 최신 상태를 모니터링하고, 비행 전 정비사와 조종사가 각각 서명하는 절차를 수행할 것이 제한된 바 있다(Fig. 7).

2.2.2 인적 요인(Human Factors)

먼저, 비행 훈련 교육의 주체가 되는 교육생은 비행 하루 전 자신의 신체적 및 정신적인 상태를 “Im Safe Checklist”를 활용하여 사실적으로 교관에게 인지시켜야 한다(Table 3).

그리고, 조종사의 비행 가능한 신체적/정신적 건강 상태가 확보되었다면, 조종사는 PAVE checklist를 활용하여 비행 전반에 걸친 안전 환경 요소들을 확인해

INSTRUCTIONS: Form is to be filled out by both the pilot and mechanic prior to or during inspection interval. Asterisk (*) items are pilot functions.

DATE _____ OPERATOR _____
 "N" NUMBER _____ S/N _____
 MODEL NUMBER _____ MFG. _____
 TOTAL TIME _____ TYPE OF OIL USED _____
 TOTAL TIME SINCE OVERHAUL _____ HOBBS/TACH _____

AREA #1 ENGINE CASE COMPONENTS:

OIL ANALYSIS:
 DATE TAKEN _____ LABORATORY _____
 SILICON _____
 ALUMINUM _____
 IRON _____
 TIN _____
 CHROMIUM _____
 COPPER _____

*OIL PRESSURE @ CRUISE RPM _____
 *OIL TEMPERATURE @ CRUISE RPM _____
 *STATIC RPM (FIXED PITCH) _____ TAKE OFF RPM (CONT. PITCH) _____
 *MANIFOLD PRESSURE @ TAKEOFF _____
 OIL FILTER CONDITION: _____
 OK _____
 MAGNETIC PARTICLES _____ QUANTITY _____
 NONMAGNETIC PARTICLES _____

OIL SCREEN CONDITION:
 OK _____
 MAGNETIC PARTICLES _____ QUANTITY _____
 NONMAGNETIC PARTICLES _____ QUANTITY _____

OIL CONSUMPTION _____ QTS PER _____ HOUR(S)

AREA #2 CYLINDER/PISTON ASSEMBLIES:

*CYLINDER HEAD TEMP @ CRUISE _____ ALT _____
 *EGT @ CRUISE _____ ALT _____

Fig. 7. Trend monitoring form

Table 3. IM SAFE checklist

구분	내용	확인
Illness	발병 징후의 증상이 있는가?	Yes / No
Medication	복용중인 약물이 있는가?	Yes / No
Stress	업무 등 스트레스가 많은가?	Yes / No
Alcohol	8시간 이내에 음주하였는가?	Yes / No
Fatigue	충분한 휴식을 취하였는가?	Yes / No
Eating	영양섭취를 충분히 하였는가?	Yes / No

야 한다(Table 4).

또한, 조종사는 비행 도중 발생 가능한 위험 상황에 효과적으로 대응할 수 있도록 비행을 실시하기 전에 해당일 비행시 발생 가능한 위기 상황에 대한 아래의 위험도 인지(Hazard Identification) 및 위기 분석(Risk Analysis) 프로세스를 사전 숙지하고, 비행에 대비할 필요가 있다(Fig. 8).

2.2.3 조직적 요인(Organizational Factors)

훈련용 항공기의 안전 환경을 위해서는 관계기관과 공항공사 등 유관기관의 협조가 필수적으로 필요하다.

Table 4. PAVE checklist

구분	내용
조종사	· Experience/Recency · Physical condition · Documentation: manual, chart
비행기	· Fuel reserves · Experience in type · Aircraft performance · Aircraft equipment
환경	· Airport conditions · Weather · Terrain: high ground, slope · Weather for VFR/IFR
외부 요인	· Trip planing · Deversion or cancellation · Alternate plans · Personal equipment

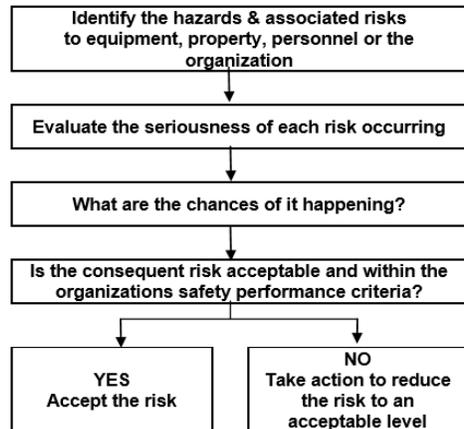


Fig. 8. Process of safety risk management

공항공사가 주축이 되는 관련 유관기관들은 적극적인 협력을 통해 안전을 위한 협의를 지속하여 유지할 필요가 있다.

최근 들어 무안공항공사와 여수공항공사가 급증하고 있는 훈련용 항공기의 안전한 비행 환경을 제공하기 위하여 공항 접근 훈련 경로의 안전성을 강화하기 위한 개선 회의를 개최하는 등 노력을 기하고 있다. 또한, 훈련용 항공기의 비행량이 집중되고 있는 전남 동서부 지역의 접근 관제를 담당하는 광주공항에서도 더욱 효율적이고 사용자 편의적인 관제서비스를 제공하기 위하여 안전회의를 개최하는 등 적극적인 유관기관 협력이 이루어지고 있다.

최근 개최되고 있는 훈련용 항공기의 안전을 개선하기 위한 이러한 회의는 앞으로도 주기적으로 개최되는 것이 중요하다고 여겨진다. 또한, 각종 회의를 통해 논의되는 최근의 안전 관련 사고 및 항공안전장애 사례는 회의시에만 일시적으로 제공되는 것이 아니라, 공식적인 문서를 통해 지속적으로 비행교육원에 공유될 필요가 있다(Table 5).

2.3 비행전 안전 프로토콜

앞서 언급한 비행전 안전 프로토콜 개발을 위한 세

Table 5. Accident report monitoring form

일시	장소	소속	유형	내용
11/8	00 공항	00 항공	항공안전장애 (기체이상)	유도로 이동중 기체 이상으로 자력 복귀
:	:	:	:	:
:	:	:	:	:
:	:	:	:	:

가지 고려요인을 종합하여 다음과 같은 프로토콜을 개발하였다. 다만, 본 내용은 각 대학교에서 운영하는 비행훈련원의 경우 별도의 안전 프로그램이 운영될 것으로 간주하여, 사용사업체에서 운영하는 비행교육원을 대상으로 적용하는 것을 목표로 개발하였다(Table 6).

III. 결 론

본 연구는 최근 몇 년 사이 무안공항과 여수공항을 중심으로 급격히 증가하고 있는 훈련 비행과 관련하여 항공기 사고 및 항공안전장애 사례 또한 비례하여 증가하고 있음에 따라, 비행 환경을 둘러싸고 있는 안전 요인들을 통합적으로 분석하여 비행전 적용할 수 있는 안전 프로토콜을 제시하고자 하였다.

Table 6. Preflight safety protocol

구 분	항 목	점검 내용	담 당												
기술적 측면	정비 내역	· 50시간/연간 정비 등 내역 특이사항 점검 <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>일 자</th> <th>항 목</th> <th>특이사항</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>11/5</td> <td>50H 정비</td> <td>(예시)특이사항 없음</td> </tr> <tr> <td>:</td> <td>:</td> <td>:</td> </tr> <tr> <td>:</td> <td>:</td> <td>:</td> </tr> </tbody> </table>	일 자	항 목	특이사항	11/5	50H 정비	(예시)특이사항 없음	:	:	:	:	:	:	정비사
	일 자	항 목	특이사항												
	11/5	50H 정비	(예시)특이사항 없음												
:	:	:													
:	:	:													
안전 관련 점검 내역	· 시간 정비 이외 발생한 특이사항 확인 <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>일 자</th> <th>항 목</th> <th>특이사항</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>11/17</td> <td>PFD계기</td> <td>(예시)HSI 3분 오류</td> </tr> <tr> <td>:</td> <td>:</td> <td>:</td> </tr> <tr> <td>:</td> <td>:</td> <td>:</td> </tr> </tbody> </table>	일 자	항 목	특이사항	11/17	PFD계기	(예시)HSI 3분 오류	:	:	:	:	:	:	교관/ 교육생/ 정비사	
일 자	항 목	특이사항													
11/17	PFD계기	(예시)HSI 3분 오류													
:	:	:													
:	:	:													
항공기 모니터링 내역	· Oil Pressure @ Cruise RPM ____ · Oil Temperature @ Cruise RPM ____ · Oil Consumption __QTS Per __Hours · Cylinder Head Temp @ Cruise ____ · EGT @ Cruise ____ · Magneto Drop @ 1800RPM __RT __LT · Vacuum GAUGE ____ · Electrical Gauge __AMPS __VOLTS · Air Filter Conditon(1=ok, 2=dirty) ____	교관/ 교육생													

Table 6. Continued

인적 측면	IMSAFE Checklist	<table border="1"> <tr> <td>Illness</td> <td>발병 징후의 증상이 있는가?</td> </tr> <tr> <td>Medication</td> <td>복용 중인 약물이 있는가?</td> </tr> <tr> <td>Stress</td> <td>업무 등 스트레스가 많은가?</td> </tr> <tr> <td>Alcohol</td> <td>8시간 이내에 음주하였는가?</td> </tr> <tr> <td>Fatigue</td> <td>충분한 휴식을 취하였는가?</td> </tr> <tr> <td>Eating</td> <td>영양섭취를 충분히 하였는가?</td> </tr> </table>	Illness	발병 징후의 증상이 있는가?	Medication	복용 중인 약물이 있는가?	Stress	업무 등 스트레스가 많은가?	Alcohol	8시간 이내에 음주하였는가?	Fatigue	충분한 휴식을 취하였는가?	Eating	영양섭취를 충분히 하였는가?	교관/ 교육생 (비행 8시간 전까지)							
	Illness	발병 징후의 증상이 있는가?																				
	Medication	복용 중인 약물이 있는가?																				
Stress	업무 등 스트레스가 많은가?																					
Alcohol	8시간 이내에 음주하였는가?																					
Fatigue	충분한 휴식을 취하였는가?																					
Eating	영양섭취를 충분히 하였는가?																					
PAVE Checklist	<table border="1"> <tr> <td>조종사</td> <td>·Experience/Recency ·Physical Condition ·Documentation: manual, chart</td> </tr> <tr> <td>비행기</td> <td>·Fuel Reserves ·Experience in Type ·Aircraft Performance ·Aircraft Equipment</td> </tr> <tr> <td>환경</td> <td>·Airport Conditions ·Weather ·Terrain: high ground, slope ·Weather for VFR/IFR</td> </tr> <tr> <td>외부 요인</td> <td>·Trip Planing ·Deversion or Cancellation ·Alternate Plans ·Personal Equipment</td> </tr> </table>	조종사	·Experience/Recency ·Physical Condition ·Documentation: manual, chart	비행기	·Fuel Reserves ·Experience in Type ·Aircraft Performance ·Aircraft Equipment	환경	·Airport Conditions ·Weather ·Terrain: high ground, slope ·Weather for VFR/IFR	외부 요인	·Trip Planing ·Deversion or Cancellation ·Alternate Plans ·Personal Equipment	교육생 작성/ 교관 확인 (비행 1시간 전까지)												
조종사	·Experience/Recency ·Physical Condition ·Documentation: manual, chart																					
비행기	·Fuel Reserves ·Experience in Type ·Aircraft Performance ·Aircraft Equipment																					
환경	·Airport Conditions ·Weather ·Terrain: high ground, slope ·Weather for VFR/IFR																					
외부 요인	·Trip Planing ·Deversion or Cancellation ·Alternate Plans ·Personal Equipment																					
Risk Management Process	<ul style="list-style-type: none"> · 당일 비행시 발생 가능한 위험요소 정의 · 위험 대처 방안 시나리오 수행 · 위험요소 저감 방안 마련 · 위험 해소 불가능시 절차 수립 	교관/ 교육생																				
조직적 측면	<p>공항공사/ 관계기관 제공 자료</p> <table border="1"> <tr> <td colspan="4">· 공항공사 등 유관기관에서 제공한 사고 내역 및 원인 자료 점검</td> </tr> <tr> <td>일시</td> <td>장소</td> <td>유형</td> <td>내용</td> </tr> <tr> <td>11/8</td> <td>00 공항</td> <td>항공안전장애 (기체이상)</td> <td>유도로 이동중 기체 이상으로 자력 복귀</td> </tr> <tr> <td>:</td> <td>:</td> <td>:</td> <td>:</td> </tr> <tr> <td>:</td> <td>:</td> <td>:</td> <td>:</td> </tr> </table>	· 공항공사 등 유관기관에서 제공한 사고 내역 및 원인 자료 점검				일시	장소	유형	내용	11/8	00 공항	항공안전장애 (기체이상)	유도로 이동중 기체 이상으로 자력 복귀	:	:	:	:	:	:	:	:	공항공사 등 주기적 자료 제공 (월별)
· 공항공사 등 유관기관에서 제공한 사고 내역 및 원인 자료 점검																						
일시	장소	유형	내용																			
11/8	00 공항	항공안전장애 (기체이상)	유도로 이동중 기체 이상으로 자력 복귀																			
:	:	:	:																			
:	:	:	:																			

훈련용 항공기의 비행전 안전과 관련한 요인은 비행기를 운영하는 비행교육원과 관련한 기술적인 요인(technical factors), 조종사 측면에서 고려되어야 하는 인적 요인(human factors), 그리고 비행의 시작과 종료에 걸쳐 전반적으로 영향을 미치는 외부 환경적인 요소인 관제, 공항공사 등 조직적인 요인(organizational factors)으로, 복합적으로 고려되어야 한다.

위에서 언급한 비행전 안전 관련 각각의 요인은 개별 문서로 작성되어 제각각 관리되어서는 안되고, ‘비행전 안전관리시스템’(가칭) 구축 등을 통해 웹사이트를 통해 통합적으로 시스템화하여 관리되어야 실질적

인 활용도가 높아질 수 있을 것이다(Fig. 9).

통합 안전관리시스템 구축을 위해 우선적으로 관계기관이나 공항공사 등 유관기관은 조직적인 측면에서 훈련용 항공기의 안전한 운항에 기여할 수 있도록 비행교육원에 안전 관련 자료 또는 사고 현황 공식적인 문서를 통해 지속적으로 제공할 필요가 있다.

두 번째, 비행교육원은 교육생이 비행전 안전 관련 자료를 실시간으로 활용할 수 있도록 온라인 상으로 ‘비행전 안전관리시스템’(가칭)을 구축하여 운영할 필요가 있다. 또한, 안전관리시스템이 실질적이고 지속적으로 운영될 수 있도록 유관기관으로부터 제공받은 안

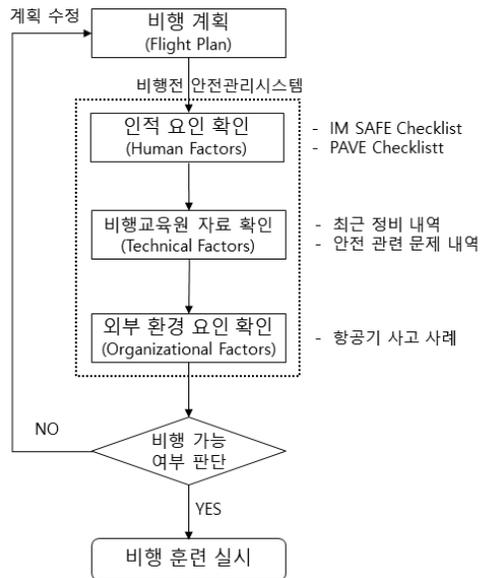


Fig. 9. Preflight safety process

전 관련 자료를 입력하는 등 운영 관리를 담당하는 것이 바람직하다 하겠다.

마지막으로, 훈련 비행을 실시하는 조종사는 비행 하루 전까지 인적 요인(human factors)을 안전관리시스템에 입력 완료하고, 비행전까지 안전관리시스템에 표출되는 안전 관련 자료를 확인한 후, 훈련 비행 여부를 최종 판단하여 안전과 관련한 모든 측면에서의 확실성을 확보하는 프로토콜을 운영하여야 한다.

후 기

2019년 한국항공운항학회 추계학술대회 발표논문을 수정 보완하였음.

References

1. Ministry of Land, Infrastructure and Transport, "Airport Traffic Report", 2019.
2. FAA, "Aviation Instructor's Handbook", Washington, 2008, pp. 161-178.
3. Jeppesen, Flight Instructor, Englewood, 2012,

pp. 163-189.

4. Ham, D. H., and Lee, J. H., "Study on the prevention of the accident through the case analysis of the light aircraft and ultralight vehicle", The Korean Society for Aviation and Aeronautics, 2016.
5. ICAO, Safety Management Manual, 2014, p. 3.
6. FAA, Safety Briefing, 2019, p.10.
7. International Business Aviation Council (IBAC), "SMS Guidance Manual", Montreal, 2012, p. 18.
8. Boyd, D., and Stolzer, A., "Causes and trends in maintenance-related accidents in faa-certified single engine piston aircraft", Journal of Aviation Technology and Engineering 5(1), 2015, pp. 17-24.
9. FAA, Aircraft Handbooks and Manuals, Washington, DC: Federal Aviation Administration, Retrieved from https://www.faa.gov/regulations_policies/handbooks_manuals/aircraft, 2015.
10. Thomas, E., "Reciprocating Engine Power-Loss Accident Prevention and Trend Monitoring", FAA, 1998.
11. Liberty University School of Aeronautics, "Fatal Flight Training Accident Report 2000~2015", 2019, p. 4.
12. Park, H. H., "A study on the effect of student pilot's personality and aptitude on satisfaction with flight education", Journal of the Korean Society for Aviation and Aeronautics, 27(3), 2019, pp. 73-82.
13. Ministry of Land, Infrastructure and Transport, Retrieved from https://www.moli.go.kr/USR/policyData/m_34681/dtl.jsp?search=&srch_dept_nm=&srch_dept_id=&srch_usr_nm=&srch_usr_titl=Y&srch_usr_ctnt=&search_regdate_s=&search_regdate_e=&psize=10&s_category=p_sec_7&p_category=&lcmepage=1&id=4429, 2019