

## 論文

## HFOQA 이벤트 분석과 SMS를 통한 국내 회전익항공기 체크리스트 개발

전제형\*, 송제환\*, 장성규\*\*, 송병흠\*\*\*

## A Study on Developing Helicopter Risk Assessment Checklist by HFOQA Event Analysis and SMS

Je-Hyung Jeon\*, Je-Hwan Song\*, Sung-Kyu Jang\*\* and Byung-Heum Song\*\*\*

## ABSTRACT

According to various researches, one of main causes of flight accidents is influence of human factors. It is important to collect and analyze event data in advance to minimize and prevent human errors by developing safety checklist. As a result international aviation industry developed Flight Operations Quality Assurance for commercial airliners, and, upon its proven effectiveness, it is now highly recommended to adopt for helicopter operations. Consequently, S government organization instituted Helicopter Flight Operations Quality Assurance system in 2012. Hence, this study conducted regression analysis of S organization's flight event frequency and applied ICAO SMS Matrix to categorize the severity of the events according to international standards. Based on the analysis, this research derived fundamental checklist factors for helicopter, which can be a proactive measure for safe operation.

**Key Words** : FDR(비행자료기록), FOQA(비행운영감사), ICAO(국제민간항공기구), HFDM(헬기비행자료 모니터링), Safety Management System(안전관리시스템)

## 1. 서 론

국내 회전익항공기의 사고율은 항공분야의 지속적인 수요 증대와 회전익항공기의 활용범위의 확대에 운항횟수가 늘어남에 따라 현재 증가세를 보이고 있으며, 2008년부터 2013년까지 발생한 전체 회전익항공기 사고 중 77.5%가 비행데이터 수집 장치인 FDR(Flight Data Record) 미장착 회전익항공기에서 발생한 것으로 드러났다[1].

사고조사 결과 회전익 항공기를 활용한 산불진화 작업과 같은 항공방제임무 중 발생한 사고가 전체 사고의 62.5%로 전체 회전익항공기 사고의 2/3가량을 차지하고 있었으며, 주요 사고발생요인으로 CFIT(Controlled Flight Into Terrain)와 같은 직접적인 요인 외에도 조종사의 인적오류(Human Error)에서 기인한 상황인식 오류, 착시 등과 같은 인적요인(Human Factor)이 가장 높은 영향을 미친 것으로 분석되었다. [2]

고정의 항공기 대비 낮은 고도에서 대부분의 비행임무를 수행하는 회전익항공기의 운용환경 특성상 조종사의 실수에서 비롯한 높은 사고율을 줄이고자 국내에선 2012년부터 회전익항공기를 운용하는 주요 정부기관을 중심으로 FDR 자료 분석을 통해 사전에 위험요소를 선별하고 사고예방에 활용할 수 있는 HFOQA(Helicopter Flight Operations Quality Assurance) 프로그램을 운용하고 있다.

2015년 08월 24일 접수 ~ 2015년 9월 28일 심사완료  
게재 확정일 (2015년 12월 10일)

\* 한국항공대학교 대학원 항공운항관리학과

\*\* 산림항공본부 운항품질관리 팀장

\*\*\* 한국항공대학교 대학원 항공운항관리학과 교수

연락처, E-mail : hypersonic81@naver.com

경기도 고양시 덕양구 화전동 한국항공대학교

이에 본 연구는 HFOQA를 도입하여 운용 중인 국내 주요기관의 실제 운용사례에서 도출된 다양한 이벤트들의 발생 빈도를 분석하고 이를 국제민간항공기구(ICAO; International Civil Aviation Organization), 안전관리시스템(SMS; Safety Management System)의 위험평가 매트릭스에 적용하여 분류된 주요 위험요소를 바탕으로 개선된 회전익항공기 안전관리 체크리스트를 도출하였다.

## II. 본 론

### 1. 이론적 배경

#### 1.1 안전관리 기본이론

현대의 산업재해 예방의 기본이 되는 이론을 적립한 W. H. Heinrich는 그의 저서 「Industrial Accident Prevention: A scientific Approach」에서 1:29:300법칙(Heinrich's Law)을 기술하였다. 이는 사고발생의 통계적 법칙으로 대형 사고의 발생은 갑작스럽거나 우연히 발생하지 않으며 반드시 사고발생 이전에 관련 징후 및 경미한 사고가 반복되는 과정에서 초래되기에 사소한 문제나 경미한 사고를 방치하지 않고 해당 원인을 파악하여 개선한다면 대형사고 및 인명피해를 사전에 예방 할 수 있다는 안전관리 이론의 효시였다[3].

또한 하인리히의 법칙과 함께 널리 사용되는 James Reason의 스위스 치즈 이론은 구멍이 뚫린 각기 다른 모양의 스위스치즈들과 같은 안전 체계를 뚫고 발생하는 사고는 하나의 요인이 아닌 다양한 결함들이 복합적이며 연속적으로 작용하여 일어난다는 것이다. 해당이론에서는 실수의 종류를 잘못된 프로세스로 실행되어질 때 발생할 수 있는 실수와 프로세스의 일부분이 망각되어 생기는 실수 및 올바른 프로세스가 잘못 실행될 때 생기는 실수로 분류하여 각 단계별마다 발생하는 실수의 수준을 기술기준, 규정기준, 그리고 지식기준으로 분류하였다.[4]

이는 불완전한 행동의 전제조건, 조직의 영향, 불안정한 감독 등의 요인을 파악하여 인적요인 및 이를 통한 과실이 발생하게 된 배경에 대한 시스템적 접근방법을 제시한 이론으로 하인리히의 법칙과 함께 일반적인 산업재해 방지를 위한 연구에 활용되고 있을 뿐만 아니라 항공분야에서도 운항안전을 향상하기 위한 각 시스템의 개발 및 연구의 기초이론으로 적용되고 있다.

### 1.2 SMS의 개념

안전관리시스템(Safety Management System)은 시스템통합을 바탕으로 명시적 목표를 설정하고 안전관리 조직 및 정책을 수립하여 예방조치, 활동, 연구의 수행 등 모든 안전관리프로그램을 총괄하는 일련의 체계를 의미한다[5]. 즉, 데이터 수집을 기반으로 안전위해요인(Hazard)을 사전에 식별하여 위험(Risk) 수준을 구분하고 이를 평가, 관리함으로써 조직의 안전문화 정착을 지향하는 것을 목표로 한다.

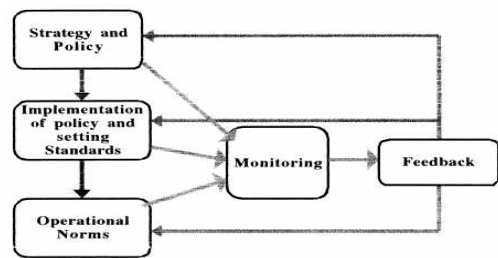


Fig 1. Safety Management System

(Source : Safety Science, 2000)

Hazard는 인명 및 재산피해를 야기하는 모든 원인으로 사후적·사전적·예측적 측면으로 세분할 수 있다[6]. 항공 산업의 경우 사후적 측면은 사고, 준사고, 항공안전장애보고제도 등이 있고 사전적 측면은 안전조사, 안전평가 등이 있으며 예측적 측면은 비행데이터 모니터링, 운항품질심사 등이 해당된다.

Risk는 Hazard의 잠재적 영향으로부터 측정되는 심각도(Severity)와 발생가능성(Probability)의 위험수준으로 다음과 같이 조합하여 산정한다.

$$Risk = Probability \times Severity \quad (1)$$

위험수준을 산정하기 위해선 이를 제거 및 감소하기 위한 소요비용, 시간에 따라 위험경감(Risk Mitigation)방법을 결정하고 수정 조치를 통해 이를 허용 가능한 수준까지의 경감 여부를 확인하여야 한다. 또한 실패 가능성을 재검토하고 수용가능성과 추가적인 위험을 판단하기 위한 평가를 추가로 수행하고 해당 위험 경감 및 통제 가 효과적인지 확인 및 감독이 필요하다[6].

### 1.3 FOQA & HFOQA의 개념 및 배경

FOQA(Flight Operations Quality Assurance)는 항공기에 장착된 운항정보 저장 장치를 활용하여 항공기 속도, 고도, 자세, 성능 등과 같은 다양한 운항 자료를 수집하여 분석할 수 있도록 하는 시스템으로 정의할 수 있다[7].

비행자료 분석 장치의 시초는 1958년에 사고 조사를 목적으로 개발된 FDR가 있으며, 이후 사고조사 목적 외에도 항공기운항 상태를 기록하는 QAR(Quick Access Recorder)이 고안되었다. 그러나 ICAO의 최근 보고서에서도 확인할 수 있듯이 항공 산업의 지속적인 기술 발전과 항공 수요의 증가로 인하여 운항 횟수의 증가와 항공기의 대형화가 진행 되었고 이와 더불어 항공기 사고의 위협 또한 증가하였다[8].

국제항공사회는 항공기 사고로 인한 심각한 재산손실이나 인명피해를 줄이기 위해 다양한 노력을 강구해 왔으며 항공기의 운항안전을 위한 최종 판단 및 조치는 조종사들에 의해 이루어지고 대부분의 항공기 사고가 Human Factor에서 비롯되는 사실에서 기인하여 항공기의 정상적 운항 상태 외의 모든 잠재적 사고요인을 실시간으로 수집하고 데이터베이스화하여 분석을 통해 사전에 사고를 예방할 수 있는 FOQA와 같은 시스템을 도입하기에 이르렀다.

FOQA의 도입으로 인하여 주관적이고 누락가능성이 상존했던 기존의 자발적 보고제도인 준사고보고제도의 단점을 보완할 수 있게 되었고, FDR과 QAR과 같은 기존의 항공기 기록 장치를 활용하여 운항 시작 시점부터 종료 시까지 모든 운항자료를 수집하여 이를 체계적으로 사고예방에 활용할 수 있게 되었다[9].

이에 국제항공사회는 그동안 민간 항공사에서 운항품질향상 도구로 널리 사용되며 그 효과성이 입증된 FOQA를 회전익항공기 운용에 도입하고자 다양한 노력 및 연구를 진행하였고, 그 결과 HOMP(Helicopter Operational Monitoring Programme)를 시작으로 2006년엔 국제 회전익항공기 안전팀(International Helicopter Safety Team: IHST)이 FDR의 장착 유무에 상관없이 FOQA운용이 가능한 HFDM(Helicopter Flight Data Monitoring)을 소개하며 국제적으로 다양한 HFOQA(Helicopter Flight Operations Quality Assurance) 프로그램의 개발 움직임이 가속되고 있으며 더불어 HFOQA의 도입 운용 또한 적극적으로 권장되고 있다[10],[11].

### 1.4 HFOQA의 기본구성

국내 주요 회전익항공기 운용 기관에서 주로 사용하는 HFOQA 시스템은 미국 Appareo사의 HFDM Vision 1000이 있으며 본 연구의 S 사례 기관 또한 HFDM을 2012년부터 도입하고 운용하고 있다. Vision 1000은 항공기로부터 비행데이터를 받지 않고 시스템 내부에 내장되어 있는 3축 가속도계와 GPS를 이용 위치정보를 데이터를 기록하고 기내의 통신 및 조종실 내부의 소음까지 저장한다. 또한 수집된 운항 데이터를 활용하여 구글 지도위에 3D로 비행이 재생활 수 있고 각 항공기 기종별 특성에 맞게 설정이 가능하며 사고 시 충격에 의한 데이터 손실을 방지하기 위해 초당 5장의 스틸사진으로 정보가 저장된다.

## 3. 국내회전익 항공기의 HFOQA 운영

### 3.1 HFOQA 운영현황 및 사례

2015년 8월 기준 국내의 등록 운영 회전익항공기는 181대로 총 등록된 항공기의 27.1%이며 매년 평균 1.7%씩 증가하는 추세이다[12]. 현재 미등록 상태인 경찰항공대, 해경본부의 회전익항공기를 모두 포함하면 국내에서 운영 중인 회전익항공기는 52개 기종으로 총 215대로 집계된다[13]. 이중 항공법상 FDR, CVR(Cockpit Voice Recorder) 장착 의무가 없거나 장비가 미개발된 구형모델은 38개 기종 118대로 약 55%를 차지하며 국내 운영 기종 중 HFDM 시스템을 장착한 항공기는 총 4개 기종 15대에 불과하다.

Table 1. Current Status of Data Record Device Equiped Helicopters

구분	FDR	CVR	미장착	HFDM
장착	40.9%	44.7%	54.8%	7.7%
비율	(88/215)	(96/215)	(118/215)	(15/118)

(장착대수/총대수)

## 4. 연구의 방법

### 4.1 HFOQA Data 이벤트 분석

자료의 분석은 S 사례기관이 HFOQA를 운용한 총 3년 동안 발생한 실제 이벤트 통계를 분석한 내용이다. 이벤트 발생 빈도별 분석결과 비행 중 이벤트 발생 비율이 40%로 가장 높고 그 다음으로 승무원간의 CRM(Crew Resource

Management)에 기인한 이벤트가 36%로 높은 비중을 차지하고 있었다.

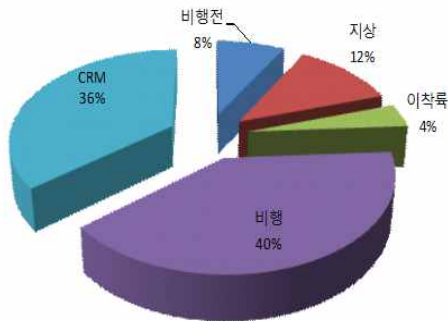


Fig. 2 Events per Flight Phase

임무형태별 이벤트 분석의 경우 산불진화 시 27%로 가장 많았고 다음으로 교육훈련비행 중 발생한 이벤트가 23%로 많았다.

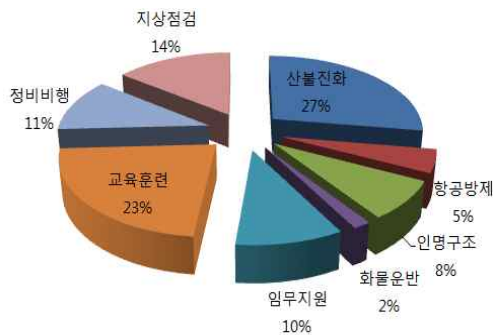


Fig. 3 Events per Mission

4.2 회귀분석

HFOQA 데이터에서 도출한 이벤트항목들의 원인을 종합하여 해당요소들의 운항품질 영향성 분석을 위해 S 사례기관의 전문가 대상 설문을 실시하였다. 총 154부의 설문 중 일관성 문제로 147부만을 사용하였고 설문대상은 정비사 37.4%, 조종사 31.3% 외에 운항관리사, 관제사 등 지원 부서 인원 31.3%로 구성되었다. 회귀분석에 사용된 프로그램은 SPSS Ver.22이며, 분석 결과는 다음 Table 2와 같다.

빈도분석 및 설문의 정확성을 판단하기 위하여 Varimax Rotation을 통해 요인회전이 수렴한 결과 요인 누적변량은 65~74%로 분석되었다. 또한 정확성을 측정하기 위해 신뢰도 분석을 실시하였고 모든 요인들이 전부 0.7 이상의 Cronbach's Alpha 값으로 신뢰성을 확인 하였다.

Table. 2 Frequency Analysis

이벤트	평균	표준편차
임무편성회피	3.4898	.98160
독단적 수행	2.8912	1.15349
상급자의 간섭	3.5782	.85948
의견 제시 부담	3.6871	.54650
집중력 저하	3.1361	.95544
잘못된 지식 전달	2.7755	1.01897
권고사항의 부적절성	2.9592	.92067
다기중 운용의 혼돈	3.5306	.91641
통신혼선	3.2381	1.00228
돌발 상황	3.1293	.97413
장애물 조우	3.2585	.93698
부착기재 탈거 경험	3.2721	.97614
임무 시 접촉 경험	3.4898	.89418
고도 경보음	3.6735	.97337
타 항공기 근접조우	3.2925	.85377
국지적 안개 조우	3.4966	.90942
경고등 점등	3.3946	1.01737
안전거리 확보	3.6667	1.04248
엔진 온도초과	4.2932	.76991
운용제한 속도 미준수	4.1429	.68246
사주경계 영향	3.9796	.88727
FOD 발생	3.9592	.87490
교대시 시동 미정지	3.3878	1.00307
항공기 시스템 미숙지	3.7075	.78697

4.3 이벤트 별 위험군 분류

4.3.1 ICAO 안전관리 매트릭스 적용

회귀분석을 통해 분석된 주요 이벤트 별 빈도 분석 결과를 ICAO Doc 9859 AN/474의 Safety Management Manual 기준에 따라 Table 3과 Table 4와 같이 이벤트의 발생가능성과 심각도 분류 기준에 적용하였다[14].

Table. 3 Safety Risk Probability Levels

Likelihood	Meaning	Value
Frequent	Likely to occur many times (has occurred frequently)	5
Occasional	Likely to occur sometimes (has occurred infrequently)	4
Remote	Unlikely to occur, but possible (has occurred rarely)	3
Improbable	Very unlikely to occur (not known to have occurred)	2
Extremely improbable	Almost inconceivable that the event will occur	1

(Source: ICAO Safety Management Manual, 2012)

Table 4. Safety Risk Severity Definitions

Severity	Meaning	Value
Catastrophic	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Equipment destroyed</li> <li>- Multiple deaths</li> </ul>	A
Hazardous	<ul style="list-style-type: none"> <li>- A large reduction in safety margins, physical distress or a workload such that the operators cannot be relied upon to perform their tasks accurately or completely</li> <li>- Serious injury</li> <li>- Major equipment damage</li> </ul>	B
Major	<ul style="list-style-type: none"> <li>- A significant reduction in safety margins, a reduction in the ability of the operators to cope with adverse operating conditions as a result of increase in workload, or as a result of conditions impairing their efficiency</li> <li>- Serious incident</li> <li>- Injury to persons</li> </ul>	C
Minor	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nuisance</li> <li>- Operating limitations</li> <li>- Use of emergency procedures</li> <li>- Minor incident</li> </ul>	D
Negligible	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Little consequences</li> </ul>	E

(Source: ICAO Safety Management Manual, 2012)

Table 5의 ICAO Risk Assessment Matrix 기준에 따라 분석된 이벤트들을 고위험군, 중위험군, 저위험군으로 분류하여 이벤트 별 심각도(severity) 결과를 Table 6과 같이 도출하였다.

Table 5. Safety Risk Assessment Matrix

Likelihood	Severity				
	Minimal E	Minor D	Major C	Hazardous B	Catastrophic A
Frequent 5	5E	5D	5C	5B	5A
Probable 4	4E	4D	4C	4B	4A
Remote 3	3E	3D	3C	3B	3A
Extremely Remote 2	2E	2D	2C	2B	2A
Extremely Improbable 1	1E	1D	1C	1B	1A

(Source: ICAO Safety Management Manual, 2012)

Table 6. Event Classification

분류	이벤트	위험수준
고위험군	엔진 온도초과	4A
	운용제한 속도 미준수	4B
	집중력 저하	3A
	돌발 상황	3A
	임무 시 접촉 경험	3A
중위험군	통신혼선	3B
	장애물 조우	3B
	부착기재 탈거 경험	3B
	타 항공기 근접조우	3B
	FOD 발생	3B
	교대시 시동 미정지	3B
	항공기 시스템 미숙지	3C
	국지적 안개 조우	3C
	안전거리 확보	3C
	다기종 운용의 혼돈	3C
	임무편성회피	3C
	독단적 수행	2A
	잘못된 지식 전달	2B
저위험군	상급자의 간섭	3E
	의견 제시 부담	3E
	고도 경보음	3E
	경고등 점등	3E
	사주경계 영향	3E
	권고사항의 부적절성	2D

분류결과 총 24개의 이벤트 중 54.1%가 중위험군에 속했으며 20.8%는 고위험군 나머지 25.1%는 저위험군에 속했다. 인적오류와 관련된 이벤트는 45.8%로 여타 시스템 및 절차요인이나 환경적 요인에 앞서 가장 많은 부분을 차지하고 있는 것으로 분석되었다.

### III. 결 론

구형 FDR 분석에 많은 시간 및 노력이 요구되던 과거와 달리 최근에는 FOQA와 같은 첨단시스템의 발달로 필요한 이벤트만 추출하여 운항안전에 영향을 미치는 요소를 분석하고 이를 통해 사고를 방지할 수 있는 체계로 진화되고 있다. 그러나 국내의 회전익항공기들의 비행 데이터 분석을 통한 사전 안전관리체계 수립은 아직까지는 초기단계에 있다고 할 수 있다. 따라서 본 연구는 국내 회전익항공기 운용기관 중 최초로 HFOQA를 운영하고 있는 S 기관의 이벤트 빈도 회귀분석 결과를 ICAO SMS 매트릭스에 적용하여 회전익항공기 안전관리체계 수립에 근간이 되는 체크리스트의 주요 요소를 위험군 별로 도출하여 개발하였다.

Table 7. Helicopter Safety Assessment Check List

위험 수준	요인	세부요인	Mark	
비행위험	인적 오류	집중력저하	<input type="checkbox"/>	
		- 비행 전 충분한 휴식 미실시		
		- Fatigue Management 실패		
	환경적	- 적정 비행시간 초과	<input type="checkbox"/>	
		돌발 상황		
		- 급작스런 기상이변 등의 영향		
	시스템 및 절차	- 예기치 못한 기체결함 발생	<input type="checkbox"/>	
		임무 시 접촉경험		
		- 나뭇가지 등 기타 장애물의 Rotor, Skid 접촉		
	시스템 및 절차	운용제한 속도 미준수	<input type="checkbox"/>	
		- 적정 상승, 하강 속도 미준수		
		- 순항 속도 미준수	<input type="checkbox"/>	
엔진온도 초과				
- 계통의 과부화(Over Toque등)				
- 시동, 운항 절차 미 준수				
항공기 시스템 미숙지	<input type="checkbox"/>			
- 운용기종의 절차 미숙지				
비행위험	인적 오류	- 시동, 운항 절차 미 준수	<input type="checkbox"/>	
		임무편성회피		
		- 보고 없이 임무편성 변경		
		- 특정일 임무 회피		
		FOD 발생		<input type="checkbox"/>
		- 이륙전 FOD 미확인		
	- FOD 주의 경고 무시	<input type="checkbox"/>		
	독단적 수행			
	- 관제 지시 무시	<input type="checkbox"/>		
	- Flight Plan 변경			
	환경적	잘못된 지식전달	<input type="checkbox"/>	
		- 절차를 무시한 노하우 전수		
- 임무 및 무선통신시 비 표준 용어 사용				
- 관제 지시 혼동		<input type="checkbox"/>		
다 기종 운영에 혼돈				
- 타 기종 운용 시스템 미숙지				
- 주 기종과의 운용 SOP 혼동	<input type="checkbox"/>			
장애물 조우				
- 갑작스러운 장애물 발견				
- 신속 시설의 NOTAM 미통지				
환경적	안전거리 확보	<input type="checkbox"/>		
	- Lateral & Vertical Separation 미 준수			
	국지적 안개조우	<input type="checkbox"/>		
	- 저시정(안개, 강우, 강설 등) 운항 규정 미준수			
	타 항공기 근접조우	<input type="checkbox"/>		
	- 긴급 회피기동으로 인한 인접 항공기의 근접			
- 보고되지 않은 무인항공기의 갑작스런 출현				

저위험군	시스템 및 절차	교대시 시동 미정지	<input type="checkbox"/>	
		- 빠른 교대를 위해 교대 절차 미준수		
		- 교대절차 운용 SOP 미수룩 및 교육 미실시		
	인적 오류	부착기재 탈거	<input type="checkbox"/>	
		- 기내 부착기재 및 운용교범의 허술한 장착		
		통신혼선		
	인적 오류	- Workload가 많은 이착륙 및 임무수행 시 이루어지는 교신	<input type="checkbox"/>	
		- 유사 호출 부호		
		- 노후된 무선통신장비		
		권고사항의 부적절함		<input type="checkbox"/>
		- 부적합한 임무 부여		
		- 환경적 요소를 고려하지 않은 운항절차 권고		<input type="checkbox"/>
상급자의 간섭				
- 표준절차를 따르지 않은 본인만의 운항 노하우 전수				
의견제시 부담				
- 상급자의 지시에 반하는 의견 개진 어려움	<input type="checkbox"/>			
- 비판적 사고 미실시				
환경적	사주경계 영향	<input type="checkbox"/>		
	- 기상이변, 장애물 등			
시스템 및 절차	- 낮은 수준의 상황인식 (Situational Awareness)	<input type="checkbox"/>		
	고도경보음			
	- 긴급 상승, 하강 및 적정고도 미 유지로 인한 경보음의 성가심			
	경고등 점등			
- 각종 계기 및 계통 경고등 점등으로 인한 집중력 분산	<input type="checkbox"/>			

도출된 체크리스트는 각 위험수준에서 인적 오류, 환경적 요인, 시스템 및 절차와 같이 동일한 오류의 카테고리 재분류하였다.

먼저 항공사고는 Human Factor의 비중이 높은 만큼 조종실, 각 이해관계자들의 CRM적인 요인들과의 연관되어있으며 이는 본 연구 결과에서도 중 위험군과 저 위험군의 인적요인의 대부분을 차지하고 있었다. 따라서 체크리스트를 통하여 유연하면서 상호협조적인 문화의 형성이 필요하며 고 위험군의 Fatigue Management의 경우 조종사의 피로실수가 항공기 사고에 직접적으로 노출되어있으므로 보다 과학적인 피로관리체계를 통하여 임무의 집중도를 높일 수 있도록 해야 할 것이다.

다음으로 환경적인 요소는 저고도를 비행하는 회전익항공기의 임무 특성상 여러 모든 위험군에 고르게 분포되었으나 해당 요인들은 체크리스트를 활용하여 시뮬레이터나 교육훈련 등으로 돌발

상황 대처능력 향상 시 일정 수준이하로 사고율을 줄일 수 있을 것으로 사료된다.

마지막으로 저고도 비행이나 야지 이·착륙 등 특수비행이 많은 회전익항공기의 임무의 특성상 저고도 경보음 및 경고등 무시, 과도한 강하속도로 접근, 이륙 중 Over Torque 등의 운항절차 및 시스템의 미 준수로 인해 항공기 안전성을 해하는 경우가 많은 것으로 분석되었다. 따라서 체크리스트를 통한 운항절차 및 시스템의 정확한 이해가 필요할 것이며 이는 비정상 상황 발생 시 적절히 대처를 가능하게 하여 운항 안정성 및 신뢰성을 제고 시킬 수 있다.

도출된 체크리스트는 기존 표준운영절차 외에 Debriefing, 안전운항을 위한 사전 운항품질향상 교육 등에 활용 되어야 할 것이며 각 운영 기관의 임무 특성 및 기준에 맞게 개량되어 적용되어야 할 것이다. 그리하여 회전익항공기 사고율 감소를 위한 HFOQA data 분석을 통한 Human Factor 최소화 및 운항절차의 개선으로 경제적 비용절감, 장기적인 안전성향상, 사고위험의 원인 분석으로 항공기 가동률 향상 등의 효과를 기대해 볼 수 있을 것이다.

"이 논문은 국토교통부의 [날다 프로젝트]의 지원으로 작성 되었습니다."

## 참고문헌

- [1] 장성규 (2015), HFOQA 도입에 따른 운항 품질향상에 관한 연구, 한국항공대학교, pp. 25-26.
- [2] 황사식 (2002), 비행안전 수준 향상을 위한 FOQA DATA 이용에 관한 연구, 한국항공대학교.
- [3] Heinrich, H. W. (1931), 'Industrial Accident Prevention. A Scientific Approach', McGraw-Hill book Company.
- [4] James Reason, (1992) "Collect Mistakes in Aviation: The Last Great Frontier", Flight Deck.
- [5] ICAO(2013), Annex19 Safety Management, Chapter 1 Definition, p.1-2.
- [6] McDonald, N., Corrigan, S., Daly, C., & Cromie, S. (2000). Safety management systems and safety culture in aircraft maintenance organisations. Safety Science, 34(1), 151-176.

- [7] US DOT, Advisory Circular, Flight Operations Quality Assurance (FOQA), AC No: 120-82, 12. April 2004.
- [8] ICAO (2011), Doc 9975 Annual Report of the Council.
- [9] 강현철 (2001), 항공안전과 FOQA 데이터, 항공진흥 제2호 통권 제26호, pp. 138-140.
- [10] CAA PAPER 2004/12, Final Report on the Follow-on Activities to the HOMP Trial, Safety Regulation Group.
- [11] IHST(International Helicopter Safety Team) "FDM Toolkit", 2011. / CAA PAPER 2002/02, Final Report on the Helicopter Operations Monitoring Programme(HOMP) Trial, CAA Contract No. 041/SRG/R&AD/1.
- [12] Airportal Homepage  
<http://www.airportal.co.kr/knowledge/atis/a/AaDeu01.jsp>
- [13] 국토교통부 (2014), 교통안전연차보고서.
- [14] ICAO (2012), Doc 9859 Safety Management Manual (SMM).