

## Original Article

# 조직영향이 조종사들의 불안전행위의 전제조건에 미치는 영향 - HFACS를 중심으로

유태정\*, 송병흠\*\*

## The Effect of Organizational Influence on Precondition for Unsafe Acts in Pilots - Focused on HFACS-

TaeJung Yu\*, Byeong-Heum Song\*\*

### ABSTRACT

The Human Factors Analysis and Classification System (HFACS) is a general human error framework originally developed and tested within the U.S. military as a tool for investigating and analyzing the human causes of aviation accidents. Based upon Reason's (1990) model of latent and active failures, HFACS addresses human error at all levels of the system, including the condition of aircrew and organizational factors. As a result, this study aims to examine the influence between the latent conditions based on HFACS. This study seeks to verify the factors of "Organizational Influence" effecting the "Precondition for Unsafe Acts" of HFACS. The results of empirical analysis demonstrated that the organizational influence had a positive influence on precondition for unsafe act, especially the "Organizational Climate" of organizational influence had even greater influence on precondition for unsafe acts.

**Keywords** : HFACS(인적요인사고분류체계), Latent Condition of Accident (사고의 잠재적 조건), Organizational Influences(조직영향), Precondition for Unsafe Acts(불안전행위에 대한 전제조건)

### 1. 서 론

국내 헬기콥터 사고는 매년 평균 2~3건 씩 발생되고 있으며, 지속적인 관리당국의 안전대책에도 불구하고 감소세를 보이고 있지 않다.[1] 1996년부터 2016년까지 20년간 발생한 회전익 항공기

사망 사고는 57건으로 연평균 2.85건이 발생되었으며, 지난해 2016년에도 2건의 사망사고가 발생하였다.[2]

항공기 사고의 70~80%는 인적 오류에 의해 기인하는 것으로 알려져 있다[3]. 또한 사고는 한 가지 원인이나 한 개인에 의해 발생되지 않는다[4].

von Thaden, Wiegmann, and Shappell (2006)은 그들이 조사한 60건의 항공기 사고에서 70가지의 조직 원인 요소들을 식별하였다.[5] 뿐만 아니라 조직적 요인들은 다른 사회-기술적 산업에서 발생하는 사고에서도 영향을 미치고 있다. 예를 들면, 미국 화학 안전 및 위험요인 조사 위원회

Received : 16. Aug. 2017. Revised : 06. Nov. 2017.

Accepted : 18. Dec. 2017

\* 한국방송공사(KBS) 항공팀장

\*\* 한국항공대학교 항공운항학과 교수

연락처, E-mail : movanal@kbs.co.kr

경기도 고양시 덕양구 화전동 항공대길 100

(CSB, U.S. Chemical Safety and Hazard Investigation Board)에서는 2005년에 15명의 사망자와 180여명의 부상자가 발생한 정유 공장 폭발사고도 “조직적 사고”라고 발표하였다.[6]

국제 원자력 기구(IAEA, 1992)는 체르노빌 원자력 발전소에서 발생한 노심 용해(meltdown)는 부족한 안전문화로부터 발생되었으며, 이것은 발전소뿐만 아니라 구 소련의 원자력 발전에 대한 설계, 운용 규정 등 조직적 요인에 의해 발생된 것으로 발표하였다[7].

미국의 국가운송안전위원회(NTSB, 2011)는 미국 캘리포니아 산 브루노에서 발생한 Pacific Gas and Electric 사의 가스 파이프 라인 폭발 사고도 조직적 사고로 분류하였다. 이 사고로 8명의 사망자와 38가구가 파괴되었으며, 80가구가 손상을 입었다[8]. NTSB(2010)는 2009년 워싱턴 DC에서 많은 희생자가 발생한 지하철 사고도 조직적 요인을 원인으로 밝혔다. 해당 사고에 대한 NTSB 보고서에는 운송 기관내의 부실한 조직 안전 문화가 사고를 유발한 것으로 보이는 증거들을 제시하였다[9].

Reason(1990)은 스위스 치즈 모델을 통해 항공기 사고는 사고의 잠재적 조건을 막지 못하면 불안정한 행동을 유발하고 최종적으로 사고가 발생된다고 하였다[10]. 또한 Shappel & Wiegmann(2000)은 Reason의 스위스 치즈모델을 기반으로 인적요인 분석 및 분류 체계(HFACS, Human Factors Analysis and Classification System)를 개발하였다[11].

미국 해군/해병대는 1997년부터 HFACS를 적용하여 운용하고 있으며, HFACS는 민간 항공을 포함하여 다양한 고위험 환경에서 인적 오류를 분류하고 조사하는데 신뢰성 있는 조사방법으로 이용되고 있다[12].

Wiegmann & Shappell(2006)은 HFACS를 사용하여 1990년부터 2002년까지 NTSB(National Transportation Safety Board) 및 NASDAC(FAA's National Aviation Safety Data Analysis Center)의 사고조사기록을 분석하여 사고의 원인을 도출하였다. 이 연구에 따르면 인적요인 요인의 대부분은 환경적 요인(불안전 행위의 전제 조건)인 것으로 나타났다. 조직 영향은 전체 사고 중 5.7%에서 확인되었으며 대체로 운용절차(절차 및 지침, 표준 미수립, 부적절한 감독)로 구분되었다. 불안전 행위의 전제조건 중 환경적 조건이 사고의 59.5%에서 발견되었다. 운용자의 상태 및 인적 요인은 각각 13.3%, 11% 분석되었다. 환경적 요인에서는 기술적 환경(1.5%)보다는 물리적 환경(58.0%)이 월등히 높게 나타났다. 인적요인에

서는 승무원자원관리(CRM)이 대부분(10.7%)을 차지했다[13].

본 연구에서는 HFACS를 기반으로 안전사고의 1차적 잠재요인인 조직영향이 인적오류 발생원인 중 가장 큰 영향요인으로 분석된 불안전행위의 전제조건에 미치는 영향을 분석하였다. 이를 통해 사고의 잠재적 원인들 간에 어떠한 영향력을 보이는지를 분석하여 향후 안전 개선책을 모색하고자 한다.

## 2. 이론적 배경 및 연구 설계

### 2.1 이론적 배경

Shappell & Wiegmann(2000)은 스위스 치즈 모델을 기반으로 인적 오류에 의한 사고 및 준사고 분석 체계인 인적요인 분석 및 분류 체계(HFACS)를 개발 하였다[14]. 최초 HFACS 체계는 1997년에 미국의 해군/해병대 사고 조사 및 자료 분석 도구로서 개발되어지고 채택되었다.

HFACS는 민간 항공을 포함하여 도로(Icen and Shappell,2006)[15], 응급 의료 수송(Boquet et al., 2004)[16], 철도(HFACS-RR, Reinach and Viale, 2006)[17], 해양(HFACS-MA, Celik and Er, 2007)[18], 건강 관리(Milligan, 2007)[19], 외과수술(EI Bardissi et al., 2007)[20], 정비(HFACS-ME, Krulak, 2004)[21], 항공교통관제(HFACS-ATC, Scarborough and Pounds, 2001)[22] 등에서 활용되고 있다.

HFACS는 사고의 원인 요인을 식별하고, 데이터 처리 조정 및 효과성을 객관적으로 평가하기 위한 포괄적인 구조를 제공하기 위해 설계된 인적오류 분류 체계이다(Shappell & Wiegmann, 2000). HFACS 분류 체계는 안전에 대한 실제 및 잠재적 위협을 명확하게 구체화하여 사고분석을 위해 다변량 접근법을 취한다.

HFACS는 인적오류에 대한 적절한 이론적 모델을 기초로 하고 있어 정비, 운항 관리 등 다양한 항공안전프로그램에서 사용되고 있다. 또한 분류체계가 효과적이며, 계층적 구조로 구성되어 있어서 체계적인 분류가 가능하다. 또한 내용 유효성 연구를 통해 HFACS가 상대적으로 포괄적 이어서 추가될 분야가 거의 없는 장점을 갖고 있다. 하지만 HFACS는 코딩 체계가 너무 포괄적 이어서 특정 운용 문제를 식별하거나 그러한 문제들에 대한 중재를 제한하는 것이 어렵다는 단점을 갖고 있다.[23]

가. 미연방항공청(FAA) HFACS

FAA(2006) HFACS는 Shappell & Wiegmann이 제시한 최초 HFACS와 동일한 체계를 채택하여 사용한다. 잠재적 조건(Latent condition)을 조직영향(Organizational Influence), 불안정한 감독(Unsafe supervision), 불안전 행위의 전제조건(Precondition for unsafe acts)으로 구분하고 직접적 실패(Active failure)는 불안전 행위(Unsafe acts)로 명시하였다. FAA-HFACS에서 제시하는 세부분류 항목은 144항목으로 분류되어 있다.

나. 미국 국방부 DOD-HFACS

DOD-HFACS는 잠재적 조건으로 조직적 영향(Organizational influences), 감독(Supervision), 전제조건(Precondition)으로 구분하고 직접적 실패는 행동(Acts)으로 명시하였다. DoD-HFACS에서는 3단계 분류를 보다 세부적으로 구분하여 나노코드(Nano-code)를 작성하여 공개하고 있다. 불안전 행위 전제조건 중 개인별 상태를 5가지 구분한 점이 FAA-HFACS(3가지)와 차이가 있으며, 추가된 항목은 인지적 요인(Cognitive Factors)와 지각적 요인(Perceptual Factors)이다. DoD-HFACS에서 제시하는 세부분류 항목은 잠

Table 1. List of Survey Item

평가영역 (분항)	세부영역	설문 항목
조직 영향 (13)	자원 관리 (5)	1. 나의 조직은 여가활동 및 휴가 기회를 충분히 제공한다. 2. 나의 조직은 나의 모든 노력과 경력을 고려할 때 적절하게 임금을 지급한다. 4. 나의 조직은 조종사를 엄정한 절차에 따라 선발한다. 7. 나의 조직은 조종사에게 필요한 각종 비행 정보물(운항절차, 비행차트, 간행물 등)이 잘 갖추어져 있다. 12. 나의 조직은 항공기나 임무장비 고장 시 관련 부품을 원활하게 지원한다.
	조직 분위기 (4)	3. 나의 조직은 근무평가나 승진 등 인사 제도가 공정하고 합리적이다. 8. 나는 나의 항공기, 임무 장비에 대해 신뢰한다. 11. 나의 조직은 나에게 직/간접적으로 불안정한 임무를 수행하도록 요구하거나 압박하는 경우가 있다 13. 나의 조직은 안전 비행에 필요한 조직이 체계적으로 잘 갖추어져 있다.
	조직 과정 (4)	5. 나의 조직은 조종사 최초, 승급, 전환 등의 교육/훈련이 잘 수행되고 있다. 6. 나의 조직은 자체 운항 규정이 잘 수립되어 있고 잘 준수되고 있다. 9. 나의 조직은 조종사 임무 배정이 공정하고 합리적으로 이루어지고 있다. 10. 나의 조직은 나에게 과도하게 많은 비행 임무를 부여한다.
환경적 요인 (8)	물리적 환경	1. 나의 비행임무는 특성상 규정된 기상 제한치를 준수하기 어렵다. 2. 나는 동절기 비행 중 추위에 노출되어 과도한 스트레스를 받는다. 3. 나는 하절기 비행 중 고온에 노출되어 과도한 스트레스를 받는다. 4. 나는 비행 중 소음으로 인해 과도한 스트레스를 받는다. 5. 나는 이착륙 및 비행 중에 장애물(지형/지물)로 인해 부담을 많이 느낀다.
	기술적 환경	6. 나의 항공기(힘, 크기 등)는 나에게 부여된 비행 임무를 수행하는데 적합하다. 7. 나의 항공기 조종실은 임무를 수행하는데 편리하게 설계되어 있다. 8. 나는 비행임무 중 사용하는 임무 장비를 쉽고 편리하게 운용할 수 있다.
불안전 행위에 대한 전제조건 (30)	운용자 상태 (11)	1. 나는 비행 중 자신감이나 지루함 등으로 인해 주의력이 떨어진다. 2. 나의 비행 임무는 특성상 과다하게 주의력을 집중해야 한다. 3. 나의 비행 임무는 복잡하고 어려워져서 절차, 조작 등의 순서를 혼동하는 경우가 있다. 4. 나는 다(Multi) 기종을 조종해서 기체 취급 시 혼동하는 경우가 있다. 5. 나의 비행 임무는 주의를 산만하게 하는 요소가 많다. 6. 나는 비행 임무 절차에 익숙해서 체크리스트를 보지 않는 편이다. 7. 나는 비행이 결정되면 반드시 임무를 완수해야 한다고 생각한다. 8. 나는 비행 가능 여부를 결정하는데 있어 다른 비행 결정에 영향을 받는다. 9. 나는 비행 중 발생하는 우발적 상황에 대해 혼자서도 대처할 수 있다.
	생리적 요소	10. 나는 비행 임무를 마치고 나면 심한 피로감을 느낀다. 11. 나는 비행 임무를 수행하는데 시간적 압박을 받는다.
인지적 요인 (11)	CRM	1. 비행 시 임무 계획에 대해 조종사간 서로 정확히 이해하고 임무 부담을 적절히 나눈다. 2. 비행 중 다른 승무원(기장 또는 부기장)은 나의 행동 및 결정을 적극 모니터하고 지원한다. 4. 나는 비행 중 다른 승무원(기장 또는 부기장)의 행동 및 결정을 적극 모니터하고 지원한다. 5. 나는 비행 중 상대 조종사에게 임무와 관련되어 정보를 적극 제공 한다. 6. 나는 비행 중 상대 조종사와 일상적인 대화를 편안히 나눈다. 7. 나는 비행 중 절차 수행 전에 상호 확인을 위해 상대 조종사에게 미리 이야기 한다. 8. 나는 우발적 상황에 대비해서 조종사간 세부적 브리핑을 실시한다. 9. 나는 비행 전/중/후 조작 시 항상 비행 점검표에 따라 수행한다.
	개인적 준비	9. 나는 체력 증진을 위해 주기적으로 운동을 한다. 10. 나는 비행 전 적절한 영양섭취를 위해 균형적인 식사를 한다. 11. 나는 비행이 끝나면 충분한 휴식을 취한다.

재적 실패/조건이 131항목, 불안전 행위가 16항목으로 분류되었다.

다. 미국 해군 HFACS-ME(Maintenance Extension)  
미국 해군은 정비 작업에 대한 인적 요인 분석의 기존 격차를 해소하기 위해 최초로 기존 HFACS 프레임 워크를 수정하였다. Schmorow(1998)는 해군 대학원에서 항공 정비 관련 사고를 분석하기 위해 특별히 설계된 HFACS-ME 프레임 워크 연구하였고, 프레임 워크의 개념적 배경 내에서 일부 변경이 이루어졌다. 첫 번째 수준인 “불안전 행위”는 유지 되었고, 두 번째 수준은 업무 조건(Working Conditions), 세 번째 수준은 정비사 상태 마지막 4 번째 수준은 감독 조건이다.[24]

라. 영국 HFACS-HE  
석유 및 가스 사업에서는 HFACS를 기반으로 한 HFACS-HE를 개발하여 생산 또는 시추용 사고 설비에 적용하고 있다. HFACS-HE는 외부 영향을 포함하며, 다섯 번째 수준은 Rasmussen(1997)[25] 시스템 접근법을 기반으로 조직/회사 외부의 영향을 통합하였다. 이 수준에는 정부, 규제 기관, 제조업체, 사회적, 환경적, 정치적, 경제적 및 고객 영향 등이 포함되며, 상호 작용의 시스템 수준에서 복잡한 문제를 해결하는 데 기반을 두고 있다.[26]

## 2.2 연구 설계

### 가. 연구 모형

본 연구는 HFACS를 기반으로 조직 영향이 조종사들의 불안전 행동의 전제조건에 미치는 요인을 분석하고 향후 조종사 인적오류에 의한 사고를 예방하는데 있어 시사점을 제시하고자 하였다. 이에 따라 불안전 행동의 전제조건(환경요인, 운전자 상태, 인적요인)을 종속변수로 하고 조직 영향(자원관리, 조직 분위기, 조직 절차)을 독립변수로 하는 이론적 인과관계를 가정하였다.

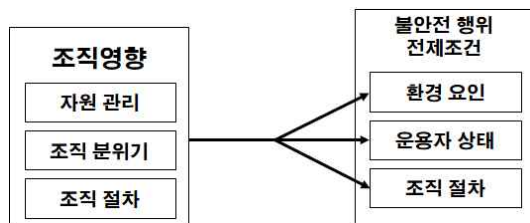


Fig. 1. Theoretical Research Model

### 나. 연구 가설

HFACS의 사고의 잠재적 요인들 간의 인과관계를 분석하고자 다음과 같이 연구 가설들을 설정하였다.

- H1 : 전체 조직영향은 전체 불안전행위의 전제조건에 정(+)의 영향을 미친다.
- H2 : 조직영향 세부요인(자원관리, 조직 분위기, 조직과정)들은 불안전행위의 전제조건에 정(+)의 영향을 미친다.
- H3 : 조직영향 세부요인(자원관리, 조직 분위기, 조직과정)들은 불안전행위의 전제조건 중 환경요인에 정(+)의 영향을 미친다.
- H4 : 조직영향 세부요인(자원관리, 조직 분위기, 조직과정)들은 불안전행위의 전제조건 중 운전자 상태에 정(+)의 영향을 미친다.
- H5 : 조직영향 세부요인(자원관리, 조직 분위기, 조직과정)들은 불안전행위의 전제조건 중 인적요인에 정(+)의 영향을 미친다.

### 다. 자료 분석 및 방법

본 연구는 헬리콥터 사고 예방을 위해 HFACS의 분류 체계 중 조직영향과 불안전행위의 전제조건 간의 영향관계를 분석하였다. 이에 조사 대상은 현재 헬리콥터를 조종하는 조종사로 제한하여 조사하였다. 설문 방법은 설문지, 인터넷, 스마트폰을 사용하여 148명에 대해 실시하였다. 설문은 자기보고식 설문지를 통해 자료를 수집하였으며, Table 1과 같이 조직영향과 불안전행위의 전제조건에 대해 실시하였다.

조직영향 13개 문항과 불안전행위에 대한 전제조건은 30문항으로 구성하였으며, 각각의 문항에 자신의 생각에 일치하는 정도에 따라 ‘전혀 그렇지 않다’를 1로 ‘매우 그렇다’를 5의 Likert식 5점 척도를 사용하였다.

수집된 자료의 분석은 STATA 통계프로그램을 이용하였고, 신뢰도 분석(reliability analysis)은 Cronbach’s α계수를 이용하였다. 실증분석은 먼저 응답자의 통계학적 특성과 각 변수들에 대한 빈도분석을 하였다. 다음으로 조직영향이 불안전행위의 전제조건에 미치는 영향을 분석하기 위해 회귀분석을 실시하였다.

## 3. 실증분석 결과

### 3.1. 인구 통계학적 분석

본 연구에서 조사된 인구통계학적 특성은 <표 2>과 같다.

Table 2. Specification of Pilots

구분		인원수	비율(%)
전체 표본		148	100
소속	국가기관	83	56.08
	운송사업	28	18.92
	사용사업	27	18.24
	자가용	10	6.76
비행 시간	~ 2,000	16	10.81
	2001~4000	45	30.41
	4001~6000	53	35.81
	6001~8000	20	13.51
	8000~	14	9.46
	~ 100	11	7.43
연간 비행 시간	101~200	89	60.14
	201~300	26	17.57
	301~400	15	10.14
	401~	7	4.73
비행 자격	기장	85	57.43
	부기장	23	15.54
	겸직	40	27.03

### 3.2. 실증분석

#### 가. 평가척도의 신뢰도 분석

헬리콥터 조종사들의 불안전 행동을 유발하는 요인을 비교분석 하기 전에 작성한 측정도구의 신뢰성을 분석하였다. 설문 문항의 신뢰도 분석은 Cronbach's alpha 분석 방법을 이용하였다.

분석결과 Table 3와 같이 요소별 크론바흐 알파값이 모두 0.76 이상으로 나타났으며 전체변수의 경우 0.9478로 나타났다. 이는 본 설문의 문항들은 내적일관성측면에서 신뢰성이 높다고 할 수 있다.

#### 나. 측정 변수에 대한 기술통계 분석

측정변수에 대한 기술 통계분석을 실시한 결과, 조직영향 중 자원관리는 3.46, 조직분위기

3.41, 조직과정은 3.59을 나타냈으며, 환경요인은 3.36, 운전자 상태 3.36, 인적요인은 3.90으로 나타났다. 측정변수의 기술 통계분석결과는 <표 4>와 같다.

Table 3. Reliability Analysis by Cronbach's  $\alpha$

변수	항목	문항간상관	Cronbach's $\alpha$
전제조건	조직영향	0.4634	0.9182
	환경요인	0.3293	0.7970
	운전자상태	0.2316	0.7683
전체변수	인적요인	0.3974	0.8789
	전체변수	0.2967	0.9478

다. 검증 결과

#### 1) 가설 1 검증

전체 조직영향이 불안전행위의 전제 조건에 미치는 영향을 분석하기 위해 조직영향을 독립변수로 투입하고 불안전행위의 전제조건을 종속변수로 투입하여 분석한 결과, R Square값이 0.6032로서 회귀모형의 설명력이 60.32%로 나타나고 있었으며, F=221.96로서 회귀모형의 유의미하다는 것을 알 수 있었다.

또한, VIF값이 10.0이하로서 독립변수간의 다중공선성이 존재하지 않았다. 변수간의 영향관계 분석 결과, 조직영향(t=14.90, p<0.01)에 정(+)의 영향을 미치는 결과를 보였다. 즉 조직영향(자원관리, 조직분위기, 조직과정)이 좋을수록 불안전행위의 전제조건에도 긍정적인 영향을 미치는 것으로 검증되었다.

#### 2) 가설 2 검증

조직영향 세부요인(자원관리, 조직 분위기, 조직과정)이 불안전행위의 전제조건에 미치는 영향을 분석하기 위해 자원관리, 조직 분위기, 조직과정을 독립변수로 투입하고 불안전행위의 전제조건을 종속변수로 투입하여 분석한 결과, R Square값이 0.6235로서 회귀모형의 설명력이 62.35%로 나타

Table 4. Summary statistics

평가영역	세부영역	N	평균	표준편차	
조직 영향	자원관리	148	3.46	.792	
	조직분위기	148	3.41	.738	
	조직과정	148	3.59	.749	
불안전 행위에 대한 전제조건	환경적 요인	물리적 환경	148	3.24	.756
		기술적 환경	148	3.56	.741
	운전자 상태	정신적 요소	148	3.36	.523
		생리적 요소	148	3.38	.786
	인적 요인	CRM	148	3.94	.572
		개인적 준비	148	3.81	.588

Table 5. Hypothesis Analysis of H-1

전제조건	Coef.	Std. Err.	t	P >  t	Beta
조직 영향	0.509882	.0342238	14.90	0.0000	.776674
_cons	1.782557	.1217362	14.64	0.0000	.

R-squared(Adj R-squared) = 0.6032(0.6005), F = 221.96 (Prob > F = 0.0000)

Table 6. Hypothesis Analysis of H-2

전제조건	Coef.	Std. Err.	t	P >  t	Beta
자원관리	.0433081	.0593243	0.73	0.467	.0730796
조직 분위기	.2917146	.0636058	4.59	0.000	.4587879
조직 절차	.1890088	.0615178	3.07	0.003	.3016906
_cons	1.735893	.1213432	14.31	0.000	.

R-squared(Adj R-squared) = 0.6235(0.6157), F = 79.49 (Prob > F = 0.0000)

Table 7. Hypothesis Analysis of H-3

환경요인	Coef.	Std. Err.	t	P >  t	Beta
자원관리	.1296127	.0907558	1.43	0.155	.162522
조직 분위기	.3868426	.0973057	3.98	0.000	.4520911
조직 절차	.1193163	.0941114	1.27	0.207	.1415199
_cons	1.16656	.1856338	6.28	0.000	.

R-squared(Adj R-squared) = 0.5135(0.5033), F = 50.66(Prob > F = 0.0000)

나고 있었으며, F=79.49로서 회귀모형의 유의미한 것으로 나타났다.

또한, VIF값이 10.0이하로서 독립변수간의 다중공선성이 존재하지 않았다. 변수간의 영향관계 분석 결과, 자원관리는 베타값이 .0731(p>.05)로 유의하지 않은 결과를 보였다. 조직분위기(t=4.59, p<0.01)와 조직절차(t=3.07, p<0.01)는 정(+)의 영향을 미치는 결과를 보였다. 베타값은 조직 분위기가 .4588, 조직절차가 .3017로서 조직 분위기가 조직절차보다 높게 나타났다. 즉 불안전행위의 전제조건에는 조직 분위기가 가장 영향을 크게 미치는 것을 의미한다.

### 3) 가설 3 검증

조직영향 세부요인(자원관리, 조직 분위기, 조직 과정)이 불안전행위의 전제조건 중 환경 요인에 미치는 영향을 분석하기 위해 자원관리, 조직 분위기, 조직과정을 독립변수로 투입하고 불안전행위의 전제 조건을 종속변수로 투입하여 분석한 결과, R Square값이 0.5135로서 회귀모형의 설명력이 51.35%로 나타나고 있었으며, F=50.66로서 회귀모형의 유의미하다는 것을 알 수 있었다.

또한, VIF값이 10.0이하로서 독립변수간의 다중공선성이 존재하지 않았다. 변수간의 영향관계 분석 결과, 자원관리는 베타값이 .1625(p>.05)를 나타내고, 조직절차는 .1415(p>.05)를 나타내어 통계적으로 유의하지 않은 결과를 보였다. 조직 분위기(t=3.98, p<0.01)는 정(+)의 영향을 미치는 결과를 보였다. 베타값은 조직 분위기가 .4521를 나타내어 불안전행위의 전제조건 중 환경요인에는 조직 분위기만이 유의한 영향을 미치는 것으로 나타났다.

### 4) 가설 4 검증

조직영향 세부요인(자원관리, 조직 분위기, 조직 과정)이 불안전행위의 전제조건 중 운전자 상태 요인에 미치는 영향을 분석하기 위해 자원관리, 조직 분위기, 조직과정을 독립변수로 운전자 상태요인을 종속변수로 투입하여 분석한 결과, R Square값이 0.3844, F=29.97로서 회귀모형의 유의미한 것으로 분석되었다.

또한, VIF값이 10.0이하로서 독립변수간의 다중공선성이 존재하지 않았다. 변수간의 영향관계 분석 결과, 자원관리의 베타값은 -.1226(p>.05)

**Table 9. Hypothesis Analysis of H-5**

인적요인	Coef.	Std. Err.	t	P >  t	Beta
자원관리	.1038564	.0697929	1.49	0.139	.1644763
조직 분위기	.2426816	.0748298	3.24	0.001	.3582067
조직 절차	.1733822	.0723734	2.40	0.018	.2597332
_cons	2.092085	.1427557	14.65	0.000	.

R-squared(Adj R-squared) = 0.5410(0.5315), F = 56.58 (Prob > F = 0.0000)

**Table 8. Hypothesis Analysis of H-4**

운용자상태	Coef.	Std. Err.	t	P >  t	Beta
자원관리	-.080007	.0835056	-0.96	0.340	-.1226433
조직 분위기	.2715635	.0895322	3.03	0.003	.3879839
조직 절차	.2553209	.0865931	2.95	0.004	.3702154
_cons	1.793762	.170804	10.50	0.000	

R-squared(Adj R-squared) = 0.3844(0.3716), F = 29.97 (Prob > F = 0.0000)

로서 유의미하지 않은 결과를 나타내었다. 조직 분위기(t=3.03, p<0.01)과 조직절차(t=2.95, p<0.01)가 정(+)의 영향을 미치는 결과를 보였다. 조직분위기의 베타값은 .3879, 조직절차의 베타값은 .3702로서 유사한 수준을 보였다. 즉, 불안전 행위의 전제조건 중 운용자 상태에는 조직분위기와 조직절차가 유사하게 영향을 미치는 것으로 나타났다.

5) 가설 5 검증

조직영향 세부요인(자원관리, 조직 분위기, 조직과정)이 불안전행위의 전제조건 중 인적 요인에 미치는 영향을 분석하기 위해 자원관리, 조직 분위기, 조직과정을 독립변수로 투입하고 인적요인을 종속변수로 투입하여 분석한 결과, R Square값이 0.5410로 회귀모형의 설명력이 54.10%로 나타나고 있었으며, F=56.58로서 회귀모형의 유의미한 것으로 분석되었다.

또한, VIF값이 10.0이하로 독립변수간의 다중공선성이 존재하지 않았다. 변수간의 영향관계 분석 결과, 자원관리의 베타값은 .1645(p>.05)로서 무의미한 결과를 나타내었다.

조직분위기(t=3.24, p<.01)와 조직절차(t=2.40, p<.05)가 정(+)의 영향을 미치는 결과를 보였다. 조직분위기의 베타값은 .3582, 조직절차의 베타값은 .2597로서 조직분위기가 높게 나타났다. 즉, 불안전 행위의 전제조건 중 인적요인에는 조직분위기가 가장 높은 영향을 미치는 것으로 나타났다.

5. 결론

본 연구에서는 HFACS의 분류 체계를 기반으로 하여 헬리콥터 조종사들이 느끼는 사고의 잠재적 요인들에 대해 조사하였다. 특히 분류체계의 첫 단계인 조직영향이 불안전 행위의 직전 단계인 불안전행위의 전제 조건에 미치는 영향에 대해 연구를 수행하였다. 또한 세부 요인 간의 영향 정도를 규정하고자 시도하였다. 분석결과, 헬리콥터 조종사들의 인적오류를 유발 시키는 잠재적 요인 중 불안전 행위의 전제조건은 조직영향에 영향을 받고 있는 것으로 나타났다. 특히 조직분위기는 불안전 행위의 전제조건 중 세부영역 환경요인, 운용자 상태, 인적요인 모두에 유의한 영향력을 미치는 것으로 나타나 조직영향에서 가장 중요한 요소인 것으로 분석되었다.

가설 검증을 통해 확인된 것은 조직 영향의 세부 요인 중 자원관리는 조직 분위기와 조직 절차에 비해 불안전행위의 전제조건에 유의미한 수준에서 영향을 주지 못하는 것으로 나타났다. 전제 조건 중 환경요인에 유의한 수준에서 영향을 미치는 것은 조직 분위기였다. 조직 내에 신뢰와 공정성이 높고 안전 체계가 잘 갖춰져 있을수록 환경적으로 덜 위험한 상황에서 비행 임무를 수행하는 것으로 나타났다.

조종사들의 정신적 및 생리적인 상태에는 조직 분위기와 조직절차가 유사한 수준에서 영향을 미치는 것으로 분석되었다. 이는 조직 내의 분위기와 더불어 교육, 훈련, 규정, 합리적 운용이 잘 이루어질수록 조종사들이 정신적 및 생리적으로

더 양호한 상태에서 임무를 수행하게 된다는 것을 의미한다.

인적요인에 있어서는 조직 분위기와 조직절차가 유의한 수준에서 영향을 미치는 것으로 분석되었다. 이중 조직 분위기가 조직절차에 비해 인적요인에 더 많은 영향을 나타내는 것으로 나타났다. 이는 조종사간의 CRM과 개인적 준비에 교육, 훈련, 규정 등도 영향을 미치지만 조직분위기가 좀 더 많은 영향을 받는 것을 의미한다.

본 연구의 연구결과를 통해 조직영향은 조종사들의 인적오류의 잠재적 원인 중 가장 높은 비율을 차지하는 불안전 행위의 전제조건에 영향을 미치는 것으로 분석되었다. 특히 조직 분위기는 전체 불안전행위의 전제조건뿐만 아니라 세부 요인(환경 요인, 운전자 상태, 인적 요인)모두에 영향을 미치는 것으로 분석되었다. 이러한 점을 고려한다면 항공기 사고예방을 위한 조직 차원의 안전관리에 있어서 자원관리와 조직 절차에 대한 관심도 중요하지만 무엇보다 조직분위기를 개선하는데 힘을 기울여야 할 것이다.

## Reference

- [1] Tae-Jung Yu, Chil-Young Kim and Se-Hoon Lim, , "A Study on Analysis of Accident Rate and the Latent Condition of Accident for Helicopters in Korea", Journal of the Korean Society for Aviation and Aeronautics, Volume 22, Issue 4, 2014, pp.56-64
- [2] Tae-Jung Yu, Byeong-Heum Song, "Case Analysis of the Helicopter Accident by HFACS ", 2017 KSAA Spring Conference, pp.59-64.
- [3] Heinrich, H.W., Petersen, D., & Roos, N. Industrial accident prevention: A safety management approach (5th ed.). New York: McGraw-Hill.1980
- [4] Reason J., Human error. New York: Cambridge University Press, 1990
- [5] von Thaden, T.,Wiegmann, D., & Shappell, S. (2006). Organizational factors in commercial aviation accidents. The international journal of aviation psychology. 16(3), 239-261.
- [6] CSB. (2007). Investigation report: Refinery explosion and fire. BP, Texas City, TX. (CSB Report No. 2005-04-I-TX). Washington, DC: Author.
- [7] International Atomic Energy Agency. (1992). The Chernobyl accident: updating of INSAG-1. A report by the International Nuclear Safety Advisory Group. (Safety Series 75-INSAG-7).
- [8] NTSB. (2011). Accident report: Pacific Gas and Electric Company natural gas pipeline rupture and fire, San Bruno, California, September 9, 2010. (NTSB Report No. NTSB/PAR - 11/01).
- [9] NTSB. (2010). Railroad accident report: Collision of two Washington Metropolitan Area Transit Authority Metrorail Trains near Fort Totten Station, Washington, DC, June 22, 2009. (NTSB Report No. NTSB/RAR-10/02).
- [10] Reason J., Human error. New York: Cambridge University Press, 1990 .
- [11] Wiegmann, D., Shappell, S., The Human Factors Analysis and Classification System - HFACS, FAA DOT/FAA/AM-00/7 Office of Aerospace Medicine: Washington, DC., 2000
- [12] Shappell, S., Wiegmann, D. Applying Reason : the human factors analysis and classification(HFACS) Human Factors ans Aerospace Safety1(1).59-86. 2001
- [13] FAA DOT/FAA/AM-06/18 Human Error and Commercial Aviation Accidents: A Comprehensive, Fine-Grained Analysis Using HFACS, Shappell, Detwiler, Wiegmann, Hackworth, 2006
- [14] Shappell, S. A., & Wiegmann, D. A. (2000). The Human Factors Analysis and Classification System - HFACS. Technical Report DOT/FAA/AM-00/7. Washington, DC: Office of Aviation Medicine.
- [15] Iden, R., & Shappell, S. A. (2006). A human error analysis of US fatal highway crashes 1990 - 2004. In Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting, 50(17) 2000-2003. doi: 10.1177/154193120605001761. San Francisco, USA.
- [16] Boquet,A.,Detwiler, C., Shappell, S., 2004. A human factors analysis ofU.S.emergency



- medical transport accidents. *Air Medical Journal* 23 (5), pp. 34 - 34.
- [17] Reinach, S., Viale, A., 2006. Application of a human error framework to conduct train accident/incident investigations. *Accident Analysis and Prevention* 38, 396 - 406.
- [18] Celik, M., Er, I.D., 2007. Identifying the potential roles of design-based failures on human errors in shipboard operations. In: 7th Navigational Symposium on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation, 20 - 22 June, Gdynia, Poland, pp. 617 - 621.
- [19] Milligan, F.J., 2007. Establishing a culture for patient safety—the role of education. *Nurse Education Today* 27 (2), 95 - 102.
- [20] El Bardissi, A.W., Wiegmann, D.A., Dearani, J.A., Daly, R.C., Sundt, T.M., 2007. Application of the human factors analysis and classification system methodology to the cardiovascular surgery operating room. *The Annals of Thoracic Surgery* 83(4), 1412 - 1419.
- [21] Krulak, D.C., 2004. Human factors in maintenance: impact on aircraft mishap frequency and severity. *Aviation, Space, and Environmental Medicine* 75 (5), 429 - 432.
- [22] Scarborough, A., Pounds, J., 2001. Retrospective human factors analysis of ATC operational errors. In: *Proceedings of 11th International Symposium on Aviation Psychology*, Columbus, OH.
- [23] Beaubien, J. M., & Baker, D.P. (2002). A review of selected aviation Human Factors taxonomies, accident/incident reporting systems, and data reporting tools. *International Journal of Applied Aviation Studies*, 2(2), 11-36.
- [24] Schmidt, J., Schmorow, D., & Hardee, M. (1998). A preliminary human factors analysis of Naval Aviation maintenance related mishaps. *Proceedings of the SAE AEMR Conference*. Long Beach, CA.
- [25] J. Rasmussen, Risk management in a dynamic society: A modelling problem, *Safety Science*, 27, (1997) 183-213.
- [26] Helen Omole, Guy Walker(2015), Offshore transport accident analysis using HFACS, 6th International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics (AHFE 2015) and the Affiliated Conferences