

## Original Article

<https://doi.org/10.12985/ksaa.2023.31.4.126>  
ISSN 1225-9705(print) ISSN 2466-1791(online)

# 항공사 승무원의 운항조건에 따른 피로도 및 피로요인 분석

김영효\*, 김준석\*\*, 송병흠\*\*\*

## Fatigue Analysis according to Flight Conditions of Airline Crew Members

Young-Hyo Kim\*, Jun-Seok Kim\*\*, Byung-Heum Song\*\*\*

### ABSTRACT

During the COVID-19 pandemic, there have been many changes in the aviation industry as a whole. Passenger traffic has decreased, but on the contrary, the international transport demand for cargo planes has never been higher. Due to their geopolitical location when flying to major cities around the world, Korea's international pilots are bound to have relatively more jet lag-causing routes than their American or European-based pilots. Through this study, we tried to analyze the degree of fatigue and fatigue weighting factors according to operating conditions for domestic pilots. As a result of the study, the following conclusions were drawn. Despite the variety of models, routes, and fatigue between individuals, it was found that the 3 Pilot operation route was concentrated as a representative fatigue route. Most of the individual fatigue improvement request sections showed higher fatigue as the night flight section was longer among the 3Pilot routes for more than 12 hours, and 43 out of 90 participants (Korean Air pilots) focused on 3Pilot (two captains and one pilot) as fatigue-intensive operating conditions. Therefore, it proposes an improvement in the system of applying 12-hour unification standards according to Korea's geopolitical international operating conditions and time difference standards.

**Key Words** : 피로도증가(Increased Fatigue), Fatigue(피로), Pilot(조종사), Aviation Accident (항공사고), Safety Management System(안전관리시스템)

### 1. 서 론

조종사들의 피로관리는 항공안전관리의 핵심 요소이다. 피로 관리를 위한 절차와 제도 개선에 관한 국가의 역할과 이를 위한 과학적이고 실질적인 노력과 운영자

의 인식전환, 특히 피로위험관리제도(FRMS : Fatigue risk management system)도입의 노력은 피로로 유발하는 많은 안전 위험에 대한 과학적 제도적 극복 노력 의지로 볼 수 있다.

안전관리시스템과 승무 시간제한의 제도적 도입과 항공 안전에 대한 다양한 노력과 승무 시간제한에 따른 피로 관리의 기본 틀을 유지하면서 비행 안전을 위한 제도적 개선은 지금도 지속되고 있다. 비행기 성능은 날로 좋아지고 기술적인 완성도와 친환경적인 발전으로 과거에 비해 안전한 비행과 더불어 비행가능 시간은 보다 더 연장되었다. 더욱 먼 거리의 직항에 대한 요구는 승무원의 보다 긴 근무시간을 필연적으로 동반

Received: 28. Nov. 2023, Revised: 05. Dec. 2023,

Accepted: 09. Dec. 2023

\* 대한항공 기장

\*\* 한국항공대학교 항공안전관리연구소

\*\*\* 한국항공대학교 항공운항학과 교수

연락처 E-mail : bhsong@kau.ac.kr

연락처 주소 : 경기도 고양시 덕양구 항공대학로 76

한다. 다양한 항공수요의 변화도 있지만 인간 과학에 대한 발전은 특히 피로가 인간의 성능에 장기적으로 건강에 미치는 영향에 대한 과학적인 증명과 휴식의 필요성을 두각시키고 있다. 항공분야 환경적 변화에 대응하고 비행안전을 위해서 피로위험관리는 필요하며, 임무특성에 맞는 과학화된 피로위험관리를 위한 연구가 요구된다.

본 연구는 국내 대한항공 조종사를 대상으로 개인특성과 운항조건에 따른 피로 정도 및 피로가중요인을 분석하고자 하였다. 그리고 한국 조종사들에게 맞는 피로관리시스템 개발과 운영을 위해 기초자료를 마련하고자 하였다. FRMS는 데이터 기반 절차이기 때문에 피로위험에 대응하기 위한 임무요원(조종사 등)의 피로 위험 관련 데이터 수집과 분석평가 Tool에 대하여 고찰하고, 적용방안을 검토하는 것이 필요하다. 이에 따라 본 연구를 통해 향후 자발적이고 지속적이며 성숙한 안전관리체계(SMS: Safety Management System)에 배정된 피로관리 운영이 실현되는데 기여하고자 한다.

## II. 조종사의 피로 요인

고정의 항공기를 위한 운항기술기준에서 “피로(Fatigue)”란 항공기 안전관련 근무의 수행에 필요한 승무원의 수행능력 및 경계 또는 안전운항에 부정적인 영향을 미칠 수 있는 업무 과부하, 일주리듬의 변동 또는 수면부족의 결과로 발생하게 되는 신체적·정신적 수행능력이 저하된 생리적인 상태를 의미한다.

FAA에서 정의한 항공 피로(Aviation Fatigue)는 업무 수행 시 정확하지 않은 가변성이 증가되고, 업무의 수행능력이 감소된 생리적인 상태로 줄음, 동기부족, 우울, 무기력, 원기부족, 허약, 피로 등과 관련이 있다.

조종 업무는 업무 특성상 피로를 동반하게 되는데, 조종 업무 중 피로를 완전히 해결하는 것은 불가능하다. 안전한 임무 수행이 필요시 되고 다양한 시간대에 근무하는 조종사들은 운항 업무의 중요한 부분이 되는 피로를 해소할 수 있는 명확한 방안을 가지고 있지 않다. 이와 같은 이유로 조종사들은 조종 업무 중 한 부분이 피로라는 것을 받아들이고 업무에 임해야 하며, 조종사들은 본인이 비행 중 피로를 느끼게 될 때 그것이 업무에 어떠한 영향을 미치게 되는지를 반드시 직시해야만 한다.

조종사들은 일반 지상 직종에 종사하는 일반 근로자들과는 달리 특수한 환경에 노출되어 근무를 하게 되

Table 1. Factors that Increase pilot fatigue

조건	증가 요인
환경 조건	기압(고도에 따른 신체의 변화) 악기상(부담감 증가, 비행에 대한 불안) 습도(안구 건조, 호흡기 등)
업무 조건	계기의 신호·변화(긴장, 불안감) 고정된 자세(장시간 동안 경직된 자세로 비행) 진동(구토, 두통 등 유발) 소음(두통, 불안 등 유발)
개인 조건	개인 불화, 빛(업무에 지속적인 악영향) 시차 적응(신체리듬 변화·수면) 수면 부족(수면 리듬 불안정으로 신체 리듬 변화)

는데, 일반 근로자들과는 다른 습도, 진동, 소음, 기압 등의 특수 요인으로 인해 신체적·정신적 피로도가 상당히 높은 것으로 나타났다.

Table 1은 조종사의 피로도를 증가시키는 요인을 나타낸 것이다.

기압의 변화는 지상 위주의 일반 직종의 근로자들과는 매우 다른 환경적 요인인데, 업무의 강도가 지상 근로자들과는 적다고 하더라도 기압의 환경적 요인 때문에 신체에 전해지는 피로는 배가 된다. 항공기 안의 습도는 평균 15% 내외로 목과 코, 눈 등이 매우 건조해지기 때문에 수분을 많이 섭취해야 한다. 피부 건조 및 안구 건조증 등은 업무 진행에 있어 신체적 피로도를 증가시키는 요소라고 할 수 있다.

기상이라는 조건은 항공에 있어서 효율적 운항 및 항공안전에 기여함을 목적으로 하고 있는 매우 중요한 요소이다. 비행 전 항상 기상 상태를 체크하는 것은 조종사들에게 있어 필수적인 부분이다. 비행 중 악 기상 상황에 들어가 비행하게 되는 경우도 있으며, 악 기상 상황에서 비행을 시작하는 경우도 있다. 조종사들에게 있어 악 기상 상황은 항공기에 충격이 가해지고 시야가 감소되는 등 비행에 대한 부담감과 긴장, 불안감 등의 정신적 피로를 극대화시킨다.

항공기의 진동 및 소음은 일반 진동 및 소음과는 다르게 상당히 강도가 높는데, 혈압 상승, 청력 손실, 두통 등의 신체적 피로도뿐만 아니라, 불안, 짜증 등의 정신적 피로도 역시 더해져 조종사들의 업무 수행 능력에 부정적인 영향을 미칠 수 있다.

조종사들은 장시간 동안 경직된 자세에서 비행업무를 수행하는데, 경직된 자세로 인해 관절 각 부분에 무리가 전해진다. 또한 장시간 경직된 자세에서의 근육 활동 및 신체반응속도는 상당히 저하된다.

조종석에서 조종사들이 업무를 수행할 때 이들의 시야는 굉장히 제한되기 때문에 전방을 주시하여 비행을 하게 되며, 항공기 전체를 볼 수 없는 상황이 발생한다. 조종사들의 업무 편의성을 향상시키기 위해 계기판에는 다양한 신호가 표시되어 전달되는데, 계기판을 통해 항공기의 상태를 확인 및 조치하도록 하게 되어 있다. 갑작스럽게 나타나는 계기판의 신호와 변화는 안정적인 상태의 조종사들이 즉각적으로 조치를 할 수 있다고 하더라도 불안감과 긴장감을 가져오게 된다. 이러한 신호와 변화가 지속적으로 발생될 시 조종사들의 불안감과 긴장감 역시 지속되어 심리적 피로도가 더욱 심해진다.

수면은 감정조절을 통해 불안한 감정들을 정화시켜 줄 뿐만 아니라, 신체의 소모되고 손상된 부분을 회복시켜 주기도 한다. 조종사들은 조조 비행과 야간비행 등 많은 스케줄을 소화해야 하기 때문에 항상 수면 리듬이 불안정하다. 수면장애 및 수면 부족은 조종사들의 신체리듬을 악화시키기 때문에 짜증 및 날카로운 신경, 졸림 현상 및 신체피로 누적 등의 정신적 피로도를 확대시킨다. 조종사들은 시간차가 존재하는 장시간·장거리 비행을 마치고 나면 시차를 적응해야 하지만, 수면 및 신체리듬이 불안정하게 되어 정신적 피로도 및 신체적 피로도가 가중된다.

개인의 안정된 생활은 업무수행에 있어 큰 지장이 없겠지만, 개인 사생활의 불안정은 심리적 피로도를 지속적으로 악화시켜 업무수행에도 부정적인 영향을 줄 수 있다. 조종사들의 불화, 이혼, 빚 등의 문제는 업무수행 중에도 정신적인 피로를 악화시키고, 지속적인 심리적 피로를 가져다주는 요인이기 때문에 비행 업무를 수행하기 전에 해결이 요구된다.

조종사들에게 있어 이와 같은 피로의 요인들은 다양한 반응을 가져올 수 있다. 첫째, 반응속도와 정확도가 감소될 수 있다. 둘째, 일의 능률이 떨어지더라도 이를 인정하게 될 수 있다. 셋째, 정보통합능력이 저하된다. 넷째, 주의력이 감소한다. 다섯째, 기억능력 저하로 인해 잘 잊어버리게 된다. 여섯째, 승무원간 의사 소통이 원활하지 못하게 된다. 일곱째, 실수의 빈도가 증가된다.

### III. 연구방법

#### 3.1 연구 설계 및 연구 대상

본 연구는 국내 민간 조종사를 대상으로 피로 정도

및 피로가중 요인을 분석하는 것으로 자기 기입식 설문조사 방식과 인터뷰를 동시에 진행하였다.

설문지는 대한항공 국내선/국제선 브리핑실에서 2020년 9월 3일부터 18일까지 실시하였으며, 총 참가 인원 113명 중 23명의 1년 미만의 경력자들은 라인에서의 피로 경험 부족으로 반영하지 않고 제외하여, 총 90명을 대상으로 분석을 실시하였다.

#### 3.2 설문지 구성

측정 변수는 주요 독립변수로서 연령, 경력, 기종 3문항, 피로도 정도 4문항, 피로도 순위 1문항, 피로 요소 4문항, 피로 요소 순위 1문항, 피로도가 높은 노선 1문항, 피로 가중 유발 요인 1문항 등 총 15문항으로 구성되었다.

개방형 설문 자료의 내용은 연령, 경력, 비행시간, 월 평균 운항 횟수 및 비행시간, 체류지 숙소 만족도, 피로 요소 강도 등 총 13문항으로 구성되었다.

#### 3.3 분석 방법

연구 대상자의 일반적 특성에 대해 백분율을 구하였다. 운항조건과 피로 요소를 분석하기 위해 기술통계를 실시하였다. 그리고 일반적 특성과 기종에 따른 피로도 정도 차이와 피로 요소 차이를 알아보기 위해 t 검정과 ANOVA를 실시하였다. ANOVA는 세 개 이상의 그룹 간의 평균 차이를 비교하는 통계적인 기법이다. ANOVA는 그룹 간의 평균 차이를 확인하고, 이 차이가 우연에 의한 것인지, 아니면 진짜로 의미 있는 차이인지를 판단하는 데 사용된다.

## IV. 연구 조사 분석

#### 4.1 연구대상자 일반적 특성

연령은 30대 14명(15.6%), 40대 47명(52.2%), 50대 이상 29명(32.2%)으로 40대가 가장 많이 차지하였고, 경력은 5년 이하 17명(18.9%), 6~10년 이하 21명(23.3%), 11~20년 이하 37명(41.1%), 21년 이상 15명(16.7%)으로 나타나 11년에서 20년 이하가 가장 많이 차지하였다. 설문 구성에 있어서 성별은 여성 조종사들이 전체 조직에서 소수를 차지하고 설문의 기회를 갖지 못하였기에 전부 남성 조종사들로 설문하였다(Table 2).

Table 2. General characteristics of study subjects

구분		빈도(명)	%
연령	30대	14	15.6
	40대	47	52.2
	50대 이상	29	32.2
경력	5년 이하	17	18.9
	6~10년 이하	21	23.3
	11~20년 이하	37	41.1
	21년 이상	15	16.7
성별	남	90	100
기종	소형기	27	30.0
	대형기	63	70.0
승무조건에 따른 최고 피로 조건	하루 5LEG 운항	18	20.0
	6시간 이상의 2P	25	27.8
	12시간 이상의 3P	45	50.0
	14시간 이상의 4P	2	2.2
최고 피로 조건 선택(일주일듬 교란)	시차	26	28.9
	심야비행	25	27.8
	이착륙 횟수	11	12.2
	비행시간	28	31.1
전체		90	100

#### 4.2 연령별 피로도와 피로 요소 차이 분석

연령에 따른 차이 요소 차이 분석 결과, 심야비행 ( $F=4.478$ ,  $p<.05$ )은 통계적으로 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났다.

ANOVA 분석 결과에서 어떤 그룹 간에 차이가 있는지를 식별하기 위한 방법 중 하나인 Duncan의 사후 분석을 실시한 결과, 30대와 40대는 통계적으로 차이가 나지 않았지만 50대 이상과 유의하게 차이가 나타났다. 하지만 비행시간, 시차, 이착륙 횟수는 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다.

비행시간에서는 30대, 40대, 50대 이상의 경우에는 통계적으로 유의미한 차이가 나타나지 않았지만, 40대의 평균값은 50대 이상과 비슷하였지만 30대보다 높게 나타났다. 시차에서는 30대, 40대, 50대 이상은 통계적으로 유의미한 차이가 나타나지 않았지만, 40대와 50대 이상의 평균값이 30대보다 높게 나타났다. 이착

륙 횟수에서는 30대, 40대, 50대 이상의 경우에는 통계적으로 유의미한 차이가 나타나지 않았지만, 40대의 평균값이 30대와 50대 이상보다 높게 나타났다(Table 3).

Table 3. Analysis of differences according to age

구분		평균	표준 편차	F	p	post Hoc (Dun- can)
5 LEG	30대	4.07	1.07	.732	.484	
	40대	4.32	0.91			
	50대 이상	4.07	1.03			
6 시간 이상 2 Pilot	30대	4.21	0.58	3.163	.047*	3<1=2
	40대	4.23	0.76			
	50대 이상	3.79	0.86			
12 시간 이상 3 Pilot	30대	4.00	0.88	2.169	.120	
	40대	4.47	0.62			
	50대 이상	4.24	0.95			
14 시간 이상 4 Pilot	30대	3.79	0.70	.408	.666	
	40대	3.81	0.95			
	50대 이상	3.62	0.90			
비행 시간	30대	3.79	0.70	1.481	.233	
	40대	4.19	0.77			
	50대 이상	4.14	0.83			
시차	30대	4.00	0.96	.645	.527	
	40대	4.28	0.80			
	50대 이상	4.24	0.74			
이착륙 횟수	30대	3.50	0.94	.500	.608	
	40대	3.81	1.06			
	50대 이상	3.76	0.99			
심야 비행	30대	4.14	0.53	4.478	.014*	1=2<3
	40대	4.11	0.91			
	50대 이상	4.62	0.49			

Table 4. Analysis of differences according to experience

구분		평균	표준편차	F	p	Post Hoc (Duncan)
5LEG	5년 이하=1	4.29	0.59	2.324	.081	
	6~10년 이하=2	3.95	1.12			
	11~20년 이하=3	4.46	0.84			
	21년 이상=4	3.80	1.26			
6시간 이상 2P	5년 이하=1	4.00	0.71	2.893	.040	1=2=3>4
	6~10년 이하=2	4.24	0.77			
	11~20년 이하=3	4.24	0.68			
	21년 이상=4	3.60	0.99			
12시간 이상 3P	5년 이하=1	4.24	0.44	1.672	.179	
	6~10년 이하=2	4.29	0.90			
	11~20년 이하=3	4.51	0.65			
	21년 이상=4	4.00	1.13			
14시간 이상 4P	5년 이하=1	3.76	0.83	.613	.609	
	6~10년 이하=2	3.86	0.65			
	11~20년 이하=3	3.78	0.98			
	21년 이상=4	3.47	1.06			
비행 시간	5년 이하=1	3.88	0.70	1.455	.233	
	6~10년 이하=2	4.10	0.83			
	11~20년 이하=3	4.30	0.70			
	21년 이상=4	3.93	0.96			
시차	5년 이하=1	4.18	0.81	.593	.621	
	6~10년 이하=2	4.24	0.89			
	11~20년 이하=3	4.32	0.75			
	21년 이상=4	4.00	0.85			
이착륙 횟수	5년 이하=1	3.41	0.87	1.639	.186	
	6~10년 이하=2	3.57	1.21			
	11~20년 이하=3	4.00	0.85			
	21년 이상=4	3.73	1.16			
이착륙 횟수	5년 이하=1	3.41	0.87	1.639	.186	
	6~10년 이하=2	3.57	1.21			
	11~20년 이하=3	4.00	0.85			
	21년 이상=4	3.73	1.16			
심야 비행	5년 이하=1	4.18	0.64	.823	.484	
	6~10년 이하=2	4.33	0.86			
	11~20년 이하=3	4.19	0.88			
	21년 이상=4	4.53	0.52			

### 4.3 경력별 피로도차이 분석

경력에 따른 피로도 차이 분석 결과, 시간 이상 2P ( $F=2.893$ ,  $p<.05$ )는 통계적으로 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났다. Duncan의 사후분석 결과, 21년 이상은 통계적으로 유의미한 차이가 나타나지 않았지만, 5년 이하, 6~10년 이하, 11~20년 이하는 통계적으로 유의미한 차이가 나타났다. LEG, 12시간 이상 3P, 14시간 이상 4P는 통계적으로 유의미한 차이가 나타나지 않았지만, 전반적으로 나이에 따른 분석 결과와 비슷한 정도를 나타내었다. 이는 조종사들의 출신별 나이 차이가 존재하지만, 그 차이는 미비하다 할 수 있다 (Table 4).

## V. 결 론

### 5.1 결과 요약

본 연구는 국내 운항 승무원을 대상으로 개인특성과 운항조건에 따른 피로 정도 및 피로 가중 요인을 분석하고자 하였다. 피로 정도와 가중 요인을 분석하기 위하여 설문지를 통해 이루어졌으며, 특히 승무원들이 피로도 정도 비교에서는 5 LEG 이착륙, 6시간 이상 2pilot 노선, 12시간 이상 3pilot 노선, 14시간 이상 4pilot 노선 중에서 피로도의 정도를 선택하게 하였으며, 이후 순위를 정하여 가장 피로도가 높은 노선을 선택하였다. 그리고 피로요소 분석을 위하여 비행시간, 시차, 이착륙 횟수, 심야비행의 피로도 정도를 선택하게 하였고, 피로 요소 강도의 순위를 선택하였다. 또한 운항 승무원의 피로 정도와 피로 가중 요인을 심층적으로 살펴보기 위하여 개방형 설문조사를 실시하였다.

연구 결과는 다음과 같다.

첫째, 운항조건과 피로 요소 기술통계 분석 결과를 살펴보면 운항조건에서 5LEG 평균값  $4.2 \pm .97$ , 최대 시간에 근접하는 2Pilot 구간 평균값  $4.09 \pm .79$ , 3Pilot 구간 평균값  $4.32 \pm .79$ , 4Pilot 구간 평균값  $3.742 \pm .89$ 로 나타났으며, 12시간 이상 3Pilot 구간이 가장 높은 것으로 나타났다. 피로 요소에서 긴 비행(임무) 시간 평균값  $4.11 \pm .79$ , 시차 평균값  $4.22 \pm .80$ , 이착륙 횟수 평균값  $3.74 \pm 1.01$ , 심야비행 평균값  $4.28 \pm .78$ 로 심야비행이 피로 요소로 작용하는 것으로 나타났다.

둘째, 연령에 따른 피로도 차이 분석 결과 6시간 이상 2P( $F=3.163$ ,  $p<.05$ )는 통계적으로 유의미한 차이

가 있는 것으로 나타났다. Duncan의 사후분석 결과 6시간 이상 1set(기장, 부기장) 운영 시 30대, 40대 승무원이 50대 이상보다 더 높은 피로도를 나타내었다.

셋째, 연령에 따른 피로 요소 차이 분석 결과, 심야 비행( $F=4.478$ ,  $p<.05$ )은 통계적으로 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났다. Duncan의 사후분석 결과 야간 비행에 있어서 50대 이상의 운항승무원이 30대, 40대에 비해 높은 피로도를 나타내었다.

넷째, 경력에 따른 피로도 차이 분석 결과, 6시간 이상 2P( $F=2.893$ ,  $p<.05$ )는 통계적으로 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났다. Duncan의 사후분석 결과 21년 이상의 운항승원보다 5년 이하, 6~10년 이하, 11~20년 이하는 통계적으로 유의미하게 높은 피로도를 나타냈다.

다섯째, 근무 조건에 따른 승무원의 피로 정도 순위를 살펴 본 결과 5LEG 조건이 가장 피로도가 높다고 응답한 승무원은 20명, 6시간 이상 2P 조건이 가장 피로도가 높다고 응답한 승무원은 25명, 12시간 이상 3P 조건이 가장 피로도가 높다고 응답한 승무원은 43명으로 가장 높은 것으로 나타났다. 그리고 14시간 이상 4P 조건이 가장 피로도가 높다고 응답한 승무원은 2명으로 가장 낮은 것으로 나타났다. 피로도 순위는 12시간 3P 운영, 6시간 이상 2P 운영, 5LEG, 14시간 이상 4P 운영 순으로 나타났다. 운항승무원의 피로 정도 순위에서 대표 피로도는 12시간 이상의 3P 조건이 48% 나왔으며, 이러한 결과는 3P 구간을 경험하지 못한 승무원의 설문 참여를 고려하면 승무원들이 느끼는 피로관리가 가장 필요한 근무환경 개선요소며 압도적인 안전위해 요인임을 알 수 있다.

### 5.2 연구의 시사점

근무 조건에 따른 승무원의 피로 정도 순위를 살펴 본 결과 12시간 이상 3P 조건이 가장 피로도가 높은 것으로 나타났으며, 피로 요소 강도는 심야비행, 비행 시간, 시차, 이착륙 횟수 순으로 나타났다.

피로관리의 기본은 피로노선의 조정과 충분한 수면 시간의 확보에서 시작될 것이다. 특히 3Pilot 운항 조건에서의 승무원들의 피로 정도는 항공법 시행규칙의 연속 24시간 최대 승무시간이 13시간인 3Pilot(기장 2명, 부기장 1명)구간의 경우 13시간의 3분의 2를 근무한 경우 근무 시간이 8시간 20분으로 이는 다른 승무 조건과 비교하였을 때 개인당(혹은 편조당) 최대 승무 시간인 8시간보다 많다.

국토부가 주관한 선행연구에서 현재 국내의 단편적이고 일률적인 시간제한규정은 피로관리에 한계가 있고 FAA의 Part 117과 같은 규정 도입을 통해 개선해야 한다고 밝혔다.

이륙시간에 따른 탄력적인 운영시간 적용과 제도적 개선, 이미 많은 연구결과에서 나타난 것과 같이 나이와 수면의 연관관계와 같이 50대 이상의 운항승무원에 대한 야간비행의 피로도 연구가 더욱 필요하다.

이러한 연구 결과를 바탕으로 다음과 같은 제도 개선을 시사한다.

피로도 보고의 제도 확립과 운영이 필요하다. 국제 민간 항공기구(ICAO)는 승무원 피로는 “수면 부족, 깨어있는 시간의 연장, 일주기 교란, Workload(정신적 및 / 또는 신체 활동)에 의한 정신적 또는 육체적 성능 저하의 생리적 상태로 승무원의 주의력과 항공기를 안전하게 조종하거나, 안전 관련 업무 수행의 능력을 손상시킬 수 있는 상황”으로 정의하고 있다. 피로로 인한 위해요소의 제도적 보안을 위해서 병가제도와 더불어 운영함으로서 보고자의 자발적인 참여를 유도하고, 운영의 부담을 줄일 수 있다. 피로에 의한 비행후 제도 신설과 회사 내 보고제도의 운영은 운항내부의 중간관리자를 통하기보다는 병가 신청과 동일한 절차를 수립하여 항공보건의료원에서 관리함으로서 보고자의 부담을 줄이고, 특히 피로휴가 신청시 사실에 기인한 피로 보고를 첨부하게 함으로서 피로관리 운영의 주요한 데이터로 보관 관리하고, 개인의 정보는 보안을 유지하여 불이익이 없도록 하는 제도적 배려도 필요할 것이다.

## References

1. Kim, D. H., “A Study on Application of Fatigue Risk Management System for Pilot to Fly Longer Hour”, Korean Society for Aviation and Aeronautics, 2019, p.48.
2. Ministry of Land, “Infrastructure and Transport, Technical Standards for Operation of Fixed-wing Aircraft”, Ministry of Land, Infrastructure and Transport, Seoul, 2014.
3. Choi, Y. K., “Ministry of Land, Infrastructure and Transport 2019 Traffic Safety Annual Report”, Ministry of Land, Infrastructure and Transport, 2019.
4. ICAO, “ICAO Doc 9966 Manual for the Oversight of Fatigue Management Approaches”, 2020.
5. Kim, S. Y., “A Study on Cabin Safety in Aviation Law, Focused on Cabin Crew Fatigue Management Criteria”, Korea Aerospace University, Korea, 2013. Feb.
6. Kim, S. H., “A Study on the Characteristics of Chronic Fatigue in Korean Civil Aircraft Pilots”, Korea Aerospace University, Korea, 2005. Feb.
7. Park, D. Y., “A Legal Study on Responsibilities of Airport Operators for Aviation Safety”, Korea Aerospace University, Korea, 2018. Feb.
8. Park, B. D., “A Study on the Effects of Fatigue on Job Attitudes in Police Officers”, Wonkwang University, Korea, 2008, Oct.
9. Korea Civil Aviation Association, “Aeronautical Statistics World Edition”, Korea Civil Aviation Association, Korea, 2018.
10. Kim, N. Y., “Case Analysis and Implications of Aviation Safety Regulatory Audit: Cases in Korea, the United States, and Australia”, Audit Institute, Korea, 2015.
11. Boeing, “Statistical Summary of Commercial Jet Airplane Accidents Worldwide Operations 1959-2017”, Boeing, Oct 2018.
12. CNBC, “Climate Change Will Increase the Risk of Severe Turbulence on Planes”, Research Says, October 2017.