

Original Article

<https://doi.org/10.12985/ksaa.2023.31.1.043>
ISSN 1225-9705(print) ISSN 2466-1791(online)

코로나19 팬데믹 이후 승무원 피로관리시스템 개선방안 연구

전제형*, 성화영**, 천수아***, 정근화****

A Study on Improvement Plans for Flight and Cabin Crew Fatigue Management System after COVID-19 Pandemic

Je-Hyung Jeon*, Hwayoung Sung**, Sua Chon***, Geun-Hwa Jeong****

ABSTRACT

The aviation industry has continued to grow despite the influence of external environmental factors such as SARS and MERS. However, this growth has led to a sharp decrease in air traffic and a crisis of flight suspension due to the collapse of the global value chain and the decline of the world economy as the World Health Organization (WHO) declared a COVID-19 pandemic. Due to the decrease in the number of international flights, aviation workers such as pilots and cabin crew were exposed to high psychological stress and fatigue, such as large-scale layoffs, job instability, decrease in income, and increased risk of infection during. Recently, the international community has eased immigration restrictions through quarantine activities, and airlines are taking a step further to recover existing air demand. However, during the crisis period, a significant number of professional workers have been turned off or fired, and the physical and mental fatigue of those who can perform their duties is increasing. Therefore, this paper intends to examine the direction of policy improvement and the identification of problems in aviation safety and fatigue management after the pandemic.

Key Words : Fatigue(피로), Safety Management(안전관리), Risk Management(위해요인관리), Circadian Rhythm(생체리듬), Organizational Measures(조직적 관리)

1. 서 론

코로나19(COVID-19) 팬데믹(Pandemic)은 사회·경제적 모든 분야에 영향을 주었고 글로벌가치사슬(Global Value Chain)의 붕괴, 세계경제의 4%대 하

락을 야기하였다(Senol and Zeren, 2020).

특히 항공산업에 가장 큰 영향을 주었고 각국의 출입국제한의 확산으로 2020년 기준 국내선 50%, 국제선 74% 감소 항공사 재정손실 3,700억 달러, 공항손실 1,150억 달러에 이르렀다(Stok, 2022).

이로 인하여 조종사, 객실승무원 등 항공업종종사자들은 대규모휴직, 소득감소, 고용불안정, 대면업무 중 감염위험의증가 등 높은 심리적 스트레스와 피로감에 노출되었다.

또한, 최근 국제사회의 코로나19 팬데믹의 종료에 따른 방역규제 및 출입국제한의 완화와 같은 능동적인 정책변화로 인해 비즈니스 회복, 개인여행 증가 등 항공물류 수요가 증가하고 있는 반면, 위기기간동안 항

Received: 21. Dec. 2022, Revised: 17. Jan. 2023,
Accepted: 03. Feb. 2023

* 에어부산 안전보안실 FOQA Analyst

** 에어부산 안전보안실 Cabin Safety

*** 에어부산 안전보안실 FOQA Analyst Assistant

**** 에어부산 안전보안실 실장

연락처자 E-mail : nanjayouin@airbusan.com

연락처자 주소 : 부산광역시 강서구 대저2동

공수요 급감에 따라 이직하거나 해고된 전문 인력들이 곧바로 충원되지 못해 현장인력의 육체적, 정신적 피로감은 더욱 가중되고 있는 실정이다.

피로는 항공업계에서 중요한 주제로 인식되어 지고 있으며 적절한 주의를 하지 않을 경우 업무수행능력을 저하시켜 항공안전과 생산성의 문제를 야기한다. 국제 사회에서는 피로로 인한 인적오류를 차단하여 항공사고를 사전에 예방하기 위해 과학적이며 체계적인 종합적 피로관리 기법에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다(문우춘 외, 2012).

또한, 코로나19 팬데믹 종료 이후의 피로관리시스템의 지속적인 발전 및 변화의 필요성이 국제민간항공기구(ICAO; International Civil Aviation Organization), 미연방항공청(FAA; Federal Aviation Administration), 유럽항공안전청(EASA; European Aviation Safety Agency) 등을 중심으로 대두되고 있다. 이러한 흐름을 반영하여 국내에서도 코로나19 팬데믹의 종료 이후를 대비하는 피로관리시스템에 대한 연구와 관련 법규의 재정비가 필요할 것이다.

따라서 본 논문에서는 국내·외 피로관리시스템의 규정 및 현황을 분석하고, 코로나19 팬데믹 이후 피로관리를 통한 안전관리의 정책적인 변화에 대한 시사점 및 대안을 제시하여 향후 국내항공사의 피로관리시스템의 개선방향에 대하여 논하고자 한다.

II. 본 론

2.1 이론적 배경

2.1.1 피로와 항공사고

피로란 심신의 기능이 떨어진 상태를 나타내며 ICAO는 수면부족 또는 승무원의 안전업무의 수행능력을 저하시키는 과도한 각성상태, 신체활동의 결과로 발생하는 정신적, 신체적 기능저하 상태로 정의하고 있다(ICAO, 2010).

피로는 항공사고의 발생원인의 약 70%를 차지하는 인적오류의 기여요인으로서 약 15~20%의 높은 비중을 차지하고 있다(Akerstedt, 2000).

공식적으로 피로가 주원인인 항공사고로 1993년 8월 18일 쿠바 관타나모의 미 해군기지에서 발생한 AIA808편 CFIT(Controlled Flight Into Terrain)¹⁾ 사고이

다. 접근 중 깊은 선회로 인한 조종능력상실로 추락하였고 항공기는 전소되었다. 미연방교통안전위원회(NTSB; National Transportation Safety Board)는 사고의 원인으로 운항승무원의 피로를 지목하였고 승무원의 스케줄 및 근무시간제한에 대한 규정을 검토하고 갱신할 것을 권고하였다(NTSB, 1994).

피로가 기여요인으로 포함된 사고로는 2016년 3월 러시아 로스토프나도누 공항에서 발생한 Fly Dubai 981편 LOC-I(Loss of Control In-flight) 사고로 탑승객 55명, 승무원 7명 전원이 사망하였다. 러시아 ICA(Interstate Aviation Committee)에서 발표한 사고 기여요인들(난기류, 고도계 세팅 QNE와 Meter, 표준절차 부재, 교육훈련 등) 중 하나로 피로에 의한 집중력저하가 포함되었다(ICA, 2019).

항공사고의 발생은 단 한 건으로도 다수의 인명피해와 경제적 손실을 야기하며 이를 복구하기 위한 천문학적인 사회적비용이 발생하기 때문에 항공사고를 예방하고 안전운항의 보증 및 안전관리측면에서 피로의 효과적인 관리는 반드시 필요하다.

2.1.2 피로관리시스템과 안전관리

“피로위험관리시스템(FRMS; Fatigue Risk Management System)”이란 관련 직원이 충분한 각성상태에서 업무를 수행할 수 있도록 하기 위한 목적으로 운영경험 및 과학적 원리·지식에 근거하여 피로관련 안전위험요소를 지속적으로 감시하고 관리하는 데이터 기반의 수단을 말한다(국토교통부, 2018; ICAO, 2016).

피로관리시스템은 피로를 효과적으로 관리하고 통제하여 안전마진(margin of safety)을 초과하지 않도록 운영함에 있어서 국가, 항공사, 항공종사자 모두의 관심과 적극적 참여가 반드시 필요하며 안전관리와 유사한 절차가 요구되어 진다.

안전관리는 잠재된 안전 위해요인(hazard)을 발굴하여 빈도(frequency)와 심각도(severity)를 기준으로 위험정도를 측정하고 위험(risk)을 수용 가능한 수준(acceptable)으로 낮추어 사고율, 경제적 손실, 인명피해를 방지하는 데 목적을 두며, 피로관리는 지속적으로 인간의 행동요인이나 시스템 오류 등 위험관리에 기여하는 주변의 환경적 요소까지 포함한 근본원인(root cause)의 분석을 목적으로 한다(ICAO, 2016, 2017).

1) 항공기가 정상적으로 제어 중 의도하지 않게 지면, 구조물, 산, 바다, 등의 장애물을 향해 비행하여 기체가 파손되는 사고이다.

Table 1. FRMS vs SMS configuration comparison

FRMS	SMS
FRMS policy and documentation	Safety policy and objectives
FRM risk management processes - Identification of hazard - Risk assessment - Risk mitigation	Safety risk management
FRMS assurance processes - FRMS performance monitoring, analysis of trends, measurement to validate - Operating environment, organizational change and improvement management - FRMS continuous improvement	Safety assurance
FRMS promotion processes - Training programs to ensure competency - FRMS communication plan	Safety promotion

ICAO Doc9966, Doc 9859; Moon W. C. et al., 2012 재구성.

Table 1과 같이 효율적인 피로관리와 안전마진을 확보하기 위해 국제사회에서는 ICAO SARPs에서 정한 기준을 근거로, FRMS 기준과 규정을 수립하여 준수하고 있다.

2.1.3 국내·외 규정 및 동향

국제사회의 FRMS 기준과 규정을 살펴보면(Table 2) 미국의 경우 FAA의 FAR part117에서 FRMS의 기준을 규정하고 있다. ICAO 기준을 준하며 연속된 28일은 100시간, 연속된 12개월은 1,000시간의 제한된 비행시간과 추가조종사를 기준으로 출발시간대(주·야간 구분)와 비행횟수, 기내휴식시설등급에 따라 탄력적으로 운영된다. 다만, 화물기와 여객기의 비행특성에 따라 비행근무시간을 다르게 제한하고 있으며 시차적응에 대한 신체순응개념을 도입하여 운영하고 있다(Freeze, 2020; FAR, 2019).

독일, 영국 등 유럽연합의 경우 EASA에서 FRMS를 규정하고 있으며 연속된 비행시간의 제한, 출발 시간대에 따른 탄력적 시간제한, 비행횟수 등 FAA에서 관리하는 피로위험 요인과 거의 동일하다. 다만, 연간비행시간을 900시간으로 규정하고 있다(EASA, 2014).

싱가포르의 경우 민간항공청(CAAS; Civil Aviation Authority of Singapore)에서 FRMS를 규정하고 있으며 EASA 규정과 미국 FAR117과 비슷한 규정을 수립하고 있다. 다만, 최소휴식시간의 분류를 야간과 주간시간에 따라 차등적으로 적용하여 야간근무가 포함되는 경우 10시간, 이외의 경우 12시간으로 규정하고 있다(Venus and Greder, 2022; CAAS, 2018).

일본은 민간항공관리국(JCAB; Japan Civil Aviation Bureau)이 아닌 항공사 취업규칙, 노사협약에서 기준을 정하고 있으며 부분적인 FRMS개념을 도입하고 있어 최대비행근무시간 기준은 타 국가에 비하여 높은 편이다(이기일, 2017).

FAA, EASA, CAAS의 FRMS 규정은 단순한 비행시간과 휴식시간만을 고려함이 아닌 피로회복정도, 기내휴식시설등급, 출발시간대 등 다양한 요소들을 고려하여 차별화된 기준을 제시하고 지속적으로 개정되고 있다.

국내의 경우 항공법 제46조(법률 제4435호, 1991. 12.14. 전부개정)에 운항승무원 대상 승무시간 기준이 신설된 이후 2001년 FAA의 항공안전평가의 결과로 객실승무원까지 대상 범위가 확대되었다(국토교통부, 2021)(Table 3).

ICAO Annex6 개정에 따라 2012년 2월 22일 국토교통부 운항기술기준에 피로위험관리시스템의 개념을 도입하였고 항공법 제 128조의3(승무원 피로위험관리시스템의 승인 등)항에 의해 FRMS의 승인절차를 갖추었다(국토교통부, 2022).

Table 2. Comparing FRMS regulations by country

국가	최대 비행시간			최대비행근무시간			최소휴식 hours	비고
	2P	3P	4P	2P	3P	4P		
미국	8~9	13	17	9~14	13~17	13.5~19	10 (8)	여객 화물 주·야 분류
EASA	-	-	-	0~13	14~16	15~17	10~12 (8)	연속 수면 보장
일본	6~11	15	15	11~14	20	20	10	-
싱가포르	-	-	-	9~14	15	18	10~12	새벽· 주·야 분류
대한민국	8	12~13	16	13	16~17	20	8	-

Table 3. Based on the flight crew's maximum onboard hours for 24 consecutive hours

운항승무원 편성	최대 승무시간	최대 비행근무시간
기장 1명	8시간	13시간
기장 1명 기장 외의 조종사 1명	8시간	13시간
기장 1명 기장 외의 조종사 1명, 항공기관사 1명	12시간	15시간
기장 1명 기장 외의 조종사 2명	12시간	16시간
기장 2명 기장 외의 조종사 1명	13시간	16.5시간
기장 2명 기장 외의 조종사 2명	16시간	20시간
기장 2명 기장 외의 조종사 2명 항공기관사 2명	16시간	20시간

비고: 법제55조제2호에 따른 국외운항항공기의 운항승무원은 제외한다.

주: 항공안전법 시행규칙 제128조제2항 별표18 내용 재구성.

추가적으로 운항기술기준 8.1.8.3 운항승무원의 신체조건(Fitness of Flight Crew Members) 나항에 기장의 책임사항으로 2)운항승무원이 상해, 질병, 피로, 술이나 약물복용 등으로 임무를 수행할 수 없는 경우 해당비행을 중지할 수 있음을 명시하고 있다(국토교통부, 2022).

현재는 항공안전법상 운항승무원의 피로관리기준은 ICAO에서 요구하는 시간제한방식의 요건을 대체로 충족하고 있으며 객실승무원 피로관리 관련 현행 제도의 개선 및 보완을 위해 항공안전법 제58조(운항승무원 등의 피로관리), 동법 시행규칙 제128조(객실승무원의 승무시간 기준 등) 및 별표 19 관련 신설 및 개정(안)에 대한 절차가 진행 중이다(국토교통부, 2021)(Table 4).

국적항공사들은 항공안전법 제56조에 의거하여 국토교통부령으로 정하는 제한기준을 따르거나 자체적으로 FRMS를 구축하고 국토교통부장관의 승인을 받아 이를 시행할 수도 있다. 그러나 국적항공사들은 별도의 FRMS를 제정하지 않고 항공안전법 및 운항기술기준에서 정의한 제한기준을 따르고 있다.

Table 4. Criteria for flight working hours and rest hours for cabin crew

객실승무원	비행근무시간	휴식시간
최소 객실승무원	14시간	10시간
최소 객실승무원 + 1명	16시간	14시간
최소 객실승무원 + 2명	18시간	14시간
최소 객실승무원 + 3명	20시간	14시간

비고: 항공운송사업자는 객실승무원이 연속되는 7일에 연속되는 24시간 이상의 휴식을 취할 수 있도록 하여야 한다.

주: 항공안전법 시행규칙 제128조제2항 별표19 내용 재구성.

항공사는 승무원의 근무스케줄 생산 및 운영단계에서 승무시간, 휴식시간에 대한 세부규정의 범위를 초과하지 않도록 지속적인 모니터링을 실시하고 있으며 제한사항에 대한 준수 여부는 국토교통부의 감독 활동에도 포함되어 있다.

운항·객실승무원 대상으로는 각각 FOM(Flight Operations Manual), CCM(Cabin Crew Manual) 등 업무 매뉴얼에 종사자들이 제한범위 내에서 근무할 수 있도록 정보를 제공하고 피로관리 및 보고에 대한 책임 사항을 명시하고 있다.

피로관련 종사자 교육은 승무원자원관리(Crew Resource Management)훈련프로그램 이수를 통해 FRMS 관련 내용을 주기적으로 제공하고 있다(Airbusan, 2020, 2021).

2.2 피로관리시스템 운영 고려사항

앞서 살펴 본 것과 같이 미국과 유럽연합 등 대부분의 국제사회에서는 FRMS를 기준으로 유연한 비행근무시간의 기준을 수립·운영하고 있으며 지속적인 모니터링을 바탕으로 개선하고 있다. 그러나 국내의 경우 단순히 시간제한방식으로 구성되어 있어 불편을 야기하기도 한다.

최근 발생한 OZ221편 사례를 보면 2022년 10월 8일 뉴욕발 인천행 OZ221편의 계획된 비행시간은 15시간 40분이었으나 편서풍의 영향으로 3시간 25분이 증가하여 총 비행시간은 19시간 5분이 소요되었다. 이에 일본 나리타공항에 기술착륙(technical landing)하여 기존 승무원을 교체한 후 운항을 지속할 수 있었다(RNK, 2022).

항공안전법상 운항승무원 최대 승무시간을 16시간으로 제한하고 있으며 제한기준을 준수하여 운영된 사례이지만 교체 투입으로 인한 승무원들의 피로도 증가, 승객의 불편, 항공기 가동율, 그라운드 핸들링 비용 등 항공사의 경제적 손실 측면을 고려하였을 때 FRMS의 제도보완의 고려가 필요할 것이다.

또한, 국적항공사들의 경우 별도의 FRMS의 수립하여 운영할 수 있는 승인신청 절차가 마련되어 있지만 항공안전법의 제한 기준만을 따르고 있다. 각 항공사들은 노선, 운항패턴, 보유기재 및 인력 등의 차이가 존재하기 때문에 개별 항공사 내부 실정에 맞는 FRMS의 수립하여 운영하는 것을 고려할 것이다.

항공사가 FRMS의 운영 주체가 되어 변화에 따른 대안을 제시한 사례로서 콰타스항공은 연료효율이 기존대비 20% 상승한 항공기(Boeing 777X와 Airbus A350)를 도입하여 약 21시간의 근무시간이 필요한 시드니-런던 구간 노스톱 운항을 계획하였고 이를 위해 현 20시간 기준을 완화하는 내용으로 호주 항공당국과 소속 조종사들의 승인절차를 검토 중이다(Simple Flying, 2022).

항공기 자체 성능향상은 승객의 편의성 제공 및 항공사 수익증대가 가능해지는 반면 비행 가능시간의 물리적 증가는 종사자들의 비행근무시간 증가로 이어져 피로를 가중시키는 요인으로 작용할 가능성이 높다. 그러나 항공사가 주체가 되어 내부 운영환경이 반영된 FRMS를 수립·승인·운영한다면 항공안전법의 기준 내에서 보다 유연한 피로를 관리할 수 있을 것이며 합리적이고 신속한 의사결정이 가능할 것이다.

최근 항공업계는 코로나19 팬데믹으로 초유의 이동제한 조치를 경험하였고 IATA 피로관리대응팀에서는 운영위험감소활동의 일환으로 항공사와 운항승무원에게 피로가 유발하는 위험을 사전에 파악하고 이에 대한 위험관리지침을 개발할 것을 요구하고 있다(국토교통부, 2021).

그러나 항공사가 주도적으로 항공안전법에서 제시하는 규정 내에서 확장을 통해 변화된 항공환경을 반영한 FRMS를 구축하여 항공종사자의 피로관리를 효율적으로 운영할 수 있을지는 확인할 수 없다.

따라서 항공사는 FRMS 구축 시 Table 5와 같이 외부적인 요인, 비행근무시간, 휴식시간 제한에 더하여 종사자의 피로 관리를 종합적으로 고려하여야 하며 승객 편의성, 경제적인 측면 등 예측 가능한 모든 분야를 분석이 필요할 것이다.

Table 5. Changes in the airline operation environment

구분	운항환경 변화 및 문제점
변화 요인	<ul style="list-style-type: none"> - 코로나19 팬데믹 - 전쟁을 포함한 국제 분쟁 - 탄소배출량(CO₂) 저감 문제 (ICAO Net-Zero 2050 글로벌 장기목표 등) - 항공기 성능 향상
문제점	<ul style="list-style-type: none"> - 인력수급 및 역량 유지의 어려움 - 기존인력의 업무부담에 따른 피로도 증가 - 국제 분쟁에 따른 항로변경 - 기술착륙 없는 운항 가능거리 증가 (장거리 노선개발, 규제완화에 대한 제도개선) - 계획된 비행시간 증가로 유발되는 피로

2.3 연구의 방법

내·외부적 환경, 규범적인환경 등 실제운영 환경을 고려한 피로관리시스템의 도입 방안을 제시하기 위해 국내 항공사중 사례항공사를 선정하였다. 사례항공사의 실제운영 스케줄의 분석을 실시하였고 그 결과를 바탕으로 운항승무원과 객실승무원을 대상으로 1,2차 설문을 실시하였다.

2.3.1 국내항공사 FRMS 비교 분석

먼저 국적항공사의 FRMS의 운영현황 파악을 위해 FSC(Full Service Carrier), A항공사와 LCC(Low Cost Carrier), B항공사로 구분하여 비교분석을 실시하였다(Table 6, 7).

공통사항으로 항공안전법 시행규칙 [별표18] 운항승무원의 승무시간 등 기준(제127조 제1항 관련) 제한사항의 범위에서 항공기성능, 주력노선, 고객수요를 반영하여 운항승무원 편성과 휴식시설 등급에 따른 최대비행근무시간의 단축정도를 탄력적으로 조절하며 운영하고 있다.

Table 6. FRMS operation status of national airlines

구분	FSC (A항공사)	LCC (B항공사)
최대승무시간 최대비행근무시간	항공안전법 시행규칙 별표 [18]	항공안전법 시행규칙 별표 [18]
휴식시설	있음	없음

Table 7. Comparison of FSC and LCC crew scheduling assignments

구분		FSC(A항공사)	LCC(B항공사)
휴식	휴무일	10일	8일
	현지휴식	4일	3일
	승무 중 휴식	휴식시설 이용	-
승무 형태	주간	4일	7일
	야간	13일	13일
승무 시간	전체	97시간	70시간
	야간	34시간 20분	36시간 55분
	야간 비율	35.4%	52.7%

다음으로 2019년 A항공사, B항공사 승무원 스케줄을 비교 분석하였다. 코로나19(COVID-19)로 인한 운항회복이 진행 중으로 비교시점은 항공편 운항이 많았던 2019년으로 설정하였고 야간승무시간은 근로기준법 제56조에 의거하여 야간근로 시간인 22:00~06:00 사이의 승무로 동일한 기준 적용하였다.

표본인 두 항공사 승무원의 근무형태에 기인하는 피로요인을 분석해보면 FSC(A항공사)에 근무하는 종사자의 경우, 12시간 이상의 장거리 구간 근무가 월 최소 2회 이상 발생하여 상대적으로 긴 비행근무에 따른 피로, 잦은 시차변경과 일주기리듬 혼란 등의 피로요인에 자주 노출된다.

반면, LCC(B항공사)에 근무하는 승무원의 경우, 주로 해외 중·단거리 노선 및 국내선 위주의 짧은 노선에 근무하며 한번에 8시간 이상 긴 비행시간에 노출되는 경우는 없으나 하루에 2편에서 최대 5편 정도의 항공편에서 임무를 수행한다. 단시간에 집중되는 이·착륙을 포함한 업무량, 이른 새벽 출근, 늦은 밤 출근, 밤샘 야간비행 등의 불규칙한 수면시간이 피로요인으로 분석되어 진다.

두 항공사 모두 단거리구간 근무 시 비행 간 그라운드 타임 배정으로 실제 승무시간 대비 비행근무시간이 증가하는 경우도 발생한다. 빈도의 차이는 있으나 비행근무 개시 전 이미 피로상황에 노출되는 상황이 발생하기도 한다. 이 경우는 근접한 도시 간의 육로 이동을 하거나 항공기 탑승 이동(extra crew)하여 모기지 혹은 체류지가 아닌 다른 곳에서 근무를 시작하기 때문이다(Fig. 1).

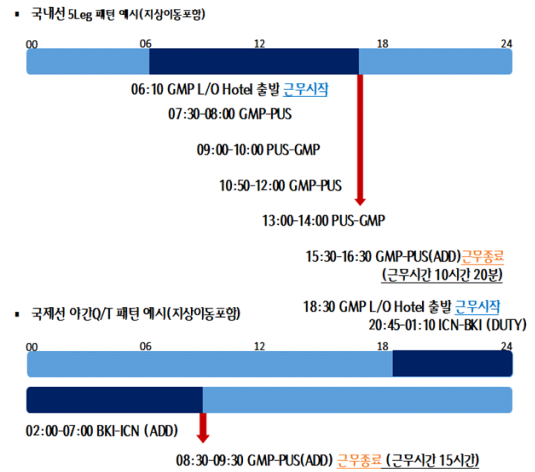


Fig. 1. Examples of schedule patterns that include land movement

2.3.2 기술통계 및 IPA분석(importance-performance analysis)

스케줄 비교분석을 바탕으로 B항공사의 운항승무원, 객실승무원을 대상으로 실제 운영하고 있는 각 스케줄 패턴의 피로도를 리커트 7점 척도를 사용하여 측정하였고 결과의 종합은 Table 8과 같다.

운항승무원은 G(46.7%), D(40%) 순으로 피로도가 높은 패턴으로 응답하였고 이는 피로요인 중 야간비행과 긴 임무시간이 일관되게 피로도를 상승시키는 주요 요인으로 인식하고 있는 것으로 분석되었다.

Table 8. Analysis of schedule patterns with high fatigue

스케줄 패턴		운항승무원 (%)	객실승무원 (%)	종합 (%)
A	4Leg	3.3	4.9	4.2
B	4'30" 이상 (1set 왕복)	0	17.1	9.9
C	4Leg+1Add	6.7	39	25.4
D	L/O 후 4'30" 이상 (야간/2set왕복)	40	2.4	18.3
E	국내선 & 국제선 (혼합 3Leg)	3.3	2.4	2.8
F	4'30" 주간 Q/T (2set 왕복)	0	7.3	4.2
G	4'30" 야간 Q/T (1set 왕복)	46.7	26.8	35.2

한편 객실승무원은 C(39%), G(26.8%) 순으로 피로도가 높은 패턴으로 응답하였고 C(39%)의 경우 응답률이 높은 원인으로 피로요인 중 짧은 근무시간에 많은 임무를 수행하는 것이 피로도를 상승시키는 가장 큰 요인으로 인식하고 있음을 보고하며 이 부분은 운항승무원의 응답 C(6.7%)와 유의미한 차이가 분석되었다.

객실승무원의 응답은 승객을 직접 대면하여 기내서비스를 제공하고 승객 수화물 정리 등 육체적 작업량이 상대적으로 많은 직무특성이 반영된 결과로 분석되었다. 다음으로 G(26.8%)가 높은 응답률을 기록했는데, 이는 운항승무원과 동일하게 피로도를 상승시키는 요인으로 야간비행과 긴 임무시간을 피로도를 상승시키는 주요 요인으로 인식하고 있는 것으로 분석된다.

도출된 패턴과 ICAO Doc9966을 바탕으로 IPA(Importance-Performance Analysis) 기법을 활용하여 현재 B항공사에서 운영되는 피로관리 규정 및 기준의 중요성과 만족도를 측정하였다.

IPA분석 기법은 속성별 중요도와 성과 변수를 기준으로 속성별 관리 포인트를 분석하는 기법으로 각 속성의 상대적 중요도와 성취도를 동시에 비교 분석이 가능하며 문제점을 명확히 제시하고 우선순위를 판단하는 데 실제적인 기준을 제공이 가능하다는 장점이 있어 이를 선정하였다. 추가적으로, 주관식 문항을 설정하여 text mining을 통한 빈도, 동시출현, 감성분석

을 수행하였다.

2.3.3 IPA 분석 결과

편의표본추출법(convenience sampling)을 바탕으로 운항승무원 40명, 객실승무원 50명 대상 설문조사 시행하였다. 회수된 90부 중 신뢰도를 충족하지 못하는 19부의 설문지를 제외한 총 71부의 자료를 본 연구의 대상으로 활용하였다.

설문 대상의 구성은 남성 승무원 49.3%, 여성 승무원 50.7%이며, 연령대는 25세 미만은 18.3%, 25~30세는 52.1%, 30~35세는 18.3%, 35세 이상은 11.3%로 집계되었다.

객실승무원의 응답자의 22.5%가 7년 이상 탑승자로서 가장 많은 비중을 차지하였고 운항승무원은 10,000시간 이상 탑승자가 32.4%로 가장 많은 비중을 차지하였다.

Fig. 2을 보면 운항승무원의 경우 기내휴식시설의 개선이 가장 우선적 필요하다고 응답하였고 다음으로 생리학적인 요인의 고려, 새벽·야간 비행 배정횟수, 비행 패턴 등 스케줄 관련 사항이 중요도가 높은 반면 만족도가 낮았다. 또한 증가하는 항공교통량으로 인하여 휴무일수 보장에 대한 만족도가 낮은 것으로 분석되었다.

Fig. 3의 객실승무원 분석결과와 기내 휴식시설이 중요도가 가장 높은 반면 만족도가 낮은 것으로 분석

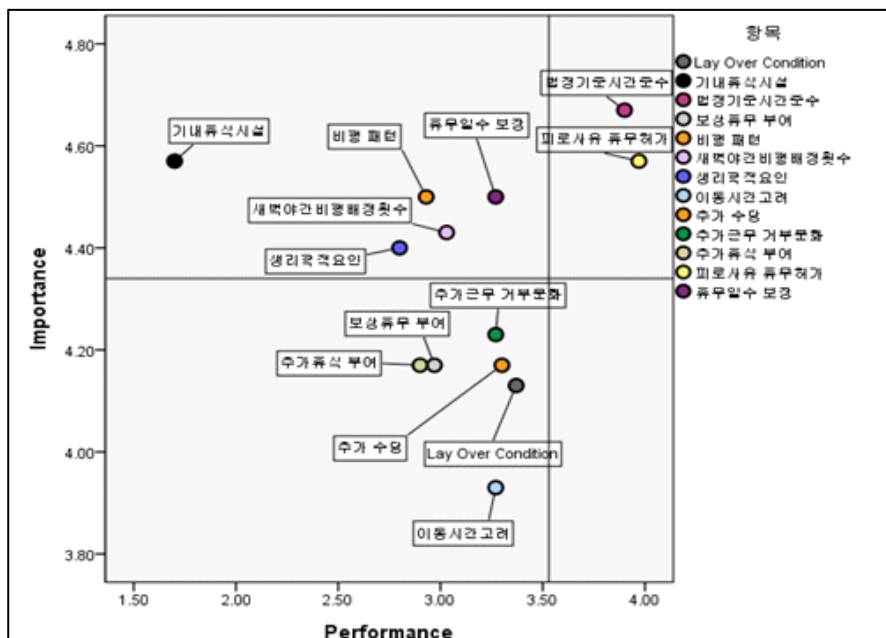


Fig. 2. Flight crew IPA analysis result

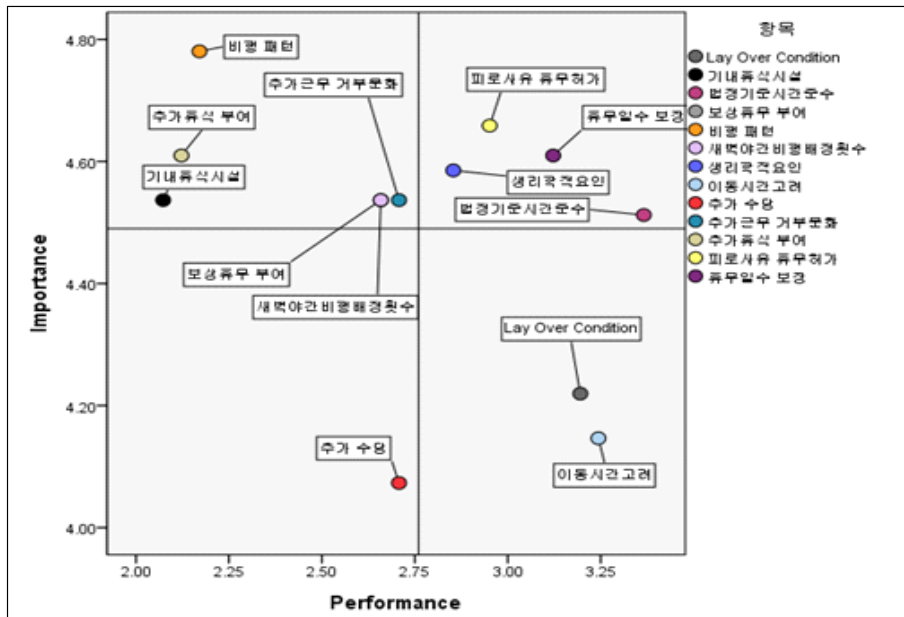


Fig. 3. Cabin crew IPA analysis result 3

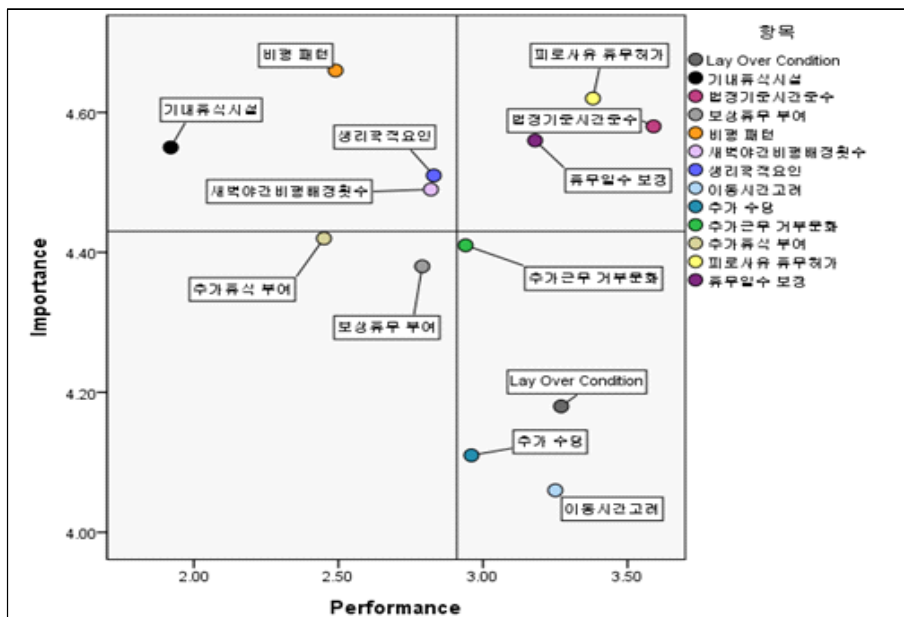


Fig. 4. Comprehensive results of flight and cabin crew IPA analysis

되었고 비행 패턴, 추가휴식의 부여, 새벽·야간 비행 배경 횟수 순으로 중요도가 높은 반면 만족도가 낮은 것으로 분석되었다.

운항승무원의 분석결과와 차이점으로는 추가 근무요청을 거부하는 문화개선이 필요한 것으로 분석되었다 (Fig. 4).

2.3.4 Text mining 분석 결과

다음으로 피로를 가중하게 하는 요인에 대한 주관식 내용을 분석하였다. 먼저, 빈도분석을 수행하였고 이를 바탕으로 사용빈도가 높은 어구에 가중치를 부여하여 각 키워드별 분석을 수행하였다(Fig. 5).



Fig. 6. FRMS improvement and introduction selection attributes

선행연구 및 전문가의 조언에 따르면 설문 항목 수의 약 7배 이상의 설문지가 있는 경우 분석에 가능한 수치로 본 연구에 사용된 설문 부수는 총 116부로 5개 설문 문항의 10배수 이상을 초과하는 숫자로 나타났다(Aczel and Saaty, 1983; 전제형 외, 2015).

Table 9는 운항승무원의 AHP분석 결과를 가중치와 우선순위로 나타내주고 있으며 각 항목의 CR값을 표시하고 있다.

가중치에 따른 우선순위로 피로관리 문화가 가장 높은 가중치(0.476)를 나타내어 1순위로 분석되었고 2순위로 Controlled Rest(0.427), 다음으로 휴식시간(0.401), 비행패턴(0.398)이 미세한 차이를 내며 다음순위로 분석되었고 기내휴식시설(0.366) 피로관리협의체(0.351), 보상휴가제도(0.346) 등의 순으로 나타났다(Fig. 7).

Table 10은 객실승무원의 결과를 가중치와 우선순위로 나타내주고 있으며 각 항목의 CR값을 표시하고 있다.

가중치에 따른 우선순위로 보상휴가제도가 가장 높은 가중치(0.58)을 나타내어 1순위로 분석되었고 2순위로 피로관리문화(0.508), 3순위로 휴식시간(0.481), 4순위로 비행패턴(0.455)로 분석되었고 피로관리협의체(0.36), 비행근무시간(0.323) 등의 순으로 분석되었다(Fig. 8).

Table 11은 종합적 AHP분석 결과를 가중치와 우선순위로 나타내주고 있으며 각 항목의 CR값을 표시하고 있다.

먼저 1계층 속성의 우선순위는 FRMS보증(0.3396), FRMS정책(0.2949), FRMS증진(0.1913), FRMS운영

Table 9. Flight crew AHP weighted value analysis result

1계층 속성	가중치	순위	2계층 속성	가중치	순위
FRMS 정책	0.3359	1	법정시간준수	0.234	3
			휴식시간	0.401	1
			기내휴식시설	0.366	2
			합계/CR	1.000	0.08
FRMS 운영	0.2106	3	비행근무시간	0.279	3
			생리학적으로인	0.323	2
			비행패턴	0.398	1
			합계/CR	1.000	0.09
FRMS 보증	0.2753	2	보상휴가제도	0.346	2
			피로보고제도	0.228	3
			Controlled Rest	0.427	1
			합계/CR	1.000	0.03
FRMS 증진	0.1411	4	피로관리문화	0.476	1
			피로관리교육	0.173	3
			피로관리협의체	0.351	2
			합계/CR	1.00	0.08
합계/CR	1.000	0.05			

전체 CR=0.066.

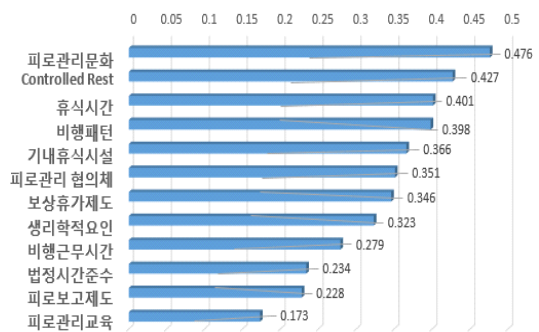


Fig. 7. Comprehensive results of flight crew weighted value analysis

(0.1743)으로 각각 분석되어 FRMS보증 1순위로 분석되었다.

FRMS보증 세부속성 우선순위는 보상휴가제도(0.496), Controlled Rest(0.357), 피로보고제도(0.148)로 분석되었고 FRMS정책의 세부속성 우선순위는 휴식시간(0.449), 기내휴식시설(0.3), 법정시간준수(0.25)로 분석되었다.

Table 10. Cabin crew AHP weighted value analysis result

1계층 속성	가중치	순위	2계층 속성	가중치	순위
FRMS 정책	0.2615	2	법정시간준수	0.261	2
			휴식시간	0.481	1
			기내휴식시설	0.258	3
			합계/CR	1.000	0.09
FRMS 운영	0.1461	4	비행근무시간	0.323	2
			생리학적요인	0.222	3
			비행패턴	0.455	1
			합계/CR	1.000	0.09
FRMS 보증	0.3800	1	보상휴가제도	0.580	1
			피로보고제도	0.217	2
			Controlled Rest	0.203	3
			합계/CR	1.000	0.08
FRMS 증진	0.1977	3	피로관리문화	0.508	1
			피로관리교육	0.132	3
			피로관리협의체	0.360	2
			합계/CR	1.00	0.08
합계/CR	1.000	0.04			

전체 CR=0.0756.

Table 11. Total AHP weighted value analysis result

1계층 속성	가중치	순위	2계층 속성	가중치	순위
FRMS 정책	0.2949	2	법정시간준수	0.250	3
			휴식시간	0.449	1
			기내휴식시설	0.300	2
			합계/CR	1.000	0.09
FRMS 운영	0.1743	4	비행근무시간	0.306	2
			생리학적요인	0.261	3
			비행패턴	0.433	1
			합계/CR	1.000	0.09
FRMS 보증	0.3396	1	보상휴가제도	0.496	1
			피로보고제도	0.148	3
			Controlled Rest	0.357	2
			합계/CR	1.000	0.05
FRMS 증진	0.1913	3	피로관리문화	0.484	1
			피로관리교육	0.227	3
			피로관리협의체	0.289	2
			합계/CR	1.00	0.07
합계/CR	1.000	0.04			

전체 CR=0.0689.

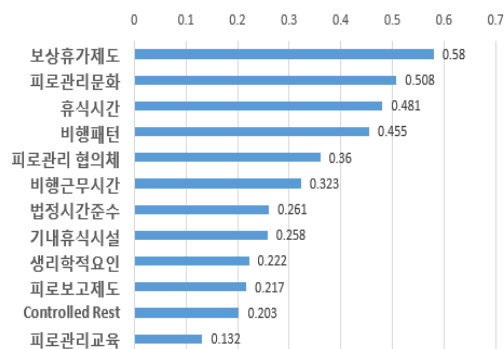


Fig. 8. Comprehensive results of cabin crew weighted value analysis

FRMS증진 세부속성 우선순위는 피로관리문화(0.484), 피로관리협의체(0.289), 피로관리교육(0.227)으로 분석되었고 RMS운영의 세부속성 우선순위로 비행패턴 (0.433), 비행근무시간(0.306), 생리학적요인(0.261)의

순위로 나타났다.

마지막으로 최상위 목적인 FRMS 개선도입에 대한 최하위 계층 속성들이 나타내는 가중치와 우선순위를 확인하기 위해 가중치 종합 분석을 실시한 결과는 Table 12에 나타나 있다.

피로관리 개선·도입 시 각 계층속성별 가중치 상위 그룹을 살펴보면 1순위 응답률(0.139)을 나타낸 보상 휴가제도에 대한 높은 가중치는 일반적인 상황대비 비 정상적인 상황을 해결하고 운항을 종료 할 때까지 발생하는 가중된 피로를 회복하기 위한 추가 휴식시간 배정, 보상휴일 지급, 다음 비행스케줄 조정 등 현재의 시스템의 불완전 작동을 의미한다.

2순위 응답률(0.12)을 나타낸 피로관리문화에 대한 높은 가중치는 비행근무 스케줄에 대한 자유로운 문의, 추가 근무 요청 시 거부 의사의 표시에 자유로운 문화 조성이 빈약한 현실을 반영한다. 피로위험관리는 조직 과 운항승무원 모두가 주체이므로 피로를 감소시킬 수

Table 12. Total overall results of weighted value analysis

순위	계층속성	속성	가중치
1	보증	보상휴가제도	0.139
2	증진	피로관리문화	0.12
3	운영	비행패턴	0.108
4	정책	휴식시간	0.104
5	보증	Controlled Rest	0.086
6	운영	비행근무시간	0.080
7	정책	기내휴식시설	0.078
8	증진	피로관리협의체	0.072
9	운영	생리학적으로	0.065
10	정책	법정시간 준수	0.059
11	증진	피로관리교육	0.058
12	보증	피로보고제도	0.031
	합계	합계	1

전체 CR=0.06.

있는 근무환경 개선을 위해 피로를 자유롭게 보고할 수 있는 조직문화 구축이 안전관리 측면에서 중요하다.

3순위 응답률(0.108)을 나타낸 비행패턴에 대한 높은 가중치는 스케줄 근무를 하는 직무의 특성을 반영하며 피로관리 측면에서 기존에 운영중인 스케줄 패턴에 대한 종사자들의 개선 욕구가 일부 반영된 것으로 분석된다. 특히, 이미 감소된 인력으로 점차 회복되는 국제선 및 국내선 스케줄을 운영하는 실정이기 때문에 주간·야간 켜진 스케줄, 국내선 5 Leg, 국제·국내선 연결편, Ground Time으로 인한 긴 비행근무시간 등의 피로도도 높은 스케줄 패턴이 생성되는 것으로 보인다.

4순위 응답률(0.104)을 나타낸 휴식시간에 대한 높은 가중치는 비행패턴과 동일하게 피로관리 측면에서 기존에 운영 중인 스케줄 패턴에 대한 종사자들의 개선 욕구가 일부 반영된 것으로 분석된다.

중위 가중치 그룹을 살펴보면 5순위 응답률(0.084)을 나타낸 Controlled Rest는 도입하여 운영할 경우, 운항승무원들이 근무 중 각성 상태 유지에 도움이 될 것으로 기대하고 있다고 분석되었다. 다만, 객실승무원 응답과 상당한 격차를 보이는데 이는 고도의 집중력을 유지해야 하는 운항승무원 직무의 특성이 반영된 결과

로 분석된다.

6순위의 응답률(0.080)을 나타낸 비행근무시간은 Show Up부터 비행근무 종료시간 동안 스케줄 운영에 대한 항목으로 Add Crew, 연결편 근무를 위한 육로이동, 대기시간, Ground Time 등 승무시간과 근무를 위한 이동 및 대기 시간들을 포함하고 있다.

7순위의 응답률(0.078)을 나타낸 기내휴식시설은 현재 사례항공사는 단거리 노선 위주로 휴식시설을 운영하고 있지 않아 비행근무 중 피로의 관리가 어려운 환경이며, 기내휴식시설의 운영은 피로의 저감을 위해 효과적인 방안이라는 종사자들의 인식이 반영이 된 것이라고 볼 수 있다.

8순위의 응답률(0.072)을 나타낸 피로관리협의체는 피로관리를 위한 운영자, 종사자가 공동으로 참여하여 신규 노선 및 패턴, 교육, 지원 등 고려사항을 논의하는 협의체 운영과 관련된 항목이다. 기존에 항공사에서 운영하고 있는 회의체 또는 협의체에서 피로관련 사항에 대한 관리가 일부 다루어지고 있으나 미흡한 것으로 판단된다.

하위 가중치 그룹으로 운영의 선택속성 생리학적으로인(0.065), 정책의 선택속성 법정시간준수(0.059)가 미세한 차이로 분석되었고 피로관리교육(0.058), 피로보고제도(0.031)는 상대적으로 중요하지 않은 속성으로 분석되었다.

III. 결 론

항공안전에 영향을 미치는 인적요인(human factor) 관리를 통한 위험관리는 항공기사고를 예방하고 안전한 운항을 보증하기 위해 매우 중요하다. 인적요인은 예측가능한 기계와 달리 인간의 생리적 특성으로 인해 완벽하게 관리하는 것은 매우 어렵다. 특히 피로를 적절하게 관리하지 못하면 상황인식, 의사결정 등에 부정적인 영향을 줄 수 있다.

피로의 정도는 주관적 인식에 따라 다르게 측정되어 개인별 차이가 존재하며 객관적으로 정량화하기 매우 어렵다. 그럼에도 불구하고 인지적, 생리적 특성을 과학적으로 수치화 하고 분석하여 관리가 가능한 형태의 Data로 변환하고 피로가 유발하는 위험을 효과적으로 관리하려는 노력이 계속되고 있다.

국제사회에서는 다양한 연구를 바탕으로 회복정도, 기내휴식시설등급, 출발시간대 등의 요소들을 고려한 FRMS의 기준을 수립하여 운영하고 있다. 그러나 국내

의 경우 대부분 규제당국에서 제정한 법령을 근거로 최소한의 가이드라인만을 충족하여 운영되고 있어 세부적인 정책과 시스템이 미흡한 편이며 피로관리의 의무와 책임을 종사자 개인에게 부여하고 있어 지속적인 피로도 모니터링을 통한 피로위험의식별, 평가, 완화활동과 종사자의 피로를 관리하기 위한 조직의 유연성, 소통의 문화가 미흡한 편이다.

따라서 본 연구에서는 피로관리시스템의 개선방안을 제안하기 위해 국내 피로관리시스템 운영현황, 만족도, 중요도와 개선 요구사항 등을 분석하여 다음과 같은 결론을 도출하였다.

첫째, 항공안전법과 국제표준에서 제시한 기준을 충족하고 개별 항공사 특성이 반영된 피로관리시스템의 제정, 승인, 운영 절차가 필요할 것으로 판단된다. 이를 위해서 직군별 업무특성의 차이를 반영하여 관계당국, 항공사 및 종사자가 모두 공감하는 시스템 운영을 위한 지속적인 모니터링과 개선을 위한 노력이 요구된다.

둘째, 항공안전법 127조, 128조에 명시된 승무시간 등의 예외조항을 보완하여 제도 및 시스템을 개선하고 비정상상황 발생시 근무로 인해 추가로 발생하는 피로 감축에 적용되어야 할 것이다.

셋째, 비승무시간에 발생하는 피로에 대한 효과적인 관리기법의 개발이 필요할 것이며 이는 이동 간에 휴식시설 설치여부, 근무 전 각성에 도움이 되는 식·음료 제공 등을 포함한다. 특히, 휴식시설은 일정한 공간을 점유해야 하므로 의사결정 단계에서 경영진의 높은 안전인식 수준과 결심이 필요한 부분이다. 궁극적으로 해당 분야에 충분한 인력풀을 갖추는 것이 가장 바람직한 개선책이 될 것이다.

넷째, 승무시간 중 피로관리를 위한 Controlled Rest 등의 도입을 검토할 필요가 있다. 다만, 검토 단계에서 충분한 위험평가를 통해 예측되는 위험을 관리하고 저감할 수 있는 대안 마련이 전제되어야 할 것이다. 그럼에도 불구하고 피로관리를 위해 적극적으로 도입을 검토할 필요가 있다.

다섯째, 피로관리시스템을 위한 별도의 전담 조직이 구성되어야 할 것이다. 운영자, 종사자가 공동으로 참여하는 전담조직이 마련되면 신규 노선 및 패턴, 교육, 지원 등 피로관리 현안을 논의하고 개선사항의 신속한 반영이 가능하다. 기존에는 항공사에서 운영하고 있는 안전협의체 등에서 피로관련 사항이 일부 포함되어 다루어졌으나 조직의 신설을 통해 시스템을 통한 과학적이고 체계적인 피로관리가 가능해질 것이다.

지금까지 안전관리시스템에서 중요한 비중을 차지하

고 있고 비슷한 프로세스를 갖추고 작동하는 피로관리시스템의 개선사항에 대하여 고찰해 보았다. 이를 통해 코로나 19 팬데믹으로 초래된 운항환경의 변화에 선제적으로 대응하고 피로측정을 통해 수집된 과학적 data를 활용하여 피로관리시스템을 구축하고 위험관리가 가능함을 확인해보았다. 안전관리를 기반으로 항공사의 발전을 도모하기 위해서 당국의 제한사항 준수와 더불어 자체적인 피로관리시스템의 도입은 훌륭한 대안이 될 수 있을 것이다.

향후 운항승무원과 객실승무원뿐만 아니라 항공종사자의 직무특성을 반영한 피로관리시스템을 개발하는 것이 필요할 것이며 나아가 관리자의 피로관리에 대한 인식수준을 향상하기 위한 연구가 필요할 것이다.

References

1. Senol, Z., and Zeren, F., "Coronavirus (Covid-19) and stock markets: The effects of the pandemic on the global economy", *Avrasya Sosyal ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 7(4), 2020, pp.1-16.
2. Stok, S. C., "Quarantine then and now: Reflections on year of wonders and COVID-19", *ANQ: A Quarterly Journal of Short Articles, Notes and Reviews*, 35, 2022, pp.1-8.
3. Moon, W.-C., Kang, W.-J., Choi, Y.-C., Kim, W.-Y., and Lee, K.-H., "Establishing the importance weights of pilot's fatigue factors through AHP analysis", *Journal of the Korean Society for Aviation and Aeronautics*, 20(3), 2012, pp.68-75.
4. ICAO, "Fatigue Risk Management System (FRMS), ICAO Annex6 part 1", 2010.
5. Akerstedt, T., "Consensus statement: Fatigue and accidents in transport operations", *Journal of Sleep Research*, 9(4), 2000, p. 395.
6. NTSB, "Aircraft Accident Report: Uncontrolled Collision with Terrain American International Airways 808", 1994, pp.6-79.
7. IAC, "Boeing 737-8KN A6-FDN Fatal Accident - Final Report", 2019, pp.1-175.
8. Ministry of Land, Infrastructure and

- Transport, "Flight Safety Regulations for Aeroplanes", 2018, 8.1.2, 8-7.
9. ICAO, "ICAO Doc 9966 Manual for the Oversight of Fatigue Management Approaches".
 10. ICAO, "ICAO. Doc 9859 Safety Management Manual (SMM)", 2017.
 11. Freeze, C., "Fatigue Management Seminar: Pilots and Safety Experts Tackle FAR Part 117. AIR LINE PILOT", 2020.
 12. FAR, 117.3, 117.11, 117.19, 117. 20, 2019.
 13. EASA FTL, "Pub.L.No. Commission Regulation (EU) NO 83/2014 of January 2014", 1, 2014.
 14. Venus, M., Greder, D., and Grosse Holtforth, M., "How professional pilots perceive interactions of working conditions, rosters, stress, sleep problems, fatigue and mental health. A qualitative content analysis", *European Review of Applied Psychology*, 72(3), 2022, p.100762.
 15. CAAS, "Guidance on Fatigue Risk Management for ANR-135 Operations", AC 135-11-1 (Rev 0), 2018.
 16. Lee, K. I., "A study of plans to improve the aviation regulations about pilot flight (duty) time limitations (based on FRMS)", *Journal of the Korean Society for Aviation and Aeronautics*, 25(1), 2017, pp.23-34.
 17. Ministry of Land, Infrastructure and Transport, "IATA Safety Report 2021 Summary", 2021, pp.5-6.
 18. Ministry of Land Transport and Maritime Affairs, "Flight Policy Division-18789", 2022. 1.18.
 19. Airbus, "Flight Operation Manual", 2020.
 20. Airbus, "Cabin Crew Manual", 2021.
 21. Technical Landing, <https://www.rnk.co.kr/news/business/view/2022/10/897416>, Published Oct. 11, 2022; Accessed Oct. 12, 2022.
 22. Simple Flying, Pilot Duty Time, <https://simpleflying.com/qantas-duty-time-regulations/>, Published May 5, 2019, Accessed OCT 4, 2022.
 23. Saaty, T. L., "The Analytic Hierarchy Process", New York: McGraw Hill. International, Translated to Russian, Portuguese and Chinese, Revised edition, Paperback (1996, 2000), Pittsburgh: RWS Publications, 1980.
 24. Aczel, J., and Saaty, T. L., "Procedures for synthesising ratio judgements", *Journal of Mathematical Psychology*, 27(1), 1983, pp. 93-102.
 25. Jeon, J.-H., Song, J.-H., Yoo, S.-J., Lee, J., and Yoo, K.-E., "A study on the transfer passenger quantity enhancement of Incheon International Airport by AHP analysis", *Journal of the Korean Society for Aviation and Aeronautics*, 23(1), 2015, pp.40-50.