

항공교통관제사의 주관적 피로도 인식과 관제업무 완화의 관계성 연구

전종덕*, 이진숙**

*한국교통대학교 비행훈련원

**국토교통부 항공교통본부

e-mail:zzon1129@hanmail.net

A Study of the Relationship between Air Traffic Controllers' Subjective Fatigue and Their Work Mitigation

Jong-Duk Jeon*, Jin-Sook Lee**

*Flight Training Center, Korea National University of Transportation

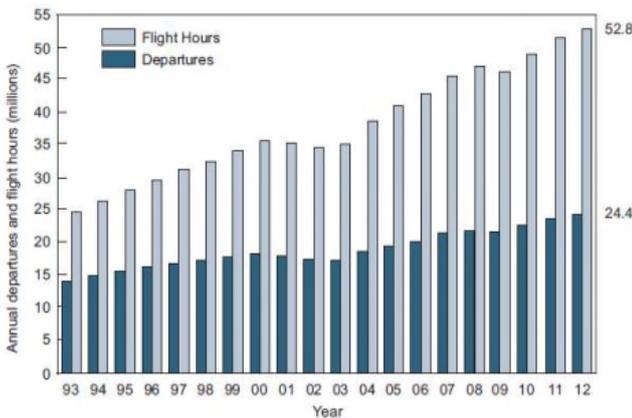
**Air Traffic Management Office, Ministry of Land, Infrastructure and Transportation

요약

본 연구는 지속적으로 증가하는 업무량으로 인해 강한 피로함을 호소하는 항공교통관제사들을 대상으로 그들이 인식하는 피로도와 관제업무 복잡성 완화 전략 간 관계성에 대하여 연구하였다. 항공교통관제사들이 인식하는 피로도를 크게 3가지 잠재변수들로 구분하였으며, 관제업무 복잡성 완화전략은 4개의 잠재변수들로 구분하였다. 공군 및 국토교통부에서 현재 근무 중인 항공교통관제사들을 대상으로 한 실증분석 결과, 집중력 저하 또는 정신 둔함은 관제업무 완화전략에 긍정적인 영향을 미친 반면 물리적 통증은 부정적인 영향을 미치는 것으로 파악되었다.

1. 서론

민간항공 분야 조종사에 대한 피로위험관리는 미국을 중심으로 한 주요 항공 선진국들에서 이미 많이 시행되어왔고 현재도 시행 중이다. 항공교통관제 업무가 매우 높은 수준의 안전업무를 수행하는 일이라는 사실은 운항편수를 보면 알 수 있다(Boeing, 2013).



[그림 1] 글로벌 운항편수 및 비행시간(1993-2012)

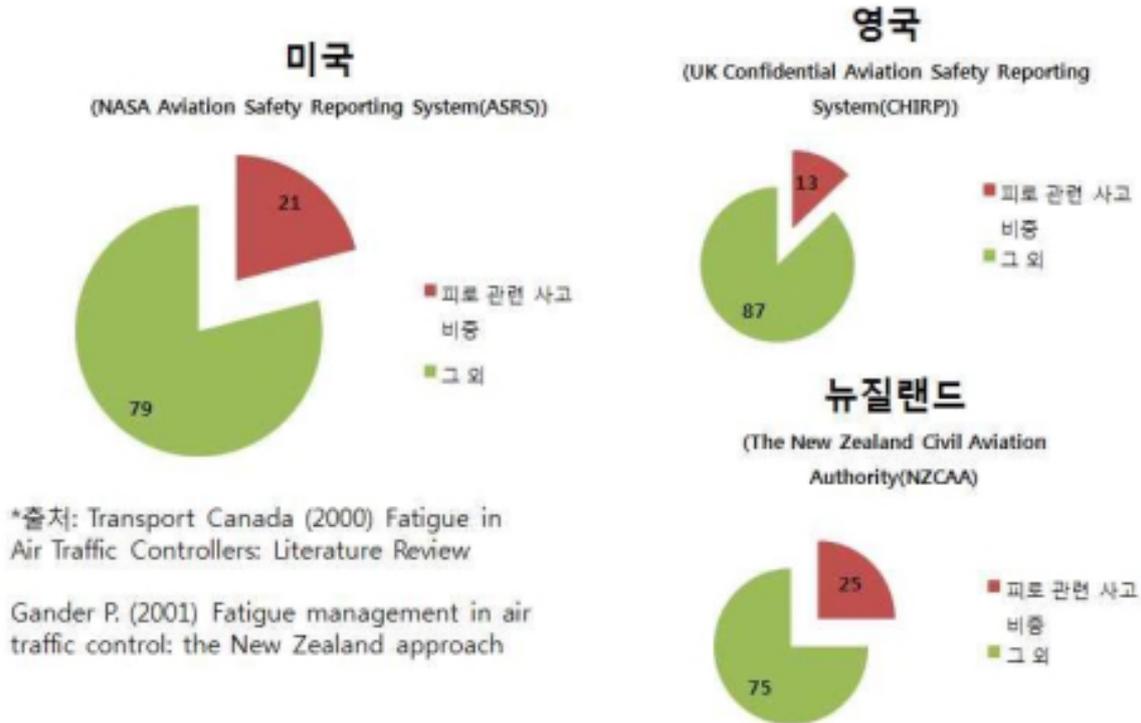
연구자는 최근 들어 지속적으로 증가하는 업무강도 및 업무량으로 인해 강한 피로함을 호소하는 국내 관제사들을 대상으로 그들이 인식하는 주관적 피로도와 관제업무 완화 전략

간 관계성을 실증 분석하고자 하였다. 국내외 선행연구 결과를 바탕으로 연구자는 항공교통관제사들이 인식하는 피로도를 크게 3가지 잠재변수들로 구분하였으며, 관제업무 복잡성 완화전략은 4개의 잠재변수들로 구분하였다.

주관적 피로도 인식과 관제업무 완화전략 간 관계성을 토대로 연구자는 실증분석을 수행하였다. 연구자는 실증분석 결과를 궁극적으로 국내 항공교통관제사들을 위한 피로위험 관리 체계가 중장기적으로 구축되기 위한 기초자료로써 기여하고자 하였다.

2. 피로도

피로라는 단어의 어원은 Fatigare에서 유래되었다, 이는 '지친', '피곤한'과 동의어로 사전적 의미로는 계속된 운동이나 작업등으로 심신 기능이 지치고 저하된 상태를 말하며, 일생을 통해 누구나 한 번 이상은 경험하는 현상이다(Potempa, Lopez, Reid & Lawson, 1986). 국토교통부 운항기술 기준에서 정의한 '피로(Fatigue)'는, 항공기 안전운항 또는 안전관련 근무의 수행에 필요한 승무원의 경계 및 수행능력을 해칠 수 있는 수면부족, 일주리듬의 변동 또는 업무 과부하의 결과로 발생하는 정신적·신체적 수행능력이 저하된 생리적 상태를 말한다(운항기술기준, ICAO Annex 6).¹⁾



[그림 2] 항공교통관제사 피로도 누적으로 인한 관제사고 현황

만성피로는 신체적 정신적 수행능력의 감소와 지속적인 피곤, 에너지 부족 등의 상태이고(Potempa, 1989 & Potempa et al., 1986), 원인이 명확하지 않고 힘든 활동과 관계가 없으며 쉽게 완화되지 않는 특징이 있다(Piper et al., 1989).

3. 업무 복잡성 완화전략

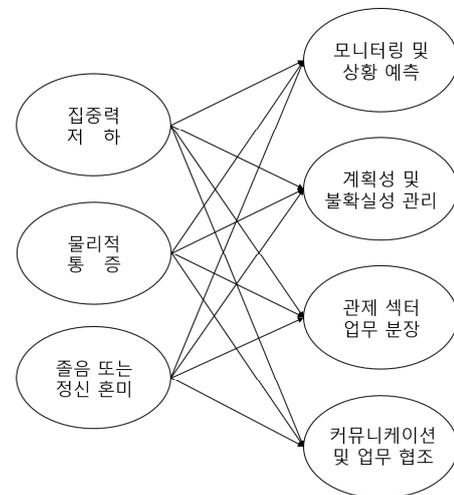
조직에서 업무를 처리하는 과정은 계속해서 변화하고 있다. 산업화 초기 직무환경은 단순 노동을 중심으로 이루어졌지만, 서비스 및 지식 중심으로 산업이 변화함에 따라 직무환경은 더욱 복잡해지고 있다. 이러한 환경변화는 구성원들이 학습해야 하는 지식의 증가를 의미하며, 이러한 변화로 인해 스트레스 요인 또한 계속해서 증가하고 있는 추세이다(Ivancevich & Matteson, 1994).

일반적으로 스트레스는 일시적인 것으로써 시간이 지나면 이전의 상태로 적응하는 상태로 돌아갈 수 있지만, 탈진감으로 빠져들면 다시 이전 적응상태로 돌아가는 것은 힘들다.(Schaufeli & Enzmann, 1988). 관제업무 복잡성 완화를 위

해 관제사가 복잡한 교통 상황에 대응하며, 업무 수행 상의 적응을 실현해 가는 데에 중점을 둔 전략 분류에 대하여 검토하여, 이를 발전시켰다. 동 분류 체계는 크게 1) 계획성 및 불확실성 관리, 2) 모니터링, 3) 커뮤니케이션 및 4) 업무 분장으로 구분된다.

4. 실증 분석

피로도 및 업무 복잡성 완화전략 관련 국내외 선행연구들을 바탕으로 다음과 같이 연구모형을 구성하였다.



[그림 3] 연구 모형

1) ICAO Annex 6 Operation of Aircraft : Fatigue. A physiological state of reduced mental or physical performance capability resulting from sleep loss or extended wakefulness, circadian phase, or workload (mental and/or physical activity) that can impair a crew member's alertness and ability to safely operate an aircraft or perform safety-related duties.

우선 표본에 대한 인구통계학적 분석 결과 남자는 135명(63.1%), 여자는 79명(36.9%)로 응답자들 중 여성보다 남성의 비율이 높았다. 국토교통부는 여성 근무자 비중이 높지만 공군의 경우 남성의 비중이 압도적으로 높았기 때문인 것으로 사료된다.

둘째, 연령대를 분석한 경우 50대 이상 항공교통관제사의 비중이 가장 낮은 5.6%로 분석되었다. 반면 40대 이상 관제사가 24.3% 그리고 30대 이상 관제사가 34.6%였으며 20대 관제사가 35.7%로 연령이 낮아질수록 응답 비중이 높았던 것으로 분석되었다. 이러한 결과 역시 공군의 경우 군 복무를 하는 20대 남성의 비중이 높았기 때문인 것으로 판단된다.

아울러 재직기간에 대한 설문조사 결과 1년에서 5년이라고 응답한 비중이 34.6%였고 10년 이상이라고 응답한 비중 역시 35.0%로 가장 높았다. 공군의 경우 5년 미만 근무하는 부사관 계급이 관제특기로 근무하기 때문인 것으로 판단되며, 10년 이상이라고 응답한 응답자들은 대부분 국토교통부 소속 관제사들이었던 것으로 파악되었다.

[표 1] 확인적 요인분석 모형적합도

CMIN	df	CMIN/df	p-value	NPAR
495.224	288	1.720	.000	90
RMR	GFI	AGFI	PGFI	NFI
.050	.834	.803	.783	.838
RFI	IFI	TLI	CFI	RMSEA
.803	.925	.907	.924	.062

구조방정식 분석에 앞서 확인적 요인분석 모형의 전체 적합도를 나타내는 CMIN/df 계수는 1.720으로서 사회과학 분야에서 일반적으로 수용할만한 수준인 3.0 미만 또는 우수한 적합도를 상징하는 2.0 이하의 매우 낮은 적합도 계수를 보여주었다. 1.720은 높은 수준의 적합도로 판단할 수 있는 2.0보다 낮은 계수값이다. 연구자는 상기 확인적 요인분석 모형의 적합도는 전반적으로 매우 우수하다고 판단하였다.

기타 증분적합지수들도 비록 GFI가 .834로 0.9 미만이었지만, 수용할 만한 수준인 .9에 매우 근접하였다고 판단된다. 그 외에도 기타 적합도 지수들이 .9에 근접하거나, IFI .925, TLI .907, CFI .924 등으로 수용할 만한 수준인 .9를 상회하는 것으로 분석되었다. 아울러 RMR은 보통 .5 이하이면 수용할 만한 수준으로 본다. 표4.12에는 RMR .050으로 분석되었다. RMSEA 계수에 대한 분석결과는 .062로 나타나 수용할 만한 기준치인 .08 미만 보다 훨씬 낮으면서 우수한 수준의 적합도 기준인 .06에 근접하는 것으로 분석되었다.

[표 2] 확인적 요인분석 결과

잠재변수	beta	S. E	C. R.	p
계획성 및 불확실성 관리	1.000	-	-	-
	1.167	.138	8.435	***
	1.202	.145	8.279	***
커뮤니케이션 및 업무협조	1.000	-	-	-
	.954	.127	7.513	***
	.895	.120	7.461	***
모니터링 및 예측	1.000	-	-	-
	.952	.143	6.662	***
	1.112	.154	7.237	***
집중력 저 하	1.000	-	-	-
	.983	.064	15.236	***
	1.076	.074	14.563	***
물리적 통 증	1.000	-	-	-
	1.195	.100	11.893	***
	1.037	.083	12.461	***
졸림 또는 정신 혼미	1.000	-	-	-
	.862	.062	13.920	***
	.947	.060	15.745	***

관제업무 완화전략을 구성하는 총 4개의 잠재변수들 중에서 ‘섹터별 업무분장’은 확인적 요인분석 모형의 전체 적합도를 저해하는 것으로 연구자가 판단하여, 경로분석을 위한 잠재변수로 선택하지 않았다. 따라서 총 6개의 잠재변수들을 대상으로 경로분석을 수행하였다.

[표 3] 경로분석 모형적합도

CMIN	df	CMIN/df	p-value	NPAR
533.092	331	1.771	.000	75
RMR	GFI	AGFI	PGFI	NFI
.056	.815	.793	.764	.825
RFI	IFI	TLI	CFI	RMSEA
.900	.915	.902	.914	.064

전체 적합도를 나타내는 Chi-square 계수는 536.092 이고 CMIN/df는 1.771로 분석되어 경로분석 모형은 수용할 만한 수준인 3.0 보다 훨씬 낮은 매우 높은 수준의 적합도를 갖고 있는 것으로 파악되었다. 기타 증분적합지수들도 비록 GFI가 .815로 0.9 미만이었지만, 수용할 만한 수준인 .9에 매우 근접한 것으로 판단된다. 그 외에도 기타 계수들이 .9에 근접하거나, IFI .915, TLI .902 및 CFI .914 등으로 수용할 만한 수준인 .9를 초과한 높은 수준의 적합도를 갖고 있는 것으로 분석되었다. 마지막으로 RMSEA 계수에 대한 분석결과는 .064로 나타나 수용할 만한 수준인 .08 미만의 높은 수준의 적합도 계수를 확인하였다.

[표 4] 경로분석 결과 (신뢰수준 95%)

인과적 경로		beta	S. E.	C. R.	p	
졸림/ 정신혼미	→	모니터링 및 상황예측	2.405	1.132	2.125	.034
집중력 저하	→		2.839	1.551	1.831	.067
물리적 통증	→		-7.196	3.385	-2.126	.034
집중력 저하	→	커뮤니케이션 및 업무협조	2.650	1.398	1.896	.058
집중력 저하	→	계획성 및 불확실성관리	2.516	1.308	1.924	.054
물리적 통증	→		-6.108	2.853	-2.141	.032
물리적 통증	→	커뮤니케이션 및 업무협조	-6.554	3.048	-2.150	.032
졸림/ 정신혼미	→	커뮤니케이션 및 업무협조	2.183	1.022	2.137	.033
	→	계획성 및 불확실성관리	1.996	.956	2.088	.037

표 4는 구조방정식 모형을 이용한 잠재변수들 간 경로분석 결과를 보여주고 있다. 구조방정식 분석 결과 항공교통관제사들이 인식하는 주관적 피로도는 관계업무 완화전략에 모두 긍정적 또는 부정적으로 95% 신뢰수준에서 유의한 영향을 미치는 것으로 파악되었다.

5. 결 론

구조방정식을 이용한 실증분석 결과 항공교통관제사들이 인식하는 주관적 피로도가 관계업무 완화전략에 95% 신뢰수준에서 유의미한 영향을 미치는 것으로 분석되었다. 피로도는 매우 주관적인 요인이기 때문에 객관적으로 또는 의학적으로 정확하게 측정하기 힘든 것으로 알려져 있다. 이러한 상황에도 불구하고 항공교통관제사들의 적극적인 설문 참여 및 다양한 국내외 선행연구 모형을 바탕으로 한 구조방정식 모형설계 덕분에 주관적 피로도 인식이 관계업무 완화전략에 어떠한 정(+)의 또는 부(-)의 영향을 미치는 지 실증적인 인과관계를 파악할 수 있었다.

특히 국내 항공교통관제사들은 증가하는 업무의 강도 및 업무량으로 인해 집중력 저하, 졸림 또는 정신 혼미함 등의 정신적 피로를 호소하고 있는 것으로 파악되었다. 이러한 피로도를 개선하기 위해 중장기적으로 항공교통관제사를 위한 피로위험에 대한 관리체계 구축이 필요할 것으로 사료된다.

이 논문은 전종덕의 2020년도 박사 학위논문의 데이터를 활용하여 재구성하였습니다.

참고문헌

- [1] Potempa, K., Lopez, M., Reid, C., & Lawson, L. (1986). Chronic fatigue. Image, *Journal of Nursing Scholarship*, Vol. 18, No. 4, pp.165-169.
- [2] Piper, B. F., Lindsey, A. M., Dodd, M. J., Ferketich, S., Paul, S. M., & Weller, S. (1989). The development of an instrument to measure the subjective dimension of fatigue. In *Management of Pain, Fatigue and Nausea* (pp. 199-208). Macmillan Education UK.
- [3] Ivancevich, J. M., and Matteson, M. T. (1994). *Organizational behavior and management* (3rd ed.). Homewood, IL: Richard D. Irwin.
- [4] Schaufeli, W. B. & Enzmann, D. (1988). *The Burnout Companion to Study and Practice: A Critical Analysis*. London: Talyor & Francis.