

APU 소음이 램프 근로자들에게 미치는 영향

박성제
국방기술품질원

Effects of APU Noise on Employees on the Ramp

Sung-Jae Park

Defence Agency for Technology and Quality

요약 본 논문은 APU 소음이 램프 근로자들의 업무 효율이나 스트레스에 어떠한 영향을 미치는지 연구하기 위해 진행되었다. 본 연구를 위하여 우선 공항 램프 근로자들에게 설문조사를 실시하였으며, 그 결과를 분석하였다. 설문조사의 주요 내용은 기초조사를 포함한 램프에서의 항공기 APU 소음이 근로자들에게 미치는 영향과 항공기 APU 소음과 스트레스와의 상관관계, 마지막으로 항공기 APU 사용시간제한에 관한 설문조사를 실시하였다. 설문조사 결과에 따르면, 설문 대상은 남성이 여성보다 많은 86%를 차지하고 있었으며, 응답자 중 80% 이상이 15년 미만 근로자들로 집계되었다. 설문조사의 직업군은 항공정비사 41명, 지상조업(수화물 담당, 배수 서비스, 폐기물 서비스) 70명, 승무원 담당 19명, 램프관리 18명, 기내식 서비스 12명으로 총 160명으로 집계 되었다. APU 소음에 대해 74%는 APU 소음이 항상 시끄럽게 느껴진다고 응답하였으며, 26%는 가끔 시끄럽게 느껴진다고 응답하였다. 또한, 약 85%의 응답자는 APU 소음으로 인해 신경이 예민해지고 스트레스를 받고 있다고 느끼고 있었으며, 대부분의 응답자가 APU 소음으로 업무 효율이 떨어지고 있다고 응답하였다. 따라서 본 논문은 램프 근로자들의 설문조사 결과를 바탕으로 회귀분석과 카이스퀘어 분석을 이용해 APU 소음과 업무 영향성, 그리고 스트레스와의 관계를 비교 분석하여 연구를 진행하였다.

Abstract This study examined how the APU noise of an aircraft influences the work efficiency and stress of airport ramp workers. A survey of airport ramp workers was conducted and the results analyzed. In the demographic analysis, men outnumbered women - accounting for 86% of the survey target - and 80% of the respondents were found to be employees with less than 15 years of work experience. The occupational cluster of the total of 160 respondents included 41 aircraft maintenance workers, 70 ground staff (Cargo, Water and Waste services), 19 ramp coordinators, 18 ramp controllers and 12 catering Service workers. The ground staff were the most prevalent, constituting 44% of the occupational cluster. Regarding the APU noise, 74% of the respondents answered that the environment was "always noisy", while 26% answered that it was "sometimes noisy". 85% answered that they are sensitive to and put under stress by the APU noise, while the majority of the respondents answered that the APU noise degrades their work efficiency.

In conclusion, this study examined the effect of APU noise on the work efficiency and stress of airport ramp workers by analyzing the survey data by Regression and Chi-square analysis.

Keywords : Aircraft, Noise, APU, Ramp, Stress

1. 서론

소음이란 원하지 않는 소리 또는 불쾌하다고 느끼는

소리라고 정의할 수 있다[1]. 소음은 인간에게 정신적, 육체적으로 영향을 주는 소리로 그 정도에 따라 다양한 형태의 질병을 일으키기도 한다. 특히 소음은 정신적인

*Corresponding Author : Sung-Jae Park(DTaQ)

Tel: +82-55-741-5841 email: sjpark@dtaq.re.kr

Received May 17, 2016

Accepted July 7, 2016

Revised (1st June 24, 2016, 2nd July 6, 2016)

Published July 31, 2016

스트레스를 유발하기 때문에 심적 장애를 일으키는 원인이 되고 있다. 최근에는 중간소음으로 인한 주민과의 갈등으로 다양한 사건사고가 발생하고 있으며, 이를 통해 소음문제가 사회적으로 큰 이슈가 되기도 한다.

인간은 약 85dB 이상의 소음에 장시간 노출 될 경우 청력에 손상이 갈 수 있으며[2], 아드레날린과 같은 스트레스 호르몬의 증가로 다양한 질병을 일으킬 수 있다. 따라서 소음으로 인한 정신적인 피해는 과거부터 현재까지 중요한 문제로 대두되고 있다.

소음은 학교나 공사현장 또는 공항 등과 같이 다양한 곳에서 발생한다. 특히 공항에서 발생하는 항공기 소음은 특수한 형태의 소음으로 항공정비사와 같은 공항 근로자나 공항주변에 사는 지역주민에게 지속적으로 노출이 되고 있다. 또한, 항공기소음은 엔진, 보조동력장치(Auxiliary Power Unit, 이하 APU), Air-Pack과 같은 다양한 곳에서 발생하고 있으며, 이와 관련된 항공기 소음에 관한 연구는 지속적으로 진행되고 있다.

최근 영국 히드로(Heathrow) 공항 주변에 살고 있는 주민을 조사한 결과 몽유병이나 우울증을 가지고 있는 환자가 높다는 연구 결과가 나왔으며[3], 이탈리아 엘마스(Elmas) 공항 주변에서는 과거 정신과에서 진단받은 환자가 많은 것으로 나타났다[4]. 그러나 항공기 소음으로 인해 공항 주변에 사는 사람들이 정신적인 스트레스가 높다는 과학적 근거가 많이 밝혀지지 않아 지속적인 연구가 더 필요하다.

항공기 소음은 크게 엔진 소음과 APU 소음으로 나눌 수 있다. APU는 항공기의 추력을 제외한 나머지 동력을 공급하는 장치로 소형 가스터빈엔진으로 구성되어 있으며, 이륙전 램프에서 대기 시 동력 공급을 위해 주로 많이 사용된다. APU는 작동시 90dB 이상의 소음이 발생되어 장시간 노출 시 청력 장애를 가지고 올 수 있다. 따라서 공항 램프에서 근무하는 근로자들은 램프에서 근무 시 귀마개나 귀덮개와 같은 보호 장구를 항상 착용하고 있다.

항공기 소음에 대한 연구는 엔진에 대한 연구가 대부분이며, APU 소음이 램프 근로자들에게 주는 영향에 대한 연구는 소홀히 하였다. 이에 따라 본 연구는 인천공항 활주로 부근 램프에서 근무하고 있는 근로자들을 대상으로 항공기 APU 소음이 램프 근로자들에게 어떠한 영향을 주는지 설문지를 이용해 알아보고자 하였다.

2. 이론적 배경

2.1 소음별 영향도

소음은 일상적 소음, 특이한 소음, 매우강한 소음으로 분류되며, Fig. 1에 나타난 아이싱(Ising) 모델과 같이 소음 등급별로 발생하는 스트레스 정도가 다르다[5]. 또한, 소음도별로 인체에 주는 영향이 다르며, 각 단계별로 인체에 주는 영향은 Table 1과 같다. Table 1에 나타나 있듯이, 인간은 80dB 이상의 소음에 노출 될 경우 스트레스가 증가하고, 청력이 손실되기 시작한다.

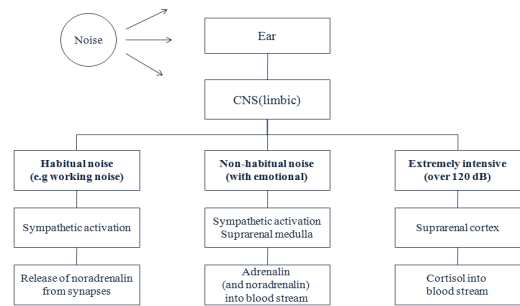


Fig. 1. Noise Stress Model - Icing 1990 [5]

Table 1. Effect of noise on human [6]

Noise Level(dB)	Effect to the human body
50	Breathing and pulse rate increased during long exposures
60	Disturbed sleep
70	Peripheral vascular contraction beginning
80	Stress increased, Hearing loss beginning
90	The quantity of urine increased
100	Blood sugar increased, Sex hormones decreased
110	Temporary hearing loss
120	Hearing impairment
130	Ruptured eardrum

2.2 APU 소음도

대부분의 대형 항공기의 APU는 Fig. 2와 같이 항공기 꼬리날개 아랫부분에 위치해 있으며, APU 작동 시 70dB 이상의 소음이 항공기 주위로 전달된다. 특히 선적요원과 지상요원(Ground Staff)에게 가장 많은 소음이 전달되며, 소음도는 약 84dB에서 최대 115dB 이다. 또한, 기내식 운반요원이나, 수화물(Cargo), 배수(Water), 폐기물(Waste) 서비스 담당요원과 같은 기타 지상 근무자들에게 전달되는 소음도는 약 70dB에서 최대 110로[7] 이는 보호장구 미 착용시 청력손상을 유발 시킬 수 있는 수치이다.

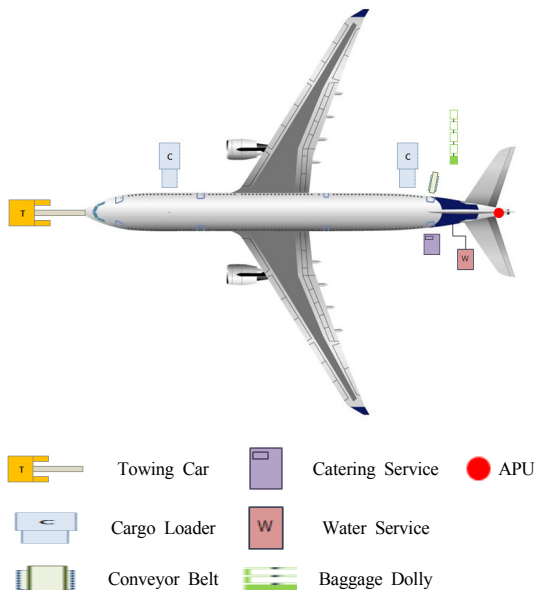


Fig. 2. Position of the APU and equipments around aircraft [7]

3. 연구대상 및 방법

3.1 연구대상

본 연구는 인천국제공항 램프에서 근무하는 근로자들을 대상으로 이루어졌다. 소음노출군의 직업군은 항공정비 41명, 지상조업(수화물 34명, 급유 10명, 지상장비관리 10명, 배수(Water) 서비스 8명, 폐기물(Waste) 서비스 8명) 70명, 승무원 담당 19명, 램프관리 18명, 기내식 서비스 12명으로 총 160명이 본 연구 분석을 위한 대상으로 선정되었다. 소음노출에 대한 설문조사는 2016년 1월 12일부터 2016년 2월 15일까지 실시되었으며, 총 27 항목에 대하여 설문조사를 실시하였다.

설문 응답자의 성별로는 남자가 86%, 여자가 14%로 집계되었다. 연령별로 40대가 38%로 가장 많이 나타났으며, 30대 33%, 50대 19%, 20대 11% 순으로 나타났다. 직무별로는 Fig. 3과 같이 항공정비 26%, 지상조업 44%, 승무원 담당 12%, 램프관리 11%, 기내식 서비스 8%로 나타났으며, 공항 램프에서 근무한 경력으로는 Fig. 4에서 보는바와 같이 5년 미만인 25%, 5년 이상 10년 미만이 33%, 10년 이상 15년 미만이 23%, 15년 이상 20년 미만이 11%, 20년 이상 8%로 전체 응답자중 80% 이상이 15년 미만 근로자들로 집계되었다.

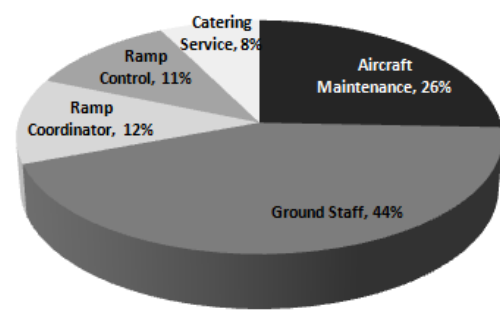


Fig. 3. Ratio of Group

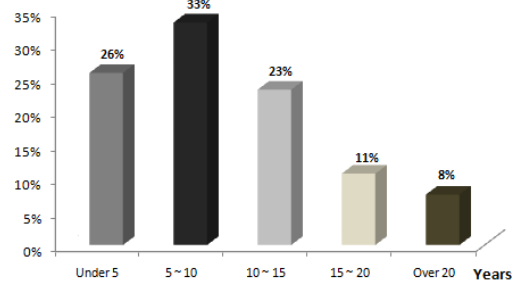


Fig. 4. Work Experience

3.2 분석방법

본 연구를 통해 얻은 데이터는 엑셀을 통해 분석하였다. 먼저 APU 소음에 따른 업무 영향도에 대해 비교·분석하였다. 또한 APU 소음과 스트레스와의 관계, 그리고 APU 소음 노출에 따른 근로자들의 스트레스와의 관계에 대해 회귀분석과 카이스퀘어검증을 이용해 비교 분석하였다.

3.3 연구결과

3.3.1 APU 소음노출에 따른 업무 영향도 분석

APU 소음 노출에 따라 램프 근로자들 업무에 어떠한 영향을 주는지 알아보기 위해 우선 APU 소음에 대한 조사를 실시하였다. “APU 소음이 시끄럽게 느껴지십니까?” 라는 질문에 전체 응답자의 74%가 “항상 그렇다”라고 답변하였으며, 26%가 “가끔 그렇다”라고 답하였다.

이를 바탕으로 APU 소음에 따른 업무 영향도에 대해 분석하였다. 업무 영향도 영역에서는 Fig. 5에서 보는바와 같이 APU 소음에 따라 의사전달 실수($p=0.049$), 업무 실수($p=0.044$), 업무 효율 감소($p=0.023$), 난청증세

(n=160)	Always	Sometimes	Normal	Never	p-value
APU is too noisy	74%	26%	-	-	N/A
Work concentration	54%	36%	9%	-	0.347
Communication problems	49%	43%	9%	-	0.314
Communication mistakes	21%	53%	21%	6%	0.049
Work mistakes	16%	48%	37%	-	0.044
Work effectiveness	32%	46%	22%	-	0.023
Auditory Function	44%	42%	14%	-	0.095
Hypacusis	6%	48%	46%	1%	0.050
Visiting Hospital	Yes = 18%		No = 82%		N/A

Fig. 5. Response of aircraft APU noise on the ramp

	Always	Sometimes	Normal	Never	p-value
Stress caused by APU noise	38%	47%	13%	3%	0.005
Angry	4%	38%	37%	21%	0.435
Sometimes annoy	12%	42%	33%	13%	<0.001
Feeling bad after work	7%	37%	54%	2%	0.050
fussy	9%	51%	38%	2%	0.002
Lethargy	15%	43%	35%	7%	0.415
Out of quiet	3%	36%	44%	17%	0.029
Best condition	-	16%	58%	26%	0.436
Out of control feeling	18%	43%	43%	39%	0.542
Stress decreased(if APU none)	51%	39%	7%	4%	N/A

Fig. 6. effect of aircraft APU noise on employees

($p=0.050$) 4개 영역에서 통계적으로 유의하게 나왔으며, 이 결과를 통해 공항 램프 근로자들이 APU 소음으로 업무에 일부 영향을 받고 있는 것으로 나타났다.

하지만 업무 집중도, 의사소통 문제, 청각 기능 저하에 대한 통계는 APU 소음과의 관계에서 유의하지 않아 APU 소음 이외에 추가적인 요소들이 존재할 가능성이 있음을 시사하고 있다.

3.3.2 스트레스 조사 및 영향도 분석

항공기 APU 소음이 공항 램프 근로자들 심리에 어떠한 영향을 미치고 있는지 알아보기 위해 총 10가지 항목을 조사·분석하였다.

우선 Fig. 6과 같이 “APU 소음으로 인해 신경이 예민해 지고 스트레스를 받고 있다고 느끼십니까?”라는 질문에 38%의 응답자가 항상 스트레스를 느끼고 있다고 응답하였으며, 47%의 응답자는 가끔 느낀다, 13%는 보통이다, 3%는 전혀 없다고 답하였다.

이를 바탕으로 APU 소음에 대한 스트레스와 근로자

들의 심리적인 상태와의 영향성을 분석하였다. APU 소음으로 종종 짜증이 난다($p<0.001$), 퇴근 후에도 기분이 좋지 않다($p=0.050$), 업무 중 사소한 일에 신경질적이다($p=0.002$), 업무에 침착하지 못하다($p=0.029$) 4개 영역에서 통계적으로 유의하게 나타났으며, “APU 소음으로 종종 짜증이 난다”는 항목과 “업무 중 사소한 일에 신경질적이다”는 항목이 통계적으로 유의하게 높았다.

이 결과를 통해 APU 소음으로 인한 스트레스는 근로자들의 심리적인 상태에 일부 영향을 주는 것으로 나타났다.

3.3.3 APU 사용에 대한 조사결과

추가적으로 APU 사용시간 제한 및 대체 장비 사용에 대한 항목에 대해 설문조사를 실시하였다.

Fig. 7에서 보는 바와 같이 “APU 사용시간 제한을 두어야 된다고 생각하십니까?”라는 질문의 결과로 43%가 “매우 필요하다”라고 응답하였으며, 응답자의 41%는 “필요하다”라고 응답하였다.

또한, “APU를 대체하기 위해 지상장비를 활용해야 한다고 생각하는가?”라는 질문에는 Fig. 8에서 보는바와 같이 49%가 “매우 필요하다”고 응답하였으며, 41%는 “필요하다”고 응답하였다.

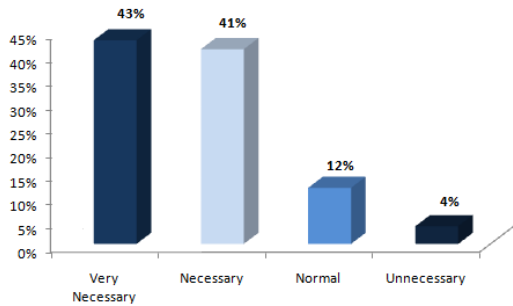


Fig. 7. Views on APU operating restrictions

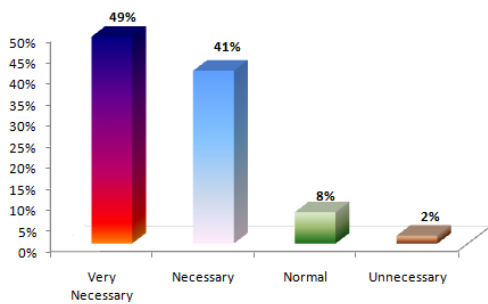


Fig. 8. Views on using ground equipment

4. 향후 연구 방향

4.1 APU 운영시간

최근 10여 년간 국내외 여행 수요 증가와 항공시장의 세계화로 여객 운송 실적이 지속적으로 증가하고 있다 [8]. 또한 인천 국제공항에는 하루 평균 830여대의 항공기가 이착륙을 하고 있으며, 연간 30만대의 항공교통량을 보여주고 있다. 이러한 항공 교통량의 증가로 항공기가 공항 램프에서 대기하는 대수는 점차적으로 증가 될 것이며, 이에 따른 항공기 소음도 함께 증가 될 것이다.

최근 항공 온실가스 감축에 관한 연구를 통해 APU 사용시간 제한은 APU 수명연장과 연료사용감소로 온실가스 저감효과를 가지고 올 수 있다는 결과가 나온바 있다. 또한, 북경공항(PEK)은 공항당국 권고에 따라 항공기가 램프에 주기되어 있을 경우 의무적으로 지상전원장

치(Ground Power Unit, 이하 GPU)와 같은 지상 장비를 [9] 사용하여 APU 사용을 억제하고 있다. 따라서 국내 공항에서도 APU 운영시간을 제한할 수 있도록 법과 규제의 보완이 필요하며 이에 따른 추가 연구가 진행되어야 할 것이다.

현재 인천국제공항의 AC-GPS(전원 공급장치)는 여객터미널과 탑승동에 약 104대가 설치되어 있으며[10] 지상조업사에서는 GPU 장비를 보유하고 있다. 따라서 항공기가 램프에 주기되어 있을 시 지상 장비나 전원 공급장치를 활용한다면 APU 소음으로 인한 근로자들의 스트레스 증가와 업무효율 감소를 예방할 수 있으며, 뿐만 아니라 항공기 연료를 절감할 수 있는 효과가 있어 지상 장비 활용을 통한 APU 사용감소 및 제한에 대한 추가 연구가 필요할 것이다.

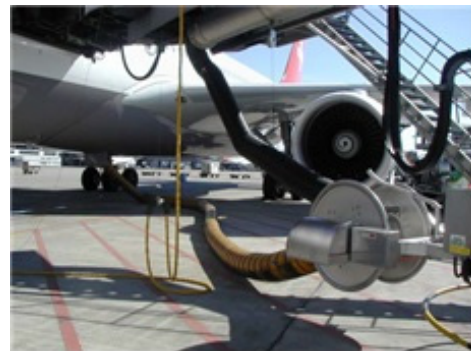


Fig. 9. Fixed ground power systems under bridge [11]



Fig. 10. GPU for electrical power [11]

5. 결론

본 논문에서는 설문조사를 통해 APU 소음이 공항 램

프 근로자들에게 미치는 영향에 대해 조사·분석을 실시하였다.

본 연구를 통해 항공기 APU 소음이 램프 근로자들 업무에 영향을 줄 수 있다는 것을 알 수 있었으며, APU 소음으로 인한 스트레스와 심리적인 부분에도 일부 영향을 주고 있는 것을 알 수 있었다. 추후 연구에서는 APU 소음 이외에 추가적인 소음에 대한 연구 및 조사, 그리고 APU 소음 감소를 위한 연구가 필요할 것이라 여겨진다.

또한, 최근 항공 교통량 증가에 따른 항공기 APU 소음 증가가 램프 근로자들에게 영향을 미칠 수 있다는 사실을 인식하고 이를 개선 할 관련 규정이나 법률 보완이 반드시 필요 할 것이다.

References

- [1] K.S. Kim, "Hearing Loss. In: Occupational Disease(translated by Yu KY)", Gyeochuk Munwhasa. Seoul, pp. 319-340, 2007.
- [2] K.Y. Yu, J.B. Park, K.B. Min, C. Lee, H.G. Kil, Y.R. Jung, K.J. Lee, "Effects of Aircraft noise on Children's Mental Health: Data from the Health Survey of Inhabitants in the Vicinity of Gunsan Airport", *Korean Journal of Occup Environ Med*. 2010: 22(4), pp. 298-306, 2010.
- [3] A. Tarnopolsky, G. Watkins, D.J. Hand, "Aircraft noise and mental health: I. Prevalence of individual symptoms. Psychol Med", *Cambridge Univ Press*, ;10(4), pp. 683-698, 1980.
- [4] M.C. Hardoy, M.G. Carta, A.R. Marci, "Exposure to aircraft noise and risk of psychiatric disorders; the Elmas survey", *Soc Psychiatry Psychiatr Epidemiol*, 40(1), pp. 24-26, 2005.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s00127-005-0837-x>
- [5] J.H. Lee, "A study on health of noise", *Department of Occupational and Environmental Medicine, College of Medicine*, pp. 12-13, 2011.
- [6] National Noise Information System, Available From: <http://www.noiseinfo.or.kr/about/info.jsp?pageNo=962> (accessed May. 5, 2016)
- [7] F. Gugliermetti, F. Bisegna, A.C. Violante, C. Aureli, "Noise exposure of the ramp's operators in airport apron", *International Congress on Acoustics*, pp23-27, 2010.
- [8] H.M. Hwang, M.R. Kim, "The relationship of quality of sleep, fatigue and job stress of airlines international flight attendants in full service carriers", *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society*, Vol. 16, No. 10 pp. 7013-7020, 2015.
DOI: <http://dx.doi.org/10.5762/KAIS.2015.16.10.7013>
- [9] Boeing, Available From: <http://www.boeing.com/resources/boeingdotcom/commercial/noise/beijing.html>, (accessed May. 15, 2016)
- [10] Incheon Airport, "Green Insight 2014", *LACP, Vision Award*, 2014
- [11] Emanuel Fleuti, Peter Hofmann, "Aircraft APU Emissions at Zurich Airport", *UNIQUE*, 2005.

박 성 제(Sung-Jae Park)

[종신회원]



- 2012년 2월 : 한국항공대학교 항공기시스템공학과 (공학학사)
- 2014년 8월 : 일리노이주립대학교 MBA (경영학석사)
- 2011년 8월 ~ 2013년 8월 : 캐세이퍼시픽항공 항공정비사
- 2014년 12월 ~ 현재 : 국방기술평가원 항공1팀 연구원

<관심분야>

항공, 체계공학, 경영전략, 업무환경