

Enhancing Maintenance Quality for Flight Safety of Rotor Aircraft in Korea Coast Guard Aviation

Jung Ho Lee[#], Jang Ryong Lee⁺

Department of Aeronautical Science & Flight Operations, Korea Aerospace University, 76 Hanggongdaehak-ro, Deogyang-gu, Goyang, Gyeonggi-do, Korea

Abstract

Faulty maintenance activities can be prevented through maintenance quality management. The changes in maintenance environments need to be made from the perspective of an organization to improve the quality of aircraft maintenance. Most studies in aviation safety have been focused on pilots of fixed wing aircraft, while few studies have been conducted on issues of maintenance quality of rotor aircraft. This study aimed at finding factors that improve maintenance quality for flight safety of rotor aircraft in Korea Coast Guard Aviation (KCGA). Several factors were identified as potential contributors to the improvement of maintenance quality based on the review of the documents and manuals of Korea Coast Guard Aviation (KCGA). A survey was then given to KCGA mechanics to verify the effectiveness of the factors. The results of this study could establish a benchmark for maintenance management of rotor aircraft in the national aviation operations in South Korea.

Key words: Korea Coast Guard Aviation, maintenance quality management, aviation maintenance, flight operations, SHELL model, safety management

1. 서론

21세기 신 해양시대를 맞아 영해는 정치·경제적 측면뿐 아니라 대한민국 주권이 미치는 영토로서 국민 모두가 누릴 수 있는 대중 친화적 공간으로 자리 잡고 있다. 이에 따라 영해에서 국민의 생명과 재산을 보호하는 해양경찰을 바라보는 국민의 관심과 기대 또한 그 어느 때보다 크다고 할 수 있다.

해양경찰항공(해경항공)은 영해 상공에서 효과적인 공중임무 수행을 통해 국민의 생명과 재산을 보호하고 자원 손실을 방지하여 국가 경쟁력 향상에 기여하는 해양경찰의 항공조직이다.

해경항공은 총 5개 기종 18대 헬기를 전국 5개 항공단 8개 항공대에 분산 배치하고 있으며, 다수 기종 보유, 기종별 소수 항공기 운영, 해상비행이라는 특수한 상황에서 다양한 임무를 수행하고 있다(Korea Coast Guard, 2015).

[#] The 1st author: Jung Ho Lee, Tel. +82-32-835-2378, Fax. +82-2-300-0151, e-mail. dognose0@korea.kr

⁺ Corresponding author: Jang Ryong Lee, Tel. +82-2-300-0088, Fax. +82-2-300-0493, e-mail. jrherky@kau.ac.kr

이에 따라 항공정비 측면에서도 안전운항을 저해할 수 있는 인적, 물적, 환경적 제약사항들이 다수 존재하고, 정비품질을 보장하지 못한다면 경미한 것이라 할지라도 조종사에게 과중한 업무 부담을 주게 되며, 조종사의 과중한 업무 부담은 비행 중 판단을 저하시키는 원인이 되어 결국 비행사고로 이어지게 될 뿐 아니라 운항 지연, 결항, 회항 등을 발생시키는 경제적 손실을 초래하게 된다(Kim, 2015).

국토교통부는 2008년부터 2017년까지 10년간 국내에서 발생한 항공사고의 63%가 인적요인에 의한 것이었고, 16%가 항공기 기체 결함에 의해 발생하였다고 밝힌 바 있다(Ministry of Land, Infrastructure and Transportation, 2018). 여기에서 인적요인은 조종사 관련 내용이 대부분이지만 항공기 정비품질이 보장되지 않아 조종사 Error 등으로 연결된 상당수 기여요소(Contributing factors)도 있었을 것으로 추측된다.

한편, 지금까지 수행되었던 항공안전에 관한 연구들은 대부분 고정익 중심의 민간 또는 군용 항공기와 관련된 내용이었으며, 해경항공, 소방항공, 경찰항공, 산림항공 등 국가기관항공들이 운영하고 있는 회전익 항공기의 정비문제와 관련된 연구는 거의 없는 실정이다(Han, 2016).

해경항공은 항공안전법 적용대상은 아니나 국토교통부가 제정한 국내 ‘회전익 항공기를 위한 운항기술 기준’이 정비품질 보장 요건, 책임, 프로그램, 관리사항 등을 구체적으로 명시하고 있어 자체적으로 이 내용을 준용하고 있다.

하지만, 2018년 해양경찰 본청에서 전국 해경항공 항공대를 대상으로 실시한 비행안전 위험평가 결과(Korea Coast Guard, 2018)에서 해경항공 정비품질을 보장하기 위해 개선해야 할 사항들이 존재한다는 것을 파악한 바 있고, 크고 작은 정비결함에 의한 비행안전 위협사례가 발생하였기에 본 연구는 해경항공 회전익 항공기의 안전운항을 보장하기 위한 정비품질관리 여건 향상에 도움을 줄 수 있는 핵심적 관리요소를 식별하고자 수행되었다.

연구 수행 방법으로 먼저 이론적 고찰을 통해 항공정비의 목적과 정비품질관리를 위해 고려해야 할 중점들을 살펴보고 정비품질관리에 적용할 수 있는 안전관리 모델들이 공통적으로 강조하고 있는 사항을 파악하였다. 이를 통해 정비품질 향상을 위해서는 SHELL 모델이 제시한 Liveware(정비사)와 Environment(정비환경) 인터페이스 측면에 대한 고려가 중요함을 인식하였고, 해경항공 정비환경 측면에서 구체적 개선 필요사항을 식별하기 위해 해양경찰의 관련 규정·지침에 대한 검토를 수행하였다. 그 결과 정비사 직무부담, 정비사 자질향상 교육, 다빈도 결함자재 확보 측면에서 우선적 개선이 필요함을 추정하게 되었으며, 이를 검증하기 위해 전국 해경항공 정비사들 대상의 설문조사를 실시하여 추론된 개선 요건들이 현장에서 실효성이 있을지를 확인하였다.

II. 이론적 고찰

1. 항공정비의 목적

Kim(1995)은 항공정비가 항공기 및 엔진, 기타 장비품의 안전성(감항성)을 정확·신속하게 유지·향상시키기 위한 행위로서 이에 필요한 기술기준 및 방법 등을 명시한 정비규정에 의거 수행하는 기술작업을 의미하고, 기술작업 내용에는 장비 및 물자를 항상 사용 가능한 상태로 유지하거나 사용 불가품을 사용 가능한 상태로 복구시키는 일체의 행위, 검사, 손질, 보존, 수리, 재생, 시험, 개조 등을 포함한다고 하였다.

아울러 Jung(2015)은 항공정비의 목적을 항공기 고유의 신뢰성 및 안전성을 유지하기 위한 시스템 성능의 확인으로 정의하고 보급, 조절, 교환, 환원 등 항공기 및 항공기 시스템이 필요로 하는 일련의 조치들이 포함된다고 하였다.

따라서 항공정비의 목적은 항공기 안정성을 유지하기 위해 계획된 운용상의 제반 요구를 충족시키고, 운용 중인 항공기를 사용 가능 상태로 유지하거나 복구시키기 위함이라고 판단할 수 있다.

2. 정비품질 관리시 고려해야 할 중점

Kim(2016)은 EASA(유럽항공안전청) Part 145 ‘정비 조직인증’에 관한 내용을 인용하여 정비품질관리는 항공 관련 직원들이 품질기준, 절차, 규정을 의무적으로 준수하고 언제나 항공안전을 가장 우선적으로 인식하는 것에서 시작된다고 언급하였으며, Ahn(2017)은 정비품질관리시 중점을 두어야 할 두 가지 핵심요소로 예방정비를 통한 감항성 유지와 결함 발생시 신속한 결함 해소를 통하여 최고의 항공기 상태를 보장하는 것이라고 하였다.

Yoo(2002)는 국내에서 항공기 정비품질에 관한 개념을 항공기 및 장비 자체의 문제로만 국한하여 운영 유지 차원에서 접근하는 경향이 있고 연관된 고려요소에 대한 접근 비중이 낮은 반면, 선진국에서는 정비행위와 관련된 제반 요소들에 대한 시스템적 관리 및 조직능력의 문제로 인식하고 있음을 지적하였다.

Song(1999)은 정비사들의 작업환경 고찰을 통해 인적요소에 의한 작업오류를 방지하는 것이 정비품질을 결정하는 주요 이슈라고 하였으며, 이러한 고찰은 정비사와 그가 근무하는 주위 환경과의 관계를 극대화하는 기술에 속하는 것으로서 아래 3가지 범주를 포함한다고 하였다.

- 가. 정비시스템 운용자인 항공기 정비사의 필요에 의해 환경을 변화시키는 것
- 나. 특정 상황에 관련된 필요조건을 충족시키기 위해서 운용자인 정비사의 생각이나 동작을 변화시키는 것
- 다. 위 가, 나항의 복합적 형태로서 정비환경을 변화시킴과 동시에 이와 관련된 정비사 인적요인 사항에 대한 조치를 수행하는 것

앞서 살펴본 바와 같이 선행연구들은 정비품질관리시 고려해야 할 중점들로 안전에 대한 명확한 인식에 기초하여 항공기 감항성 유지와 신속한 결함 해소, 항공기나 장비 자체가 아닌 시스템/조직 차원에서 작업환경과 정비사 인적요인에 대한 관리 등을 강조하고 있음을 알 수 있다.

3. SHELL 모델

SHELL 모델은 1975년 네덜란드 F. Hawkins 박사가 제안한 안전관리 이론으로써 아래 <Figure 1>과 같이 항공분야에서 인간에게 영향을 미치는 각각의 시스템 요소들의 영향과 상호작용을 설명하고 항공분야의 사고를 예방하기 위해서는 인간과 Hardware, Environment, Software 간 원활한 인터페이스가 중요하기 때문에 인간과 주변 요소들과의 상호작용 부조화 해소에 중점을 두어야 한다는 것을 강조하고 있다(International Civil Aviation Organization, 2018).



※ Source: International Civil Aviation Organization(2018: 2-5).
Figure 1. SHELL model

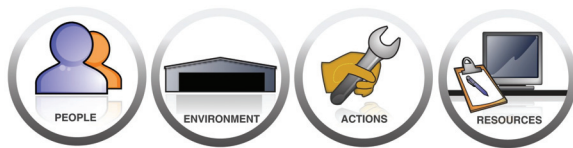
Kim(2012)은 SHELL 모델을 항공정비 분야에 적용해 볼 경우, 중앙의 L(Liveware)을 정비사로 볼 수 있다고 하였다. 따라서 L(정비사)을 중심으로, 정비작업과 관련된 H(Hardware), S(Software), E(Environment), 그리고 정비사와 연관된 또 다른 L(Liveware; 인간)과의 상호작용이 결국 정비품질의 수준을 결정하는 데 영향을 미칠 수 있다는 뜻으로 해석되며, SHELL 모델의 여러 가지 인터페이스 중에서도 Yoo(2002)와 Song(1999)이 정비품질 관리시 고려해야 하는 중점과 관련된 인터페이스는 정비사 인적요인과 작업환경이 연계된 L(정비사)-E(정비환경)라고 할 수 있다.

4. PEAR 모델

PEAR 모델은 SHELL 모델을 기반으로 Johnson & Maddox(2007)가 정비분야에서 인적요인에 영향을 미치는 요소들을 분석한 이론이다.

PEAR 모델은 항공정비품을 결정하는 정비사 인

적요인(Human Factors)의 실용적 적용개념을 정리한 이론이기도 하며 모델의 구성요소로는 아래 <Figure 2>와 같이 작업자(People), 환경(Environment), 행동(Actions) 자원(Resources) 등이 있다(Johnson & Maddox, 2007).



※ Source: Johnson & Maddox(2007: 38).

Figure 2. PEAR model

Kim(2015)은 PEAR 모델의 구성요소별 특징을 아래와 같이 정리하였다.

가. 작업자(People): 작업을 수행하는 사람을 의미하며 작업자의 신체적 한계, 정신상태, 인지능력, 타인과의 상호작용 역량 등이 포함됨

나. 환경(Environment): 온도, 조도, 등 물리적 환경 및 의사소통, 문화 등 무형적 환경을 의미함

다. 행동(Actions): 작업을 완수하기 위해 행하는 작업자의 행위로써 지식, 기술, 태도 등이 포함됨

라. 자원(Resources): 공구, 장치 등 유형 자원과 작업자 자질, 작업시간 등 무형 자원이 포함됨

PEAR 모델의 구성요소들이 가지는 특징을 살펴보면 사용하는 용어는 다르지만 SHELL 모델의 구성요소 특징이 모두 포함됨을 알 수 있고, 아래 <Table 1>과 같이 공통점을 정리할 수 있다.

Table 1. Common elements of SHELL model & PEAR model

Model	SHELL model	PEAR model
Elements	Liveware	People, action
	Software	Resource
	Hardware	
	Environment	Environment
	Liveware	People, action

PEAR 모델은 SHELL 모델과 다르게 각 요소들 간 인터페이스 중요성을 강조하고 있지는 않지만 정비분

야에서 정비사 인적요인에 영향을 미치는 요소 중 하나로 환경(Environment)을 언급하고 있음은 눈여겨 볼 사항이다. 이는 Song(1999)의 언급과 같이 작업환경에 대한 고찰이 정비사들의 인적요소에 의한 작업오류를 방지하여 정비품질을 결정하는 주요 이슈라는 내용과도 맥락을 같이한다.

5. 이론적 고찰 종합(식별된 연구 중점)

이론적 고찰을 통해 살펴본 결과, 항공정비의 목적은 항공기의 신뢰성과 안전성을 유지 시키는 것이라고 볼 수 있다. 이러한 목적이 정확하고 효과적으로 달성되었느냐를 판단하는 것은 예방정비를 통한 감항성 유지와 신속한 결함 해소 여부이며, 이 두 가지 조건이 달성되었을 때 정비품질이 잘 관리되고 있다고 할 수 있다. 정비품질 향상을 위해서 선행연구들이 강조하는 것은 정비사의 정비역량에 영향을 미치는 여건들에 대한 시스템적 관리이다. 이러한 시스템적 관리가 필요한 여건들로 SHELL모델은 Environment, Hardware, Software, Liveware와 이들의 인터페이스 관리를 들었고, PEAR 모델은 작업자, 환경, 행동, 자원 등을 언급하였는데, 이 두 모델이 공통적으로 강조하는 여건은 환경에 관한 것이었다.

따라서 본 연구를 통해 도출하고자 하는 해경항공의 정비품질 향상방안 중 관심을 가져야 할 중요한 분야로 정비사와 관련된 환경적 여건을 꼽을 수 있다고 판단된다.

III. 해경항공의 정비 환경적 여건 분석

연구 중점으로 판단한 해경항공 정비품질과 관련된 환경(Environment)적 여건을 파악하기 위해 해경항공 규정과 지침들이 명시하고 있는 정비 관련 기준들을 검토하였고, 각각의 검토 결과를 2018년 해양경찰 본부가 수행했던 해경항공 항공대 비행안전 위협평가 결과 중 항공기 정비품질 관련 사항들과 비교하여 기준 대비 현실과의 차이점을 분석하였다.

1. 임무와 정비 운영

해양경찰항공 표준운항지침서는 해경 회전익 항공기가 전국 8개 항공대에서 비상대기 중 주·야간을 불문하고 긴급출동 명령이 발령되면 상황전파 및 접수, 출동준비를 거쳐 부여된 임무를 진행토록 하고 있다(Korea Coast Guard, 2015).

이러한 임무들을 완수하기 위해서 해양경찰 항공 운영규칙은 해경항공의 정비부서가 상시 출동대기 태세를 유지하고, 주·야간 해상임무 수행여건을 확보하며, 해상탐색구조 또는 응급환자 후송 등 다양한 임무(조명탄 투하, 해상인명구조, 헬기 이·착함, 구명복 투하 등)에 필요한 장비(EMS, 조명탄 거치대, 방제장비 등)를 관리하는 한편, 항공기 및 지상장비 견인, 유조차 관리, Servicing(연료, 오일, 유압유 보충 등) 작업을 수행하고 신속한 임무장비 장착 및 외장변경 등의 업무를 조치하여 항공기 가동율 90% 이상을 확보토록 지시하고 있다(Korea Coast Guard, 2019).

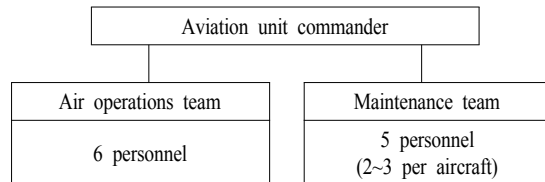
그러나 2018년 해양경찰 항공대 위험평가 결과를 살펴보면, 해경 각 항공대 정비팀에서는 해양경찰 항공운영규칙이 제시하고 있는 업무 외에도 외주정비업체와의 정비일정 조율 및 긴급 결함부품 구매업무를 수행하고 있으며, 일부 지방항공대에서는 기종이 다른 2대 이상의 항공기에 대한 정비를 수행하고 있어 정비인력 부족과 기종별 필요 장비 또는 소요 비품 공급 등에 애로사항이 존재하고 있었다(Korea Coast Guard, 2018).

2. 정비조직 편성

해양경찰 항공운영규칙은 전국 항공대별 정비조직을 편성토록 지시하고 있는데, 특히 2기종 이상의 회전익 항공기를 보유하고 있는 항공대에는 항공기 운영에 필요한 전담요원(전담사, 응급구조사, 구조요원 등)들을 함께 배치하도록 하고 있다(Korea Coast Guard, 2019).

해경항공의 총 정비인력은 109명(회전익+고정익)이나 이 중 본청 또는 정책부서 근무요원, 참모직위 요원

을 제외한다면 일선 현장에 투입되는 정비사는 90여명(회전익+고정익) 수준이고 항공대별 다소 차이는 있지만 표준편제표상 각 항공대 회전익 항공기 정비인력은 대당 2~3명 정도이다(Korea Coast Guard, 2019).



※ Source: Korea Coast Guard(2019: 6).

Figure 3. Korea Coast Guard Aviation(KCGA) unit organization based on 2 aircraft stationing

해양경찰 항공대별 정비부서 조직 구성은 정비팀장(품질검사관), 정비검사관, 정비사로 이루어지며 자격별 업무 범위는 아래와 같다(Korea Coast Guard, 2019).

가. 정비팀장(품질검사관)

- 보유 항공기 연간 정비계획 수립 및 분석
- 보유 항공기 품질업무에 관한 사항
- 정비수행 및 검사업무 총괄
- 소속 정비사 자격관리(정비사 교육 등)

나. 정비검사관

- 항공기 이력 관리에 관한 사항
- 항공기 정비계획 및 수행에 관한 사항
- 항공기 감항성 유지에 관한 사항
- 항공기 비행기록부 기록 및 유지

다. 정비사

- 항공기 TBO, TRP 및 폐기물처리 관련 사항
- 지정 항공기의 교범 및 자재관리 등 기타사항
- 항공기의 정비에 관한 사항
- 공구 및 장비 관리에 관한 사항

하지만 2018년 해양경찰 항공대 위험평가 결과에 따르면 항공대별 정비관리팀에서는 교대근무 등에 의한 추가·부수 업무가 많고, 2기종 이상을 운영하고 있는 항공대에서는 기종별 정비 방법과 기준들이 상이하기 때문에 정비사들은 정비작업시 고도의 주의가

필요하여 피로도가 높은 것으로 나타났다(Korea Coast Guard, 2018).

3. 정비사 교육

해양경찰 항공정비·품질 매뉴얼은 일선 정비사들의 정비역량을 강화하여 항공기 정비품질을 보장하도록 기본교육, 기종전환교육, 해당기종 검사관 교육, 보수 및 안전교육, 품질검사관 교육 등 다양한 교육을 받도록 지시하고 있으며 과정별 주요 교육내용은 아래 <Table 2>와 같다(Korea Coast Guard, 2017).

그러나, 2018년 해양경찰 항공대 위험평가 결과에 따르면 항공대에서 긴급상황이 발생하거나 항공기 가동율에 영향을 미치는 결함이 발생하는 경우 실무작업을 수행해야 할 인력이 부족하기 때문에 교육에 참여하기가 어렵고, 신규 도입 항공기의 경우 일부 정비사들이 제작사에 초도 파견교육을 받고 오기는 하지만 그 인원수가 제한적이며 제작사로부터 파견된 기술자를 통한 보수교육 등이 원활히 이루어지고 있지 않은 실정이다(Korea Coast Guard, 2018).

4. 항공기 부품공급

해경항공 회전익 항공기들의 가동율 유지를 위해서는 적시에 필요한 부품이 공급되는 것이 필수적이

다. 해양경찰 항공정비·품질 매뉴얼에 의하면 최소 장비목록(MEL)의 Category A 아이템은 항공일지의 ‘REMARKS OR EXCEPTIONS’ 란에 명시된 기간 이내에 수정작업이 완료되어야 하고, Category B 아이템은 탑재용 항공일지에 기록한 날을 제외하고 3일(72시간) 이내에 수정작업을 완료해야 하며, Category C 아이템은 탑재용 항공일지에 기록한 날을 제외하고 10일(240시간)이내에, Category D 아이템은 탑재용 항공일지에 기록한 날을 제외하고 120일(2,880시간) 이내에 수정작업을 완료하도록 지시하고 있다(Korea Coast Guard, 2017).

최소장비목록(MEL)에 명시된 부품의 적시 공급은 항공기 가동율을 유지하고 정비품질을 보장하기 위해 매우 중요한 사안이다. 하지만, 2018년 해양경찰 항공대 위험평가 결과는 실제 현장에서의 부품 조달 및 지원에 아래와 같은 애로점이 존재하고 있음을 언급하고 있다(Korea Coast Guard, 2018).

- 가. 국제법(국가를 당사자로 하는 계약에 관한 법률)에 따라 부품 구매시 소요기간이 최소 1~2개월 발생하고 이에 따른 항공기 불가동 기간 증가
- 나. 지방항공대에서 발생한 긴급결함은 최소장비목록(MEL)을 적용하여 해소하여야 하나 자재구매 행정처리 절차가 장기간 소요

Table 2. Education requirement for Korea Coast Guard Aviation(KCGA) mechanics

Course	Time	Contents
Initial education for newly hired	30 Hrs.	<ul style="list-style-type: none"> • Regulations and manual of KCGA • Maintenance program • Aircraft maintenance procedures • Ground safety • Line maintenance operations
Education for maintenance type rating	Specified by aircraft type	Instructed by each aircraft maintenance education curriculum * Including manufacture's education for new aircraft delivery
Maintenance inspector education	20 Hrs.	Instructed by each aircraft maintenance education curriculum
Recurrent & safety education	12 Hrs. per year	<ul style="list-style-type: none"> • Lessons of safety accident • Changed items of regulations • Upgraded or changed aircraft system • Other important notifications for maintenance work
Quality control inspector education	20 Hrs.	<ul style="list-style-type: none"> • Changed items of quality control in regulations • Logbook and aviation records • Procedures for auditing airworthiness documents

※ Source: Korea Coast Guard(2017: 4).

다. 부품조달 문제로 인한 항공기 불가동 기간 해소를 위해 외주업체 또는 항공정비대 입고정비 항공기에서 부품을 탈거하여 긴급결합 발생 항공기에 장착·사용하는 사례 증가

IV. 연구설계

이론적 고찰을 통해 항공기 정비품질은 감항성 유지와 신속한 결함 해소를 통해 보장됨을 알 수 있었고, 정비품질 보장을 위해서 정비여건들에 대한 시스템적 관리가 중요하다는 것을 식별하였는데, 특히 정비사와 관련 있는 환경적 여건 개선이 중요하다는 것을 인식하게 되었다.

해경항공 정비분야의 환경적 현황을 파악하기 위해 해양경찰의 규정과 지침서에 나와 있는 기준과 일선 현장에서 정비사들이 느끼는 현상을 비교한 결과 정비 운영과 정비조직 편성 측면에서 정비사 직무부담 감소, 정비사 자질향상 교육 강화, 다빈도 결함 자체확보 방안 마련이 필요할 것으로 추정하게 되었고, 이를 검증하기 위해 전국 해경항공의 일선 정비현장에서 근무하고 있는 정비사 대상의 설문조사를 진행하였다.

1. 연구모형

선행연구와 연구자의 추론을 바탕으로 설정한 연구모형은 아래 <Figure 4>와 같다.

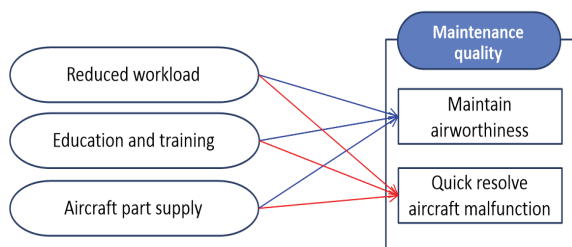


Figure 4. Research model

2. 연구가설

위 연구모형을 기반으로 정비품질은 항공기 감항성 유지와 신속한 결함 해소를 결정되며, 정비사 직무

부담 감소, 정비사 자질향상 교육, 다빈도 결함자체 확보가 항공기 감항성 유지와 신속한 결함 해소에 긍정적인 영향을 줄 수 있을 것이라는 추정하에 설정한 연구가설은 아래와 같다.

가설 1. 정비사 직무부담 감소는 감항성 유지에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.

가설 2. 정비사 자질향상 교육은 감항성 유지에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.

가설 3. 다빈도 결함자체 확보는 감항성 유지에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.

가설 4. 정비사 직무부담 감소는 신속한 결함 해소에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.

가설 5. 정비사 자질향상 교육은 신속한 결함 해소에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.

가설 6. 다빈도 결함자체 확보는 신속한 결함 해소에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.

3. 측정도구

연구가설 검증에 활용할 측정도구를 확보하기 위해 각종 선행연구를 검토하였지만, Han(2016)이 지적한 바와 같이 항공안전에 관한 대부분의 연구가 고정익 항공기 중심 내용이었고, 해경항공, 소방항공, 경찰항공, 산림항공 등 국가기관 회전익 항공기의 정비품질 문제와 관련된 연구가 거의 없어서 2018년 해양경찰청 본부가 해양경찰 항공대 위험평가기 사용했던 설문을 기초로 연구자가 작성한 20문항을 본 연구의 측정도구로 활용하였다.

변인은 정비사직무 부담감소, 정비사 자질향상 교육, 다빈도 결함 자체확보 등 3개의 하위 개념으로 구성하였고, 예시 문항으로는 “나의 정비 임무 수행 부담은 높다고 생각한다”, “나의 정비현장에는 필요한 항공기 부품이 적시에 공급된다고 생각한다” 등이 있으며, 리커트 5점 척도(1 = 전혀 그렇지 않다, 5 = 매우 그렇다)로 측정하였다.

검증을 위해 해경항공 정비사 84명을 대상으로 2020년 5월 1일부터 5월 15일까지 설문조사를 실시하였다.

V. 분석결과

1. 인구통계학적 분석

설문에 참여한 인원들의 인구통계학적 특징은 아래와 같다.

근무지별로는 해양경찰본부 6%(5명), 중부지방해양경찰청 35.8%(30명), 서해지방해양경찰청 23.8%(20명), 남해지방해양경찰청 10.8%(9명), 동해지방해양경찰청 9.6%(8명), 제주지방해양경찰청 14.3%(12명)이었으며 해양경찰본부와 같은 행정부서가 아닌 일선 정비현장에서 근무하는 정비사들이 대부분 설문에 참여하였다.

정비경력별로는 5년 미만 7.2%(6명), 5년 이상 ~ 10년 미만 17.9%(15명), 10년 이상 ~ 15년 미만 19.1%(16명), 15년 이상 ~ 20년 미만 21.5%(18명), 20년 이상 34.6%(29명)으로써, 대부분 10년 이상 경력의 숙련급 정비사들이 설문에 참여하였다.

연령별로는 20대 4.8%(4명), 30대 32.2%(27명), 40대 42.9%(36명), 50대 20.3%(17명)로 30~40대 정비사

들이 가장 많이 설문에 참여하였다.

2. 요인분석

분석 통계를 위하여 SPSS 21과 AMOS 21을 사용하였다. 본 연구의 타당도와 신뢰도를 검증하기 위해 수집된 데이터를 대상으로 요인분석을 실시하였으며, 그 결과는 아래 <Table 3>과 같다.

요인분석 결과가 유의미한지를 판단하기 위해 수행한 KMO와 Bartlett 검정결과는 0.855(p=0.00)로 기준치인 0.7(p<0.05)을 초과하였고, 공통성의 경우 모든 요인이 0.4를 초과하여 적합한 요인임이 확인되었다.

또한 요인 적재치가 0.4 이상의 값을 갖는 요인들을 분리한 결과 적절한 성분들로 구분된 것을 확인할 수 있었다.

신뢰도는 크론바흐 알파 값을 이용하여 평가하였다. 각 구성의 크론바흐 알파 값은 직무부담 0.913, 교육훈련 0.957, 자재관리 0.902, 감항성 0.936, 결함해소 0.967이었으며, 모든 구성요소들이 기준치인 0.7을 초과하여 적절한 신뢰도가 만족 되었음을 확인하였다.

Table 3. Factor analysis result

	Communality	Factors				
		1	2	3	4	5
Quick resolve aircraft malfunction 1	0.936	0.828	0.173	0.234	0.201	0.355
Quick resolve aircraft malfunction 2	0.933	0.859	0.137	0.078	0.290	0.294
Quick resolve aircraft malfunction 3	0.941	0.838	0.159	0.120	0.294	0.337
Education and training 1	0.945	0.101	0.895	0.181	0.266	0.176
Education and training 2	0.929	0.149	0.893	0.078	0.239	0.214
Education and training 3	0.913	0.180	0.916	0.050	0.134	0.146
Reduced workload 1	0.829	0.253	0.056	0.860	0.093	0.113
Reduced workload 2	0.905	0.010	0.190	0.929	0.049	0.058
Reduced workload 3	0.878	0.048	0.018	0.922	0.154	0.042
Aircraft part supply 1	0.919	0.210	0.224	0.146	0.883	0.155
Aircraft part supply 2	0.841	0.174	0.226	0.209	0.812	0.237
Aircraft part supply 3	0.811	0.396	0.238	0.006	0.761	0.135
Maintain airworthiness 1	0.864	0.512	0.270	-0.026	0.222	0.692
Maintain airworthiness 2	0.915	0.361	0.250	0.129	0.262	0.798
Maintain airworthiness 3	0.925	0.436	0.231	0.173	0.176	0.788
Eigenvalue		3.070	2.896	2.682	2.559	2.277
Common dispersion		20.47%	19.31%	17.88%	17.06%	15.18%
Cumulative dispersion		89.90%				

Table 4. Structural model analysis

Root ⇒		Hypothesis	C.R.	p Value	Standardized coefficient plot
Reduced work load	Maintain airworthiness	1	0.684	0.494	0.071
	Quick resolve aircraft malfunction	4	0.812	0.417	0.095
Education and training	Maintain airworthiness	2	2.447	***	0.265
	Quick resolve aircraft malfunction	5	0.703	0.482	0.085
Aircraft part supply	Maintain airworthiness	3	3.735	***	0.484
	Quick resolve aircraft malfunction	6	4.735	***	0.719

***p<0.05

3. 구조모형분석 및 가설 검증

본 연구모형의 모델 적합도는 $\chi^2=186.012(df=81, p=0.000)$, $\chi^2/df = 2.296$ 으로 3 미만이었으며, CFI = 0.922, IFI = 0.923, TLI = 0.900으로써 기준치인 0.9를 초과하여 적절한 모델 적합도를 확보하였으며, 구조모형분석 결과를 종합하면 <Table 4>와 같다.

각각의 독립변수를 기준으로 종속변수에 미치는 영향들을 살펴보았을 때, 정비사 직무부담 감소는 감항성 유지에 미치는 영향력이 표준화 계수 0.071 ($p=0.494$)로써 통계적으로 유의미성을 갖지 못하였고, 신속한 결함 해소에도 유의한 의미를 보이지 않았다 (표준화 계수 0.095, $p=0.417$). 따라서 가설 1, 4는 기각되었다.

정비사 자질향상 교육은 감항성 유지에 유의한 영향(표준화 계수 0.265, $P<0.05$)을 보였으나, 신속한 결함 해소 측면에서는 영향력이 확인되지 않았다(표준화 계수 0.085, $P=0.482$). 이와 같은 결과를 바탕으로 가설 2는 채택되고, 가설 5는 기각되었다.

다빈도 결함자재 확보는 감항성 유지에 통계적으로 유의한 영향(표준화 계수 0.484, $P<0.05$)을 나타냈고 신속한 결함 해소에도 0.719($p<0.05$)의 유의한 영향을 보였다. 따라서 가설 3, 6은 채택되었다.

4. 추가분석

구조모형분석결과, 연구자의 예상과는 다르게 정비사 직무부담 감소가 정비품질을 보장하기 위한 감항성 유지와 신속한 결함 해소에 유의미한 영향을 미치지 못하는 결과가 나와서 가능성 있는 배경 이유를

파악하기 위해 중부지방해양경찰청, 서해지방해양경찰청, 남해지방해양경찰청, 동해지방해양경찰청, 제주지방해양경찰청의 정비팀장급 총 15명의 정비사를 대상으로 이메일 서면 인터뷰를 실시하였다.

인터뷰 응답자의 80%인 12명은 이러한 결과의 이유가 해경항공 정비사의 사명의식과 직업적 특성에 기인한 것일 수 있다고 언급하였다. 즉, 정비사의 직무부담 감소가 정비품질 향상에 기여할 수 있지만 현실적으로 당장에 해결하기 어려움을 정비사들이 수용하고 있는 것으로 추정된다.

VI. 결론

1. 연구 요약 및 논의

본 연구는 해경항공의 운항안전을 위한 정비품질 향상 방안을 모색하기 위해 수행되었다. 선행연구 고찰을 통해 정비품질은 항공기 감항성 유지와 신속한 결함 해소를 통해 관리되고, 정비품질을 보장하기 위해서는 정비사와 관련된 환경적 여건 개선이 중요하다는 것에 착안하여 현 해경항공의 정비환경 여건을 분석해 본 결과 정비사 직무부담 감소, 정비사 자질향상 교육, 다빈도 결함자재 확보 측면의 개선이 필요하다고 판단하고 이를 검증하기 위한 사후 설문조사를 진행하였다.

조사내용에 대한 통계적 분석결과, 정비사 직무부담 감소는 감항성 유지와 신속한 결함 해소 측면에 유의미한 영향을 미치지 못하였고, 이 결과에 대해 해경항공 정비사 대상 서면 인터뷰를 통해 정비사들은 직

무부담이 있기는 하지만 항공기 감항성 유지와 신속한 결함 해소의 중요성을 깊이 인식하고 사명감을 가지고 정비업무에 임하고 있다는 것을 추정하게 되었다.

하지만 정비사 자질향상 교육은 항공기 감항성 유지에 유의미한 영향이 있음이 확인되었다. 즉, 항공기의 안전 확보를 위한 정비품질 관리에 체계적인 정비사 교육·훈련의 강화가 필요하다는 의미로 해석되고, 이는 Song(1999)이 정비품질 관리시 정비사와 근무하는 주변 환경과의 관계 극대화에 고려해야 할 중점으로 꼽았던 범주 중에서 ‘특정 상황에 관련된 필요 조건을 충족시키기 위해 정비사의 생각이나 동작을 변화시키는 방법’에 포함될 수 있다고 판단된다.

다빈도 결함자재 확보 또한 항공기 감항성 유지와 신속한 결함 해소 측면 모두에 영향을 미치는 것으로 확인되었다. 이 결과는 필요한 자재의 신속한 확보와 적시 공급체계 마련이 정비품질 확보에 꼭 필요한 요소라는 의미로써, Jung(2015)이 항공정비의 목적을 정의하며 언급했던 것처럼 항공기 및 항공기 시스템이 필요로 하는 물리적 조절, 교환, 환원 등 일련의 행위들을 수행하는 데 가장 기본이 되는 조건이 될 수 있다.

2. 정책적 제언

안전한 항공기 운항을 위해서는 비행임무를 수행하는 조종사의 기량 및 상황인식 역량뿐 아니라 항공기에 대한 정비품질 보장이 무엇보다 중요하다.

항공기 정비품질 보장을 위해서 정비사의 전문성이 중요하지만, 전문성을 강화하기 위해서는 정비사의 역량이 충분히 발휘되도록 여건 보강이 필요하다. 이를 위해 해경항공 정비분야에 현실적으로 개선이 필요한 여건은 정비사 자질향상 교육과 다빈도 결함자재확보로 판단된다.

우리나라에서는 해경항공, 소방항공, 경찰항공, 산림항공 등 국가기관항공들이 다양한 기종의 회전익 항공기를 운영하며 국민의 생명과 재산을 보호하기 위해 불철주야 노력하고 있다. 하지만 이들 국가기관

들에게 항공기 운영은 전체 임무의 일부로 받아들여지고 있는 것이 현실이다. 가시적 예산이나 자원을 투입하여 정비품질 보장 여건을 확보하기보다 정비사들의 정신적, 신체적 노력 강화 요구 가능성을 배제할 수 없는 이유이다.

한 건의 국가기관 항공사고도 귀중한 조종사와 승무원 및 국가 자산의 손실을 피할 수 없고 이로 인해 국민의 생명과 재산을 지키는 사명 수행에 차질이 발생하게 된다면 더욱 큰 손실이 될 것이다. 본 연구를 통해 제안한 정비품질 향상방안이 이러한 비극을 미연에 방지하는 데 도움이 될 것으로 기대한다.

3. 연구의 한계

본 연구의 제한점과 추후 연구과제는 다음과 같다. 첫째, 본 연구는 예측과 다르게 정비품질 향상을 위한 감항성 유지와 신속한 결함 해소 측면에서 정비사 직무부담 감소에 대해 유의미한 영향력을 확인하지 못했다. 연구자는 해경항공 정비사들의 직업정신과 사명감이 이러한 결과를 가져왔다고 추정하지만 추후 연구를 통해 정확한 이유를 파악할 필요가 있다고 생각한다. 두 번째, 본 연구를 통해 해경항공 정비품질 향상을 위해서 다빈도 결함자재의 확보가 필요하다는 것을 식별하였으나 자재 확보방법과 확보된 자재의 효율적 관리방법에 관한 연구 또한 검토해야 할 분야로 사료된다.

References

- Ahn, Hee Tae. 2017. A Study on Improving Maintenance Quality for Organizations Operating Business Jet Aircraft. Master's Thesis. Korea Aerospace University.
- Han, Sang Bong. 2016. A Study on Safety Management System for Helicopter Operating Organizations. Master's Thesis. Kongju National University.
- International Civil Aviation Organization. 2018. *ICAO Doc 9859 Safety Management Manual*. International Civil Aviation Organization.

- Johnson, William. B. and Michel. E. Maddox. 2007. A Model to Explain Human Factors in Aviation Maintenance. *Avionics News*. 2007(April): 38-41.
- Jung, Il Young. 2015. Analysis of Safety Management in Aircraft Maintenance and Its Improvement. Master's Thesis. Korea National University of Transportation.
- Kim, Chil Young. 2012. *Aviation and Human Factors*. Korea Aerospace University Publications.
- Kim, Chun Yong. 1995. Systematic Training Plan for Aircraft Maintenance Technician. Master's Thesis. Inha University.
- Kim, Chun Yong. 2015. An Empirical Study on Safety Culture of Aviation Maintenance Organization in Korea. *International Journal of u-and e-Service, Science and Technology*. 9(6): 333-344.
- Kim, Jong Bok. 2016. A Study on a System of Approved Maintenance Organization for MRO. Master's Thesis. Korea Aerospace University.
- Korea Coast Guard. 2015. *KCG Aviation Standardized Flight Operations Manual*. HQs. of Korea Coast Guard.
- Korea Cost Guard. 2017. *KCG Aviation Maintenance Quality Assurance Manual*. HQs. of Korea Coast Guard.
- Korea Coast Guard. 2018. *Risk Assessment Report on KCG Aviation Units*. HQs. of Korea Coast Guard.
- Korea Coast Guard. 2019. *KCG Regulation of Air Operation*. HQs. of Korea Coast Guard.
- Ministry of Land, Infrastructure and Transportation. 2018. *2017 Aviation Safety Report*. Ministry of Land, Infrastructure and Transportation.
- Song, Gi Jeon. 1999. Study on Human Factors in Aviation Maintenance. Master's Thesis. Korea Aerospace University.
- Yoo, Myung Joon. 2002. Study on Application of AS9000/9100 Certification for Air Force Aircraft Line Maintenance Quality Control. Master's Thesis. Kyonggi University.
- Korean References Translated from the English*
- 국토교통부. 2018. 2017 항공안전보고서. 국토교통부.
- 김종복. 2016. MRO 정비조직인증제도에 관한 연구. 석사학위논문. 한국항공대학교.
- 김천용. 1995. 항공정비 기술 인력의 체계적 양성방안. 석사학위논문. 인하대학교.
- 김철영. 2012. 항공과 인적요소. 한국항공대학교출판부. 16-17.
- 송기전. 1999. 항공정비분야에서 인적요소에 관한 고찰. 석사학위논문. 한국항공대학교.
- 안희태. 2017. 비즈니스케트 항공기 정비조직 개선방안 연구. 석사학위논문. 한국항공대학교.
- 유명준. 2002. 공군 기지정비 항공기 품질관리를 위한 AS9000/9100 품질인증 시스템 적용에 관한 연구. 석사학위논문. 경기대학교.
- 정일영. 2015. 항공기정비의 안전관리 실태분석 및 개선방안. 석사학위논문. 한국교통대학교 산업대학원.
- 한상봉. 2016. 헬기 운용기관의 안전관리체계 연구. 석사학위논문. 공주대학교.
- 해양경찰청. 2015. 해경항공 표준운항지침서. 해양경찰본부.
- 해양경찰청. 2017. 해양경찰 항공정비품질 매뉴얼. 해양경찰본부.
- 해양경찰청. 2018. 해양경찰 항공대 위험평가보고서. 해양경찰본부.
- 해양경찰청. 2019. 해양경찰 항공운영규칙. 해양경찰본부.

Received: Jul. 8, 2020 / Revised: Jul. 27, 2020 / Accepted: Jul. 27, 2020

한국해경항공 회전익 항공기 운항안전을 위한 정비품질 향상방안

국문초록 항공기 정비시 발생할 수 있는 정비사의 에러는 정비품질관리를 통해 예방될 수 있다. 항공기 정비 품질을 보장하기 위해서 정비 환경적 측면의 변화가 필요하다. 지금까지 항공안전분야에서 다양한 연구들이 이루어졌지만 대부분 고정익 항공기 중심으로 수행되었으며, 회전익 항공기 정비품질 이슈에 관한 연구는 매우 제한적이었다. 이에 본 연구는 한국해양경찰항공(해경항공)의 회전익 항공기 운항안전을 위한 정비품질 향상방안을 모색하고자 수행되었다. 선행 연구 결과에 기초하여 해경항공의 각종 규정, 지침 검토를 통해 개선이 필요할 것으로 예상되는 분야를 식별하고 해경항공 일선 정비사들을 대상으로 설문 검증실험을 수행한 결과, 정비 운영 환경적 측면에서 정비사 자질향상 교육과 신속한 결함부품 공급체계 마련이 필요함을 확인하였다. 본 연구결과는 우리나라 소방항공, 경찰항공, 산림항공 등 여타 국가기관항공의 회전익 항공기 정비품질관리에도 벤치마킹 할 수 있는 자료가 될 수 있을 것으로 사료된다.

주제어 : 해양경찰항공, 정비품질관리, 항공정비, 항공기운항, SHELL 모델, 안전관리

Profiles **Jung Ho Lee** : He received his M.S. from Korea Aerospace University in 2020. He has been working for the Korea Coast Guard Aviation as a mechanic for 16 years. He is interested in aircraft maintenance quality issues(dognose0@korea.kr).

Jang Ryong Lee : He received his M.S. from Central Missouri State University, U.S. in 1998 and Ph.D. from Purdue University, U.S. in 2005. He is a retired Air Force brigadier general and professor of Korea Aerospace University. He is interested in aviation safety, safety management system(SMS), and aviation human factors(jrherky@kau.ac.kr).