

드론 운영 기반 신규 정비 산업 활성화를 위한 제도 개선방안

남승주¹, 황유신¹, 송운경^{2*}
¹항공안전기술원, ²한국항공대학교 경영학부

On Systematic Improvement for Invigorating MRO Industry based on Drone Operation

Seungju Nam¹, Yushin Hwang¹, Woon-Kyung Song^{2*}

¹Korea Institute of Aviation Safety Technology

²Korea Aerospace University

요약 COVID-19 팬데믹 이후 항공업계는 조종사, 관제사, 정비사 등 전문인력 수급에 어려움을 겪고 있다. 이에 항공 정비산업은 정비의 외주화와 첨단기술 사용 확대를 통해 정비의 효율성과 효과성을 개선, 인력난을 극복하는 방안을 모색 중이다. 특히 유럽 및 싱가포르에서는 항공기 외관 검사에 드론을 활용하여 정비 시간을 단축해 비용을 절감하고 안정성을 확보하고 있다. 본 연구에서는 국내외 관련 법제도를 분석, 우리나라에서 검사드론을 실제 정비 현장에서 활용하기 위한 법·제도적 인프라 구축 방안을 제안하고자 한다. 분석 결과, 검사드론은 기존의 운항기술기준 등급 및 업무한정 체계에서는 정확히 적용되기 어렵고, 정비조직절차교범 및 품질관리교범 작성기준 상 외주사가 검사드론을 활용하여 정비를 수행하기에는 법적 제한사항이 존재한다. 본 연구에서는 신기술 도입을 통한 항공정비산업의 경쟁력 강화를 위해 운항기술기준 등급 및 업무한정 체계에 검사드론 항목을 신설하는 방안과, 정비조직절차교범 및 품질관리교범 작성기준에 드론기반 검사를 추가하여 외주사 검사드론 사용 정비에 대한 법적근거를 마련하는 방안을 제안한다. 법·제도적 인프라 구축을 통해 국내 항공정비산업의 효율성과 안정성이 확보될 수 있을 것이며, 국내 외주사의 경쟁력 확보 및 관련 산업 진흥, 드론을 통한 항공정비산업의 이해관계자 확장 및 시너지 효과 등의 효과를 기대할 수 있다. 검사드론 성능기준, 조종 자격기준, 업무 절차 관련 법제도적 검토는 후속 연구에서 추가적으로 이루어질 필요가 있다.

Abstract After the coronavirus disease-2019 (COVID-19) pandemic, the aviation industry has been facing a labor shortage including a lack of pilots, controllers, and mechanics. The aviation maintenance, repair, and overhaul (MRO) industry is, therefore, focusing on improving efficiency and effectiveness by outsourcing and expanding the use of cutting-edge technology. Europe and Singapore have already started using inspection drones in maintenance to shorten time and reduce costs. This study analyzed the domestic and foreign legal framework to suggest systematic improvements for the use of inspection drones for maintenance. The analysis found that the current classes and ratings of the Korean Flight Safety Regulations do not have a clear classification for inspection drones. In addition, there is a legal restriction on using inspection drones in MRO by outsourced companies under the Standard for Approved Maintenance Organization (AMO) Process Manual and Quality Management Manual. This study suggests the creation of an inspection drone rating item in the Flight Safety Regulations and the addition of drone-based inspection in the Standard for AMO Process Manual and Quality Management Manual to establish a legal basis for the use of drones for MRO. This improvement in the legal framework would secure efficiency and stability for the MRO industry and help MRO companies strengthen their competitiveness and growth. This would align the interests of the MRO stakeholders and those of the drone stakeholders to create synergy. This study also suggests topics for future research.

Keywords : Maintenance, Repair & Overhaul(MRO), Approved Maintenance Organization(AMO), Inspection Drone, Aviation Industry, Aviation Safety Act

*Corresponding Author : Woon-Kyung Song(Korea Aerospace Univ.)

email: wsong@kau.ac.kr

Received September 18, 2023

Revised October 17, 2023

Accepted December 8, 2023

Published December 31, 2023

1. 서론

2023년 현재 항공산업은 예상보다 빠른 항공 수요의 증가와 수익성 개선으로 2024년이면 COVID-19 팬데믹 이전 수준을 회복할 것으로 예측되고 있다[1,2]. 2020년 본격화 된 COVID-19는 전 세계적으로 공간적 이동을 제한하여, 항공업계에 유례없는 충격과 치명적 재정 문제를 야기하였다[3]. 이로 인해, 항공사, 공항관계자, 감항당국 등 산·학·연 대부분의 기관에서는 불가피하게 보유하고 있던 인적자원의 이탈이 발생하였다[4]. 이러한 현상은 일반적인 기관의 구성원 뿐 아니라, 항공관계자, 조종사, 정비사 등 전문적이고 기술적인 영역의 인적자원에서도 나타났다[3]. 전문 인적자원을 양성하기 위해서는 많은 시간과 자원이 필요하고, 이탈한 자원들이 복귀하거나, 신규로 인적자원을 확보하기 위해서는 필수적으로 이수해야하는 교육 혹은 여러 조건들을 충족시켜야한다. 때문에, COVID-19로 손실된 인적자원의 즉각적인 충원은 제한되는 상황이다[5]. COVID-19 팬데믹으로 인한 인적자원의 양적 감소에 따른 부정적 영향은 COVID-19 이후까지 지속적으로 이어지고 있어, 감소한 인적자원을 대체할 수 있는 방안 마련이 필수적이다. 보통 제3자 수행 방식 혹은 외주는 이러한 현상을 대처하기 위한 대표적인 방법으로 거론된다[6]. 제3자 수행 방식은 일반적으로 전문적이고 기술적인 성격의 사업 부문 혹은 기능을 대상으로 적용하여 외부의 기업 혹은 조직을 이용하여 기능을 확보한다[7]. 고용주 입장에서는 해당 부문 혹은 기능의 운영·유지관리를 위한 비용적, 재정적 측면에서 부담을 줄 일 수 있다.

항공정비산업에서도 이러한 경향이 나타났으며, 여러 항공사들은 재정적 위기를 넘기기 위해 고-기술, 고-비용이라는 특성이 있는 항공기 정비기능을 외부에 이관하고 있다[7]. 항공정비조직(Approved Maintenance Organization)은 이러한 정비기능을 수행하는 제3자(third party) 혹은 독립(independent) 조직이다[8]. ICAO를 포함한 여러 감항당국에서는 항공정비조직의 역할과 기능을 법·제도를 통해 규정하고 있다[8]. 항공산업 주요국들인 미국은 14CFR Part145[9], 유럽은 Commission Regulation (EU) No 1321/2014[10], 싱가포르의 경우 Singapore Airworthiness Requirements Part145[11]로 정비조직을 제도화하여 관리하고 있다. 우리나라에서도 이를 항공안전법[12] 및 고정익항공기를 위한 운항기술기준[13] 등을 통해 정비조직인증을 위한 요건을 명시하고 있으며 정비산업의 주요 이해관계자인

정비조직에 대한 관리와 진흥을 위해 노력하고 있다.

최근 항공산업 전반에서 첨단 기술(e.g. 인공지능, 로봇 등)의 접목은 점차 확대되고 있으며, 항공정비산업에서도 다양한 방법으로 적용되고 있다[14]. 특히 항공기 외관 검사 분야는 항공정비사가 항공기의 외관을 본인의 육안으로 검사하는 노동집약적이며 비교적 평이한 수준의 기술이 필요한 분야이다. 항공기 제작사를 포함한 기업에서는 검사드론을 항공기 외관검사에 실질적으로 활용시키고자 노력하고 있다[15]. 그러나, 항공정비는 항공기 운영에 있어 안전성을 유지하고 신뢰성을 증진시켜야 하기 때문에 새로이 도입되는 기술에 있어 철저한 검증 과정이 필요하며 기술적 신뢰성이 입증되더라도, 실제로 현장에서는 기존의 기술을 기반으로 보수적 접근이 이루어지고 있다. 이를 충족하기 위해 검사드론을 실제 정비 현장에서 활용하기 위해서는 다양한 제도적 보완이 필요하다. 즉, 드론이 운항할 수 있도록 절차와 제도가 필요할 뿐 아니라, 검사드론을 활용한 정비가 실제 정비 행위로 인정될 수 있도록 정비 관련 법·제도를 보완할 필요가 있다.

따라서, 본 연구에서는 증가하고 있는 항공정비 수행의 외주화 비중을 고려하여, 항공정비조직이 검사드론을 이용하여 항공기 운영자가 요청한 정비를 수행할 수 있도록 법·제도적 인프라를 구축하는 것을 목적으로 한다. 이를 위해 본 연구에서는 항공정비산업과 검사드론에 대한 산업 특성 및 동향과 함께 이와 관련된 국내의 법·제도를 분석한 후, 향후 우리나라 항공정비산업 발전을 위한 시사점을 도출하고자 한다. 본 연구는 도출한 시사점을 기반으로 우리나라의 법·제도 차원의 인프라 보완 및 개선 방안을 제안하는 것에서 그 의미를 찾을 수 있다.

2. 항공정비산업

항공산업은 안전확보 실패 시, 타산업과 비교하여 피해의 전손성, 거대성 등 부정적 효과가 크다는 특성이 있다[16]. 항공정비산업은 항공기를 안전한 상태로 유지할 수 있도록 지속적으로 관리하고 유지하는 역할을 한다[17]. 항공정비산업의 수요는 전적으로 항공사의 운영실적에 종속되어 있으며, 항공사의 운영비의 15%를 차지할 정도로 항공사의 재무적 상태와 밀접한 연관이 있다[18]. COVID-19로 항공사의 운항실적은 급감하였고, 이는 항공사의 재무상태에 부정적 영향을 미쳐 유례없는 수익성 악화를 가져오게 되었다[19]. 이러한 상황에서 항

공사들은 자체적으로 수행 혹은 감당하던 항공정비 수요를, 비용 절감, 조직 축소 등의 사유로 외부로 유출하게 되었다[20,21]. 이러한 환경적 변화에 따라 항공사 외부로 유출되는 항공정비 수요를 담당하는 제3자 외주기업인 항공정비조직의 중요성이 증가하고 있다.

COVID-19 팬데믹 아래 항공정비산업을 포함한 항공산업 전반에 인적자원이 여러 사유로 인해 본인의 소속을 이탈하여[4] 인력 수급에 어려움을 겪고 있는 가운데, 항공정비산업은 효율성과 효과성을 개선하기 위해 끊임 없이 신기술을 적용하기 위해 노력하고 있다[22]. 신기술들은 적용 단계에 따라 크게 항공기 정비 전 단계, 정비 단계, 정비 후 단계에 활용 가능한 기술로 구분 가능하다. 항공기 정비 전방, 후방 단계는 항공기를 정비하는 인적, 물적 자원에 대한 관리와, 품질 향상과 밀접하게 연관되어 있다. 구체적으로 정비 전방 단계에서는 실제 현장과 유사한 가상현실 혹은 증강현실을 구현하고 이를 통해 항공정비사의 교육 등에 활용하기도 한다. 이는 항공정비사의 교육에 필요로 하는 시간적, 공간적 제약을 감소시키고, 교육생이 비교적 생생하게 체험해볼 수 있는 장점이 있다. 또한 증강현실을 활용하여 실시간 혹은 근실시간적으로 교육이 필요로 하는 자료를 확인하거나 참고할 수 있기 때문에 교육 품질 자체에 긍정적 영향을 미칠 수 있다. 정비 후방 단계에서는 항공기 운영 혹은 정비 결과로 축적된 데이터를 AI 혹은 머신러닝을 통해 방대한 양의 데이터에 내포된 시사점을 도출하고 이를 활용한다. 대표적으로 데이터 분석을 통해 항공기의 결함에 대한 사전적으로 조치를 취하거나(예측정비, preventive maintenance), 이 정보를 정비에 필요로 하는 물품들의 공급관리에 활용하여 항공기가 지상에 있는 시간을 최소화하고, 항공기가 온전한 상태로 운항할 수 있는 기반을 마련한다.

항공기 정비 단계에서는 항공기 정비에 소요되는 시간과 공간적 제약 그리고 투입되는 자원의 효율적 운용을 위해 신기술이 적용되는 경향이 있다. 현재 가장 주목받고 있는 단계는 항공기 외관 검사 단계이다. 항공기 정비를 위해서는 우선적으로 항공기의 결함 혹은 정비가 필요한 부분에 대한 탐지(detection) 과정이 필요하다. 식별된 결함 혹은 파손 부위에 대하여 항공정비사들은 정해진 지침(정비매뉴얼 혹은 정비지침 등)에 따라 수리 방법을 결정하고 수행한다. 일반적으로 식별 단계는 항공기의 내/외관을 점검하는 과업이 포함되며, 이때, 결함 탐지를 위해서는 육안을 활용하거나 육안과 동등 수준 이상의 성능을 갖는 대체 치공구(tools & equipments)

를 활용하여야 한다. 대표적인 사례는 내시경(텔레스코프), 드론을 활용하여 육안을 대체하고 있는 것이다. 정비매뉴얼 등에 따르면, 항공기 외관에 대한 육안점검은 문자 그대로 시각적으로 결함이 있는지 확인하는 것으로, 육안, 나안 혹은 교정 시력 등을 활용하여 팔 길이 정도의 거리에서 확인해야하는 과업이다. 이는 타 과업에 비해 비교적 단순한 작업이 반복되는 특성이 있다. 일반적으로, 항공기의 크기는 가로, 세로, 높이는 수십미터이기 때문에, 시간이 오래 걸릴 뿐 아니라, 항공기 상부를 확인하기 위해서는 특수한 장비(lift car)등을 사용하는 고소작업이 필수적이다. 이러한 외관검사의 특성과 대체 치공구의 이점으로 인해 많은 국가와 기업에서 검사드론 등 검사 기계를 활용한 점검을 활성화하고자 노력하고 있다.

항공기 외관검사를 검사드론으로 대체하는 것은 정비 작업 시간을 단축할 수 있을 뿐 아니라, 안전성까지 확보 가능하다. 유럽 및 싱가포르 업체들은 Table 1과 같이 검사드론을 이용한 항공기 점검을 시도하고 있다.

현재 검사드론은 교량 점검, 풍력발전기 점검, 정밀 농업 등 다양한 산업에서 적용되고 있는 상용화된, 비교적 높은 신뢰성을 확보한 기술이다. 그러나 항공정비는 항공안전과 직·간접적으로 밀접히 관련되어 있기 때문에 신기술에 대하여 보수적으로 접근할 수 밖에 없다. 따라서 항공정비 현장에서 실질적으로 활용되기는 그 산업의 특성을 고려할 때, 여러 가지 제도적, 정책적 검토가 선제적으로 이루어질 필요가 있다.

Table 1. Inspection Drone

| Company | Product | Function |
|----------------|--------------------------|---|
| Donecle | IRIS(DCL-90) | |
| ST engineering | Droscan (Drn-5, 15) | - Visual inspection - Lighting strike - Placard & paint check |
| Mainblades | Drone as a Tool(DJUM300) | |

3. 국내·외 법·제도 분석

항공정비산업은 항공산업의 안전성을 보장하기 위해 필수적인 산업이다. 따라서 국내·외 뿐 아니라 국제적으로도 항공정비산업을 육성하고 관리하기 위해 여러 정책과 제도를 마련하고 있다. 우리나라에서도 항공정비산업의 육성을 위해 산업의 경쟁력 증진을 위한 정책을 마련하고, 기존의 노동집약적 산업에서 고부가가치의 기술집

약형 산업으로의 전환을 위한 다양한 사업을 운영하고 있다(항공정비산업 경쟁력 강화방안 국토교통부, 2021; 기술집약형 항공정비산업 기술개발 사업기획-국토교통부, 2018). 특히 제도의 경우, 항공산업의 특성상 국가간 공간적 이동이 수반되기 때문에, 국제적인 기준과 합치하여야 하며, 국외에서 제시되고 있는 여러 제도들과의 유의미한 동질성 확보가 필수적이다.

이때 검사드론과 같은 새로운 유형의 기술을 항공정비 산업에서 적용하기 위해서는 신기술이 정비행위로 인정되어야 하며, 이를 개인 혹은 조직이 사용할 수 있어야 한다. 검사드론은 기존 육안검사를 대체할 수 있는 장비 및 도구 혹은 정비 방법이다. 우리나라 뿐 아니라 유럽 등 항공산업의 주요국가에서는 대체 장비 혹은 정비 방법을 사용하기 위해서는 기존의 것과 동일하거나 그 이상의 성능 혹은 효과를 갖는다는 것을 입증할 수 있다면 사용할 수 있도록 규정하고 있다. 검사드론이 그 동등성을 확보한다면 정비 행위로 인정받을 수 있으며, 실제 정비 현장에서 사용할 수 있는 법체제적 기반이 있다는 것을 의미한다.

따라서, 본 연구에서는 항공산업에서 안전감독과 안전성 관리를 위해 운영하고 있는 인증(approval) 제도 중, 정비산업에서의 제도인 정비조직인증을 중점적으로 검토하고 그 시사점을 도출하고자 한다.

3.1 항공정비조직인증 국제·국외 제도

일반적으로 항공사 혹은 개인으로부터 발생한 정비수요는 감항당국의 적법한 인증을 보유한 조직을 통해 정비한다[8]. 국제민간항공기구(ICAO)도 부속서(Annex) 8에서 정비조직인증(Approved Maintenance Organization; 이하 AMO)으로 규정하고 있으며 해당 기준을 통해 정비조직이 갖추어야 할 필요조건과 인증 절차 등을 제시하고 있다[23]. 또한 항공기를 운용하는 자(항공사)는 항공기 등록국이 인가한 정비조직이나, 항공당국으로부터 인가 받은 개인 또는 조직에서 항공기와 부품을 정비해야만 항공기를 운용할 수 있도록 규정하고 있기 때문에 항공 정비조직은 정비산업에서 주요한 역할을 한다고 할 수 있다[23]. 정비조직인증 제도는 정비조직인증(한국)[12], AMO(싱가포르)[11], Repair Station(미국)[9], Maintenance Organisation Approval(유럽)[10] 등 제도의 명칭은 상이하나, 본질적으로는 제3자의 항공기 등을 정비하기 위해 정비조직인증 제도를 운영하고 있다[8].

이때 항공안전에 대한 관리·감독의 의무가 있는 감항당국은 정비조직을 인가할 때 등급(class)과 업무한정

(rating)을 지정하고 신청자는 지정받은 한정과 등급에 해당되는 업무만 수행할 수 있다[23]. 일반적으로 등급은 A-항공기 기체(Aircraft), B-엔진(Engines), C-장비품/부품(Components/Parts), D-특수서비스(Specialized Service) 4개로 구분하여 대분류 한정코드를 부여하고 있다. 업무한정은 등급 내에서의 구체적인 세부 기준을 의미하며 대분류 한정코드(알파벳)에 세부기준에 따라 구분한 숫자(e.g. A1 등)를 붙여서 정하고 있다. 일반적으로 한정 코드는 미국항공운송협회(Air Transportation Association of America, ATA)에서 제시한 항공기 시스템 분류 코드인 ATA Specification 100를 표준으로 사용하고 있다.

3.2 우리나라 항공정비조직 인증 관련 제도

우리나라 역시 항공정비조직을 인증하고, 관리하기 위한 제도를 Table 2와 같이 운영하고 있다[12,13]. 우리나라의 등록부호를 가진 항공기(대한민국 국적 항공기)와 이에 장착된 부품을 정비하는 사업을 운영하려는 자는 정비하는 장소와 관계없이 정비조직인증을 받아야 한다. 또한 국외에서 우리나라 국적 항공기를 정비하려는 외국회사는 우리나라의 정비조직인증을 받아야 하며, 우리나라에서 외국항공기를 정비하고자 하는 자는 국토교통부의 정비조직 인증 획득이 원칙적으로 필요하지 않지만 외국 항공기가 등록된 국가의 규정에 따라 우리나라의 정비조직 인증을 요구하는 경우가 있어 현실적으로는 우리나라의 정비조직인증을 보유하고 있는 경우가 대다수이다. 예를 들어 우리나라 정비조직이 미국 항공사의 비행기를 정비하려면 FAA Repair Station Certificate만 필요하나 FAA가 이를 발급하기 위한 전제 조건으로 우리나라 정부의 정비조직 인가를 요구하고 있는 식이다.

우리나라의 항공기 정비조직에 관한 법체제는 사업등록과 정비능력에 관한 인증으로 나누어져 있다. 이에 따라 항공기 정비사업을 하고자 하는 자는 항공사업법 제42조(항공기정비업의 등록)의 요건에 따라 항공기정비업자로 등록하여야 하며, 등록 이후 정비하고자 하는 품목에 대한 적합한 정비능력을 보유하고 있음을 항공안전법 제97조(정비조직인증 등)에 따라 국토교통부로부터 인증받아야 한다[12]. 또한, 국토교통부 고시 고정의항공기를 위한 운항기술기준 6장에서는 정비조직인증을 위해 요구되는 인력, 설비 및 검사체계 등에 관한 기준을 제시하고 있으며, 정비조직이 수행할 수 있는 업무를 운항기술기준 6.2.5.업무한정을 통해 Table 3과 같이 등급과 한정으로 제한하고 있다[13].

Table 2. AMO-related Law of Korea

| Law | Contents |
|--|---|
| Aviation Safety Act | Article 58 (Aviation Safety Program, etc.) Article 97 (Certification of AMO, etc.) Article 98(Revocatin, etc. of Certification of AMO, etc.) Article 99(Imposition of Administrative Monetary Penalties on Persons Who Have Obtained Certification of AMO) |
| Aviation Safety Act Enforcement Decree | Article 22 (Amount of Administrative Monetary Penalties on Persons Who Have Obtained Certification of AMO by violation types, etc.) |
| Aviation Safety Act Enforcement Rules | Article 130 (Approval of Aviation Safety Management System, etc.) Article 132 (Matters to be included in Aviation Safety Management System) Article 270 (Tasks that Require AMO Certification) Article 271 (Application for AMO Cerification) Article 272 (Issuance of AMO Cerification) Article 273 (Standard for AMO Certification Cancellation, etc.) |
| Aviation Business Act | Article 2 (Definition) 17 Article 42 (Registration of Aircraft Maintenance Service), Article 43 (Provisions Applied Mutatis Mutnadis to Aircraft Maintenance Services) |
| Flight Safety Regulations | Chapter 6 Approval for Maintenance Organization |
| Instructions and Regulations | Procedures for Approval of Maintenance Organization Procedures for Approval of Aviation Safety Management System and Guideline for Monitoring Manual vol.3 and vol.4 for Aviation Safety Inspector |

Table 3. AMO Classes and Ratings of Korea

| Class | Rating | |
|---------------------|--------|--|
| Aircraft | A1 | >5,700kg maximum take-off weight airplane or airship |
| | A2 | ≤5,700kg maximum take-off weight airplane or airship |
| | A3 | Helicopter |
| Engine | B1 | Turbine Engine |
| | B2 | Reciprocating Engine |
| | B3 | Auxiliary Power Unit |
| Component/Parts | C1 | Component/Parts Under ATA Chapter 21 |
| | C2 | Component/Parts Under ATA Chapter 22(Automatic Flight) |
| | C3 | Component/Parts Under ATA Chapter 23 or 34 |
| | ⋮ | ⋮ |
| | C22 | Component/Parts Under ATA Chapter 84 |
| Specialized Service | D1 | Nondestructive Testing |

검사드론의 경우, 비교적 최근에 등장한 정비기술이며 특수한 도구 및 장비(Tools and equipment)를 활용하기 때문에 현재의 등급 및 업무한정 체계에서 정확히 적용되기 어렵다는 한계가 있다. 예를 들어, 검사드론을 활용한 항공기 외관검사는 비파괴검사와는 그 성격이 상이하다고 판단할 수 있어, D등급에서 기타로 분류될 뿐 구체적인 한정으로 규정되지 않는다. 따라서, 본 연구에서는 검사드론의 향후 발전 가능성과 기대 편익 등을 고려하였을 때, 검사드론에 적합한 등급과 한정 체계를 개선하는 것이 필요하다고 판단하였다.

4. 법-제도 분석 결과 및 시사점

분석 결과, 국내외 감항당국에서는 항공기 운영자가 본인이 운영하고 있는 항공기를 검사드론을 활용하여 점검할 수 있도록 여러 법·제도적 차원의 지원을 하기 위해 노력하고 있다. 예를 들어 Airbus사는 그들의 정비매뉴얼에 검사드론을 활용한 일반 육안점검(general visual inspection) 방법을 규정하고, EASA는 이를 승인(approved)하여 현실적으로 활용할 수 있게 지원하고 있다(Canaday, 2021). 싱가포르 역시, ST Engineering에서 드론을 활용한 항공기 외관 방법(DroScan)을 개발하였으며 이를 CAAS에서 인가하였다(ST Engineering, 2020). 우리나라도 검사드론을 도입하기 위해 법·제도적 측면의 검토를 추진 중에 있다. 그러나 현재의 업무한정 및 등급체계는 기존의 전통적인 항공산업을 기반으로 한 것으로 최근 기술의 발전에 따라 등장하는 새로운 형태의 항공기 및 드론의 기능확장에 따른 용도의 다양화 등을 수용하기에는 어려움이 있는 실정이다. 이미 산업 전반에 걸쳐 드론을 활용한 다양한 시도가 이루어지고 있으며, 특히 항공분야에서는 선진국을 필두로 항공기 검사에 드론을 접목함으로써 안전확보와 비용감소를 동시에 달성하고자 하는 적극적인 움직임들이 일어나고 있다. 이러한 움직임에 맞추어 본 연구에서는 특수서비스 등급에 해당하는 항공기 정비분야 및 장비의 사용을 다양화함으로써, 국내 항공기 정비산업에 검사드론의 도입을 제도적으로 지원하기 위한 등급과 업무한정을 조속히 마련하는 것이 필요하다고 판단하였다.

우리나라 법체계와 산업 환경, 그리고 국외 및 국제 기준을 검토한 결과, 검사드론은 그 동등성이 입증되는 전제 하에, 본인의 항공기에 사용 가능하도록 법체계

가 갖추어져 있으나, 제3자가 검사드론을 활용하여 정비를 수행하기에는 법적 제한사항이 존재한다. 이에 따라 본 연구에서는 제3자가 검사드론을 활용하여 정비를 수행하기 위한 개정(안)을 제시하고자한다. 첫째, 본 검사드론을 활용하여 항공기 외관을 검사하기 위한 기술적 신뢰도와 성숙도는 충분히 확보되어있다. 그러나 현재 우리나라 관련 법·제도 상, 제3자, 즉 정비조직이 검사드론을 수행하기 위한 근거는 정비 현장에 즉각적으로 활용하기엔 미비한 상황이다. 구체적으로 현재 정비조직의 업무 한정 및 제한은 검사드론을 활용한 외관검사 업무를 고려하고 있지 않다. 검사드론이 특정 기능(항공기 외관검사)을 수행하는 특수한 장비 및 도구임을 고려할 때, 해당 정비에 적합한 업무의 한정과 제한을 Table 4와 같이 추가할 수 있다. 검사드론을 활용한 외관검사는 항공기를 시각적으로 검사하는 특수한 서비스이며, 현재 D1으로 존재하는 비파괴검사와는 본질적 차이가 존재하기 때문에 D2라는 한정 및 제한으로 신설할 필요가 있다고 판단된다.

둘째, 현재 우리나라에서는 정비조직이 계약정비를 통해 특수한 정비기능을 계약업체가 수행할 수 있도록 규정하고 있다. 그럼에도 불구하고, 정비조직 업무와 정비 절차에 대한 모든 사항을 규정하는 정비조직절차교범 및 품질관리교범을 작성하는 기준에 대한 지침에는 계약정비의 항목에 대하여 도급, 열처리, 특수작업 및 특수서비스와 하위 부속품의 정비·개조만을 포함하고 있다. 이에 따라 검사드론에 해당하는 드론 기반 시각검사를 Table 5와 같이 해당 조항인 정비조직절차교범 및 품질관리교범 작성기준 제19조 3항 가목에 포함하는 방안도 고려할 수 있다.

다만, 본 연구에서 제시한 두 방법의 경우, 검사드론을 활용하여 항공기의 외관을 검사한다는 점은 동일하나, 검사한 결과를 판독하는 주체가 상이하다는 점에서 그 차이가 있다. 한정 및 제한에 대한 제개정 시, 검사 결과를 판독할 수 있는 확인정비사를 보유한 정비조직이 검사드론을 활용하기 때문에 해당 조직이 스스로 항공기 외관을 점검하고 그 결과를 판독할 수 있다. 그러나, 계약정비를 통해 검사드론을 활용하는 경우, 검사드론을 운영하는 업체(e.g. 초경량비행장치사용사업자 등)는 단순히 검사드론을 활용하여 항공기 외관을 시각적으로 촬영하는 기능을 담당하며, 정비조직의 확인정비사가 촬영된 결과를 기반으로 점검 결과를 판독하고 항공기의 손상을 판단해야 한다.

Table 4. Suggested Amendment of Flight Safety Regulations for Aeroplanes 6.2.5 (Ratings)

| Current | | Suggested Amendment |
|---------------------|----------|--|
| Aircraft | A1...A3 | → (the same) |
| Engine | B1...B3 | |
| Component /Parts | C1...C33 | |
| Specialized Service | D1 - | (Add) D2 Drone-based inspection |

Table 5. Suggested Amendment of Standard for AMO Process Manual and Quality Management Manual Article 19 (Contract Maintenance Information)

| Current | Suggested Amendment |
|---|---|
| ...this can include plating, heat treatment, special works, nondestructive testing, or maintenance and alteration of equipment and parts or sub-assembly... | → ...this can include plating, heat treatment, special works, nondestructive testing, inspection drone , or maintenance and alteration of equipment and parts or sub-assembly... |

5. 결론

항공정비산업은 항공산업의 안전과 신뢰성을 유지하기 위해 필수적인 산업이다. 이에 따라 항공정비산업은 최첨단 기술을 받아들이면서, 고-효율, 고-효과를 위해 발전하고 있다. 하지만, 항공정비산업은 산업의 특성상 기술의 발전에 보수적일 수 밖에 없다. 또한 산업에 대한 규정을 다루고있는 법·제도는 산업의 특성을 반영할 수 밖에 없기 때문에 항공정비와 관련된 규정 역시 보수적으로 구축되어있다. 이에 따라 검사드론과 같이 현재 적용 중이거나 적용 예정인 기술을 위한 법·제도 역시 기술이 발전됨에 따라 이를 지원할 수 있도록 변화할 필요가 있다.

본 연구에서는 항공정비산업의 산업적 중요성과, 신기술 도입에 대한 추세를 반영할 수 있도록 국내외 법·제도를 분석하였다. 분석 결과, 항공산업의 재정적 악화로 인해, 항공정비 수요의 외주가 증가하고 있어 이런 수요를 수행할 수 있는 정비조직의 중요성이 증가하고 있다. 우리나라와 미국, 유럽, 싱가포르 등 항공산업 주요 국가들은 정비조직에 대한 정의와 업무 한정과 제한 등을 규정하고 있다. 이때 검사드론을 활용한 항공기 외관검사는

기존의 육안검사를 대체하는 정비이며 검사드론이라는 특수한 장비 및 도구를 활용한 서비스라고 할 수 있다. 우리나라의 법·제도 분석 결과, 본인이 보유하거나 운영하고 있는 항공기의 외관을 검사드론을 활용하여 검사할 수 있도록 규정되어 있지만, 제3자가 정비할 수 있는 법적 근거는 미비하다는 것을 확인하였다. 이에 따라 본 연구에서는 정비조직의 업무한정 및 제한을 신설하는 방안과, 계약정비의 범위를 확장하여 검사드론을 활용할 수 있는 두 가지 제·개정 방안을 제시하였다.

본 연구에서 검사드론 활용을 위해 새로이 제시한 두 가지 법적 근거는 항공기 외관검사에 대한 새로운 정비 방법을 현실화함으로써, 다음과 같은 세 가지 이점을 확보할 수 있으며 이를 통해 본 연구의 의의를 확인할 수 있다. 첫째, 정비의 효율성과 안전성을 확보할 수 있다. 새로운 정비기술은 기존의 방법과 달리 외관검사에 투입되는 시간과 자원을 감소시킴으로써 경제적 이점을 기대할 수 있으며, 고소작업 등을 대체하기 때문에 안전성을 확보할 수 있다. 둘째, 새로운 정비 기술을 제3자 조직에서 제공할 수 있도록 산업적 계약을 감소시킴으로써, 정비조직이 신규 분야로 본인의 사업 부문을 증가시킬 수 있는 산업 진흥적 차원의 이점을 기대할 수 있다. 이를 통해 새로운 유형의 정비조직이 활성화될 수 있으며 이를 통해 기존과는 다른 수익 구조가 발생할 가능성을 제시할 수 있다는 장점이 있다. 마지막으로, 본 연구에서 제시한 법적 근거를 통해, 기존 항공정비산업에 참여하고 있는 이해관계자 이외에, 드론이라는 접점을 가진 신규 이해관계자들이 항공정비산업에 유입될 수 있는 가능성을 확보할 수 있다. 예를 들어, 현재는 방제, 감시 등의 분야에서 주로 운영되고 있는 드론업체가 일정한 기준의 시설과 요건을 갖춘다는 조건 하에, 항공기 외관검사라는 특수한 서비스를 제공할 수 있는 신규 사업 유형에 참여할 수 있다. 이를 통해 항공정비산업에 참여하는 이해관계자를 확장할 수 있을뿐만 아니라, 산업의 규모 역시 확장할 수 있어 새로이 유입된 업체들과 기존 업체와의 시너지를 기대할 수 있다.

본 연구의 한계는 항공정비조직이 검사드론을 활용할 수 있는 사업 유형에 대한 법적 근거를 제시하였으나, 검사드론에 대한 성능 기준, 검사드론을 조종할 인적자원에 대한 자격 기준, 업무 절차 등에 대한 법·제도 차원의 검토까지는 살펴보기 못한 데 있으며 이 부분은 후속 연구에서 추가적으로 이루어질 필요가 있다.

References

- [1] ICAO, 2022 Environmental Report, 2022.
- [2] Oliver Wyman, Global Fleet and MRO Market Forecast 2022-2032, 2022.
- [3] Nam, S., Song, W. K., Yoon, H., "An maintenance, repair, and overhaul (MRO) safety oversight system", *Journal of Air Transport Management*, Vol.107, No.102349, pp.1-11, 2022.
- [4] Sobieralski, J. B., "COVID-19 and airline employment: Insights from historical uncertainty shocks to the industry", *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, Vol.5, No.100123, pp.1-12, 2020.
- [5] Ministry of Land, Infrastructure, and Transport, Aviation Market Trend & Analysis, Vol.120, 2022.
- [6] Nam, S., Choi, S., Edell, G., Amartya, D., Song, W. K., "Comparative Analysis of the Aviation Maintenance, Repair, and Overhaul (MRO) Industry in Northeast Asian Countries: A Suggestion for the Development of Korea's MRO Industry", *Sustainability*, Vol.15, No.1159, pp.1-15, 2023.
- [7] Al-kaabi, H., Potter, A., Naim, M., "An outsourcing decision model for airlines' MRO activities", *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, Vol.13, No.3, 2007.
- [8] Nam, S., Cho, J., Kim, J., Song, W. K., "A study on the promotion of approved maintenance organization consulting for the development of MRO industry", *Journal of the Korean Society for Aviation and Aeronautics*, Vol.30, No.4, pp.33-44, 2022.
- [9] FAA, 14 CFR Part 145, 2023.
- [10] EU, Commission Regulation (EU) No.1321/2014, 2014.
- [11] CAAS, Singapore Airworthiness Requirements Part 145, 2023.
- [12] Ministry of Land, Infrastructure, and Transport, Aviation Safety Act, 2023.
- [13] Ministry of Land, Infrastructure, and Transport, Flight Safety Regulations for Aeroplanes, 2023.
- [14] ICAO, Future of Aviation, 2023.
- [15] Canaday, H., "Korean Air Makes Progress On Drone Swarm Inspections", *Aviation Week*, 2023.05.22.
- [16] Nam, S., Park, Y. R., Kwon S. W., Hwang Y. S., Yoon, H., "A Study on Application of Risk Based Aviation Safety Oversight Approach for Approved Maintenance Organization System", *Journal of Aerospace System Engineering*, Vol.15, No.5, pp.50-59, 2021.
- [17] Esposito, M., Lazoi, M., Margarito, A., Quarta, L. "Innovating the maintenance repair and overhaul phase through digitalization", *Aerospace*, Vol.6, No.5, pp.1-14, 2019.
- [18] Vieira, D. R., Loures, P. L., "Maintenance, Repair and

Overhaul (MRO) Fundamentals and Strategies: An Aeronautical Industry Overview”, *International Journal of Computer Applications*, Vol.135, No.12, pp.21-29, 2016.

- [19] Canaday, H. “How Airlines Are Shifting MRO Strategies”, *Aviation Week*, 2021.04.19.
- [20] Pozzi, J., “FL Technics, Wizz Air Partner For Base Maintenance”, *Aviation Week*, 2021.11.23.
- [21] Schofield, A., “Pandemic Expected to Boost MRO Outsourcing in Asia-Pacific”, *Aviation Week*, 2021.9.24.
- [22] IATA, *Future of Aviation Industry 2035*, 2018.
- [23] ICAO, *Doc 9760 Airworthiness*, 2020.

송 윤 경(Woon-Kyung Song)

[정회원]



- 2004년 2월 : 서울대학교 경영학과 (경영학사)
- 2007년 8월 : 조지워싱턴대학교 경영대학원 (재무금융석사)
- 2013년 8월 : 조지워싱턴대학교 경영대학원 (재무금융박사)
- 2014년 9월 ~ 현재 : 한국항공대학교 경영학부 부교수

<관심분야>

항공경영, 항공재무

남 승 주(Seungju Nam)

[정회원]



- 2018년 3월 : 한국항공대학교 경영학부 (경영학사)
- 2019년 8월 : 한국항공대학교 일반대학원 경영학부 (경영학석사)
- 2020년 3월 ~ 현재 : 항공안전기술원 항공안전본부 연구원

<관심분야>

항공안전, 데이터 애널리틱스, 호스피탈리티 산업

황 유 신(Yushin Hwang)

[정회원]



- 2006년 2월 : 동의대학교 정보통신공학과 (공학사)
- 2012년 12월 ~ 2018년 1월 : 국토교통부 항공안전감독관
- 2018년 2월 ~ 2020년 8월 : GE OWS Korea Chief Inspector
- 2020년 9월 ~ 현재 : 항공안전기술원 항공기인증본부 선임연구원

<관심분야>

항공안전, 감항인증