

Analysis of Success Factors for Converting Passenger Aircrafts to Freighters Using AHP

Gwang Cho Cho* · Hyun Cheol Lee**†

*Institute for Aerospace Industry-Academic Collaboration

**School of Business, Korea Aerospace University

AHP 기법을 활용한 여객기의 화물기로의 개조사업 성공요인 분석

조광조* · 이현철**†

*항공우주산학융합원 항공산업교육훈련팀, **한국항공대학교 경영학부

The air transport industry is experiencing unprecedented fluctuations in aviation demand through the Covid-19 pandemic, and is more focused than ever on maintaining and generating business profitability. During the pandemic, demand for air cargo has soared, and the conversion business from passenger aircrafts to freighters(P2F) is drawing attention as a new business in the aviation maintenance industry. This study derives important factors to be considered in order to successfully carry out the P2F project through a wide range of cases and related literature, and analyzes the relative importance of each factor using the analytic hierarchy process. Through a survey of 33 aviation maintenance experts with more than 20 years of field experience, the importance of main factors and their sub factors was determined and implications were drawn. As a primary result, in order to succeed in the P2F project, the main factors were identified in the order of skill, finance, and location. The most important sub factors for each main factors were identified in order of securing airframe modification skill, securing infrastructure construction cost, and creating P2F business complex and district. The quantified success factors suggested the critical direction for the successful development of Korea's P2F business, and presented viable and specific business strategies and implementation plans for each factors.

Keywords : Aviation Maintenance, Repair & Overhaul, Conversion Business, Passenger Plane To Freighter

1. 서론

전 세계적으로 항공기를 이용한 화물 운송 산업은 Covid-19 팬데믹 상황을 겪으며 급속한 변화를 겪고 있으며, 더욱 빠른 배송과 경쟁력 있는 가격을 제공하는 것이 그 어느 때보다 항공물류 기업의 생존과 발전에서 중요한

의미로 다가오고 있다[11, 42]. 이러한 상황에서 화물기 개조(Passenger Aircrafts To Freighters, 이하 P2F)사업은 노후화된 여객기를 화물기로 개조하여 화물 운송능력 향상, 연료비 절감, 안전성 향상 등 다양한 측면에서 이점을 얻을 수 있어 항공정비 산업에서 새로운 고부가가치의 전략 사업으로 부상하고 있다[31, 46, 49](<Figure 1> MRO 시장 예측 및 P2F 비중 참조). 하지만 P2F는 상당히 복잡한 기술적 요인과 국가 차원의 지원이 필요한 재정적 요인 등을 고려하여 수행되어야 하므로, 전 세계 항공정비 기업

Received 31 July 2023; Finally Revised 25 August 2023;

Accepted 4 September 2023

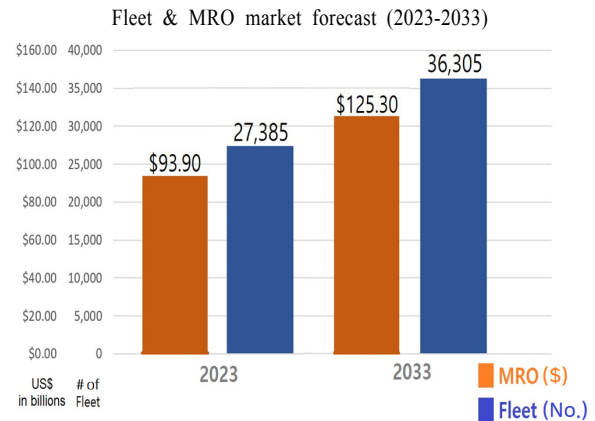
† Corresponding Author : hlee@kau.ac.kr

들이 상당 수준의 비용과 시간이 소모되는 시행착오 과정을 거쳐 진행해나가고 있다[45]. Covid-19로 인해 전 세계의 항공사는 보유 항공기 중 노후 항공기의 조기 퇴역을 진행하였으며, 글로벌 항공 화물시장 성장에 따른 화물 운송 수요 증가에 따라 조기 퇴역한 여객기를 화물기로 개조하는 P2F 사업이 항공사의 수익성 악화 방어를 위해 항공 정비 산업의 전략 다각화 방면에 있어 주목받고 있다[14, 48]. 즉, 항공화물 운송의 수요 증가와 함께 팬데믹을 겪으며 전 세계적으로 중요한 경제 활동임을 확인할 수 있었던 국제 전자상거래의 확대로 P2F 사업 진행의 필요성을 확인할 수 있다.

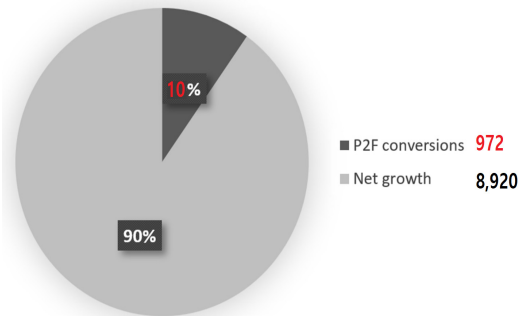
이러한 항공정비 산업에서 P2F 사업의 필요성과 시장의 요구가 커짐에 따라 성공적인 사업 운영을 위해서 사업 성공의 중요요인들을 파악하고 어떠한 요인이 먼저 고려되어야 하는가를 결정하는 것이 중요하다. 국토교통부 제1차 항공정책 기본계획(2010~2014)에 따르면 항공운송업계 성장에 따라 항공기 제작, 정비(Maintenance), 수리(Repair), 완전분해조립(Overhaul)(이하 MRO)에 대한 수요 또한 증가 추세이지만 국내 항공정비 인프라 부족으로 대부분 해외에 의존하고 있다[23, 47]. 따라서 고부가가치 창출이 가능한 항공기 제작, MRO에 대한 지원을 확대하여 항공정비 물량의 해외유출 방지와 국내 고유의 항공정비 산업 기반 구축이 필요하다[56]. 이를 통해 항공기 제작사와 해외 대형 MRO 기업, 엔진 제작사 등이 보유하고 있는 기술을 국내로 투자 유치와 기술 이전을 진행하고, 국가적 차원에서 항공정비 핵심 경쟁력을 확보하고자 하는 지원이 지속적으로 필요하며 전략적인 접근을 준비해야 한다[14]. 또한, 항공기 정비와 관련된 항공부품 공동 조달 체계 구축을 위한 MRO 클러스터 조성 등 관련 배후단지 조성을 통해 P2F와 같은 고부가가치 항공정비 산업 분야를 국가 기술 전략산업으로 투자하고 육성해야 한다[29].

본 연구의 목적은 항공산업의 새로운 사업 영역으로 중요성이 커지고 있지만, 관련 데이터의 희소성 때문에 국내 외적으로 학술적 논의가 거의 없는 P2F에 관한 기초적인 연구 자료를 제공함과 동시에 사업의 성공을 위한 핵심 요인을 식별하고 분석하는 것이다. 이를 통해 화물기 개조 사업의 성공 가능성을 향상시키기 위한 전략과 지침을 제시하고자 한다. 구체적으로 기술적 측면에서의 인증, 관련 기체 개조기술, 전문기술 인력과 팀, 재정적 측면에서의 인증 비용, 운영비용, 인프라 구축비용, 입지적 측면에서의 공항 규모·접근성, 배후단지, 배후도시 등 여객기에서 화물기로의 개조사업에 영향을 미치는 다양한 요인들을 종합적으로 검토하고 분석하여 성공적인 사업 운영을 지원하는 통찰을 도출하고자 한다. 연구 결과는 항공정비 산업과 관련 이해관계자들에게 실질적인 기준을 제공하여 화물기 개조사업의 효율성과 경쟁력을 향상시키는 데 기

여할 것으로 기대한다. 종합하면 이 연구에서는 P2F 사업 성공 요인의 우선순위를 파악하여 이를 항공정비 MRO 기업들의 성공적인 전략 수립과 경쟁력 향상에 활용하고, 국내 P2F 사업 투자 유치 및 진행에 대한 실행 방안을 제시하고자 한다.



Share of P2F in total # of fleet growth (2023-2033)



<Figure 1> Global Fleet and MRO Market Forecast in 2023-2033 [48]

2. 이론적 배경

2.1 항공정비 산업(MRO)

항공정비 산업은 항공기의 정비와 수리를 담당하는 산업으로, 항공기 기체정비, 엔진정비, 부품정비, 운항정비로 구분한다[23, 34]. MRO는 항공기와 그 구성품의 유지보수, 수리, 완전분해조립을 의미한다. 항공기는 안전한 운항을 위해 정기적으로 점검 및 유지보수가 필요하며, 이러한 작업을 수행하는 산업이 항공정비 산업이다[8, 13]. 또한 항공정비 산업은 적시에 효과적인 유지보수 서비스를 제공함으로써 항공기 지상 체류 시간을 최소화하고 유지보수 비용을 절감하며 전반적인 운영 효율성을 개선하는데 도움이 된다[8, 29]. 항공정비 산업은 항공기의 수명을

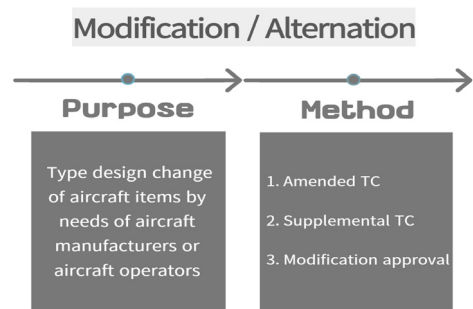
연장하고 안전한 운항을 보장하기 위해 기술적인 역량과 전문 지식을 요구하며 정교한 설비와 시설이 필요하므로 대규모 투자와 철저한 안전 관리 체계가 필요하다[13, 15, 34]. 항공정비 산업은 항공기 구성품의 검사, 수리 및 교체, 엔진 유지보수, 항공기 전기·전자 부분 업그레이드, 항공기 성능 개선 또는 변화하는 규제 요건 충족을 위한 개조 등과 같은 광범위한 활동이 포함된다[13, 29]. 즉, 단순한 항공기 수리/정비 개념으로부터 설계/제작, 개조 등을 포함하는 광의적 개념으로 확대되어 적용된다[23, 46].

2.2 화물기 개조(P2F)

본 논문에서 화물기 개조란 기존의 여객기를 화물기로 개조하는 일련의 과정으로 한정하여 P2F, Cargo Conversion으로 말한다. P2F는 여객기의 수명이 다해 새로운 기종으로 교체하기 전에, 여객기를 재사용하여 화물 운송 시장에 적합한 운송 수단으로 개조하는 것이다[16]. 항공정비 산업에서 P2F 사업은 많은 주목을 받는 분야이다. 여객기의 화물기로의 개조는 기존 여객기로 활용되던 항공기를 화물 운송을 위해 화물 운송 전용 항공기로 적절하게 변형하여 비용 효율성과 운영 효율성을 극대화하는 것을 목표로 한다.

P2F는 개조(Modification)에 해당하는데, 개조란 국제민간항공협약 부속서 6과 부속서 8(Annex 6 Operation of Aircraft, Annex 8 Airworthiness of Aircraft, Definitions)에 항공 품목 형식설계의 변경으로 규정되어있다[29, 51]. 즉, 여객기를 화물기로 개조하는 P2F는 인가된 기준에 적합하게 항공기 또는 부분품을 변경, 항공기·엔진·프로펠러 및 부분품 등이 설계에 없는 항목을 변경, 항공기의 중량, 평형, 구조 강도, 성능, 엔진 작동, 비행 특성과 기타 품질에 상당하게 작용하여 감항성에 영향을 주는 것으로 설계/제작 기술이 접목된 고도로 발전된 기술 집약 사업이다[51, 29, 46]. P2F 사업의 과정에는 일반적으로 수행하는 작업 외에도 여러 가지 기술적인 개선, 그리고 P2F 사업을 진행하는 기업별 노하우와 고유기술 작업이 포함된다. 일반적으로 P2F는 기존 여객 운송 임무와 구성을 화물 운송으로 변경하고 새로운 시장에 적용한다[4]. 이에 따라, 새 임무에 필요한 특정 시스템을 설치하고 새 구성에 필요한 주요 구조를 수정한다. 마지막으로 부가형식증명(Supplemental Type Certificate, STC) 또는 형식증명(Type Certificate, TC)개정과 같은 인증 절차를 진행한다[36, 54]. 예를 들어, 여객기 실내 인테리어 장비 및 가구(좌석, 주방 껌리, 화장실, 보관함, 측면/천장 라이너, 카펫 바닥재, 오버헤드 콘솔, 엔터테인먼트 시스템)와 같이 더는 필요하지 않은 승객 편의 시스템들을 항공기에서 제거한다. 또한, 승객 탑승/하기용 문을 탈거하고 화물 적재 용량에 최적화하기 위한 STC를 받은

화물칸 출입구와 둘러싸고 있는 구조로 교체 또는 보강한다. 그리고 승객 대신 화물을 적재하기 위한 바닥보를 교체하고, 화물칸의 신규 라이닝, 천장과 조명, 배수 시스템, 연기 감지 시스템, 메인 화물칸 안에서 다양한 항공화물 탑재용기(Unit Load Device)를 적재할 수 있는 무동력/동력 화물 적재 시스템(Cargo Loading System), 화물칸과 조종실 사이의 단단한 장벽/네트 설치, 화물의 무게와 균형을 조정하기 위한 운항 시스템을 개선하는 등의 작업이 이루어진다. 그 과정에는 동체 강화, 최대 이륙 중량 증가, 화물기 운항을 지원하기 위한 항공기 전기·전자 부분 업그레이드와 같은 항공기 시스템의 수정도 포함될 수 있다[35]. 이러한 수정을 통해 개조된 항공기는 화물기 운항에 필요한 성능과 안전 표준을 유지하면서 더 큰 부피와 무게의 화물을 운반할 수 있다.



<Figure 2> Definition of Modification in P2F (Doc 9760 Ch 8, 8.5 [21])

P2F를 위한 몇 가지 주요 고려 변수가 있다. 유상하중, 화물의 부피 허용 범위, 중량 및 구조적 한계, 바닥 보 지원 안정화, 항공기의 무게중심, 항공기의 남은 설계 수명(평균 20~30 기령), 신뢰할 수 있는 기체/엔진, 낮은 자본 비용, 소음 기준, 다른 화물기와의 호환성, 정비 시간/주기/이력, 유지보수 조건, 기존 감항성 개선지시 명령과 기술 회보에 미치는 영향, 관련 STC 등이 이에 해당한다[19, 24]. P2F는 original equipment manufacturing(OEM), OEM과 협력 계약을 체결한 타사 계약자 또는 독립 기업, 개조 방법을 독립적으로 개발하는 타사 계약기업에서 수행된다. 현대 전기 신호식 비행 조종 제어와 같은 항공기의 기술적 복잡성으로 인해 최근 몇 년 동안 보잉과 에어버스와 같은 항공기 OEM에 기술습득을 위해 부과되는 요금을 부과하고, OEM과 협력하거나 OEM이 승인한 P2F 기업이 점점 더 많아지고 있다. 따라서 OEM인 보잉과 에어버스로부터 수정형식증명 보유기업(Amended Type Certificate Holder) 또는 부가형식증명 보유기업(Supplemental Type Certificate Holder)이 P2F를 수행 가능한 기업이다.

P2F를 통해 개조된 화물기의 가격은 새로 생산된 화물

기와 경쟁하기 위해 가격이 매력적이어야 한다[44, 49]. 평균적으로, 기령이 20년 된 개조 화물기의 목표 가격은 같은 크기의 새 화물기의 25%~30%로 책정된다. 그 가격은 주로 소규모 항공기는 \$1,000만~\$1,200만, 중형 협동체 항공기는 \$1,500만~\$2,000만, 중형 광동체 항공기는 \$2,000만~\$3,000만, 대형 항공기는 \$5,500만~\$6,500만의 가격 형성 균으로 P2F 사업이 진행되고 있다. 이는 새로운 생산 중형 광동체 화물기의 가격이 \$7,000만, 새로운 생산 대형 광동체 화물기의 가격이 \$1억 5,000만 이상인 것에 비해 매력적인 가격이다[44]. 또한 P2F는 여객기의 용도를 화물기로 변경하여 비용을 절감하고, 항공화물 운송의 수요를 충족시키며, 화물 운송을 위한 보다 환경 친화적인 옵션을 제공하는 것을 포함한 여러 가지 이점을 제공한다. 또한 여객기를 화물기로 전환하는 것은 항공기의 경제적 수명을 연장하는 방법으로 항공기 폐기의 환경적 영향을 줄여 은퇴하는 여객기를 이용한 보다 지속 가능한 솔루션을 제공한다[45]. 개조된 화물기는 요구되는 높은 운항 신뢰성을 충족하며, 항공사에 더 경제적인 대안으로 고가의 새 화물기를 사용하지 않고도 같은 양의 이익을 얻을 수 있다. 여객기를 화물기로 개조하는 P2F 프로젝트를 위해서는 항공기 설계·구조 및 시스템의 해석, 이를 바탕으로 제조, 제조된 부품 또는 화물기를 시험, 이를 통한 인증 절차 수행 등의 종합적인 기술력을 요구하며 이를 통한 항공제조 산업 및 항공정비 산업과 같은 유관 산업에 미치는 효과가 매우 크다고 할 수 있다.

2.3 AHP 분석 기반 항공산업 연구

본 연구는 항공정비 산업의 개조사업 진행에 있어 고려해야 할 요인의 우선순위를 결정하기 위해 Analytic Hierarchy Process(AHP) 분석을 적용하여 결과를 도출하고자 한다. AHP는 다중 기준 결정 문제에 널리 적용되는 방법론으로, 다양한 요소들의 상대적 가중치를 정량화한 결과값을 가지고 합리적인 의사결정을 내릴 수 있도록 돕는데 목적이 있다[53]. 서론에서 언급한 바와 같이 P2F의 연구 결과가 거의 존재하지 않기 때문에 관련 주제인 MRO 또는 항공산업에 AHP를 적용한 연구 결과를 중심으로 선행연구를 정리하였다.

Jung et al.[26]은 공대공 교전을 중심으로 무인기 자율기능의 상대적 중요도를 도출하기 위해 진행한 연구에서 인지, 판단, 제어를 대분류 요인, 18개 중분류와 69개 소분류 요인으로 구분하여 AHP 분석을 진행하였다. 주요 결과로서 유무인 협업 공대공 교전을 위한 무인기 자율기능의 우선순위를 제시하고 최근 대두되고 있는 무인기에 대한 중요성을 환기하였다.

항공기 엔진 수리업체 선정에 관한 AHP 연구에서 항공

사가 엔진 수리업체를 평가할 수 있는 업체 선정 대안을 평가하기 위한 연구를 진행하였다[10]. 가격, 수리 기간, 품질, 보증, 고객지원을 상위요인으로 도출하고, 시간당 비용, 공장 수리 기간, 수리 실적, 보증, 교육훈련 지원 외 15개 총 20개의 하위요인을 문헌 검토 및 전문가들의 설문을 바탕으로 관련 주제의 결과를 도출하였다[10].

Kim and Lee[32]는 항공무기 체계 연구개발 사업과 관련하여 AHP를 활용하여 요인별 중요도의 크기와 우선순위를 결정하고 이를 항공기 사고 사례분석 결과와 통합 분석하여 항공무기 체계 연구개발 사업에서 발생할 수 있는 리스크 감소를 위한 구체적 관리방안 제안하였다. 이를 통해 사업 관리자 측면에서 전략적으로 계획하고, 리스크 식별 항목들을 효율적으로 관리할 수 있는 방법을 제시하였다.

기술 추격국의 항공기 체계개발에 있어 기술획득 유형 선정에 관한 연구에서는 항공기 체계 기술획득 전략과 부품 기술획득 전략을 구분하여 최적 획득 유형을 도출하고, 실제 기술획득 유형과 비교하였다[28]. 연구 계층구조의 상위요인은 인력, 자본, 시장, 기술로 도출하였고, 하위요인으로는 국내 합작투자, 자체설계, 자본재 구매, 라이선싱, 연구개발 컨소시엄, 기술인력 파견 및 영업과 같은 하위요인을 구성하여 AHP 분석을 진행하였다. 이를 통해 기술 추격국이 첨단 체계를 개발하고, 기술획득 과정에 있어 개발 주체와 국가 사이의 관계에 관한 이론적 연구를 진행함에 따라 효과적인 기술획득 유형을 모델화하는 방법론을 제시하였다.

경량 항공기 위험요인 분석과 관리방안에 관한 연구에서는 경량 항공기의 안전성 확보 및 사고율 감소 방안의 방향을 제시하기 위한 목적으로 수행되었다[30]. 연구의 계층구조 중 상위 계층은 내부적 요인과 외부적 요인으로 구성하였으며, 하위 계층은 인간, 기계, 환경, 임무, 관리가 도출되어 AHP를 적용하였다. 또한 위험요인 중요도 분석과 위험요인 대안 중요도 분석, 경량 항공기 위험요인, 경량 항공기 운영현황과 국제적 추세를 검토하고 사고 분석 등을 통하여 위험도를 추정하여 안전성 향상을 위한 관리방안을 제시하였다.

Kim[33]은 한국의 동북아시아 항공물류 허브화를 위한 발전전략에 관한 연구에서 허브화를 위해 항공화물의 전략적 속성을 평가하였다. 환적화물과 기중점 화물을 상위요인으로 도출하고 하위요인으로 수요, 서비스, 시설, 공간, 관리, 정책으로 도출하여 전문가 설문 시행하였다. 이를 통해 항공사에서는 허브 앤 스포크(Hub and Spoke) 공항 네트워크 조건을 검토하고 운항 편수의 확대와 운송 시간을 단축하고 관련 시스템 개발에 노력을 기울여야 한다. 정부와 공항 공사에서는 배후지역 물량확보가 가능케 하고 항공자유화 협정을 확대해 글로벌 항공사와 다국적 기업들이 인천국제공항을 동북아시아 항공물류 허브로 사용하도록 유도해야 할 것을 제안하였다.

3. 연구 방법

다양한 요인 간의 상대적인 중요성을 정량화하고 평가하기 위해 널리 쓰이는 계층화 분석 방법인 AHP 기법을 활용하여 P2F 사업의 성공 요인을 분석하였다[27]. 본 논문에서는 광범위한 사례 연구와 선행연구를 통해 의사결정에 영향을 미치는 요인들을 도출하여 그 의미를 정의하고, 계층구조로 분류하여 상위요인과 하위요인을 설정하였다. 상위요인은 여객기의 화물기로의 개조사업이라는 신규 사업의 성공을 평가하기 위해 가장 일반적으로 쓰이는 요인으로 구성하고, 하위요인은 상위요인별로 P2F 사업의 특성과 신규 사업의 성공 관점에서 가장 핵심적인 요인으로 구성하였다. 또한 결과에 대한 폭넓은 이해와 해석을 위해 설문에 참여한 전문가 집단을 그들의 소속 기관의 종류(항공사, MRO 기업, 관/학/연)에 따라 분류하고 그 소속집단 간의 차이를 추가로 확인한다. 본 논문에서 사용하는 비밀관성 비율 기준은 0.1 미만이다[53, 59].

3.1 계층구조 요인 도출

상위요인을 도출하기 위하여 P2F 사업을 성공시킨 6가지 모든 사례(ST-Aerospace[57], IAI[20], EFW[17], AEI[1], PEMCO[51], C³ Aerospace[6])와 대표적인 실패사례 5가지 (Airbus[3], Boeing[5], Qatar Airways[52], FedEx[18], Magnaghi Aeronautica SpA[43]) 등 총 11건을 조사하고 분류하여 주요 요인을 파악하였다. 그중 주요 사례를 <Table 1>에 정리하였다. 성공 사례들의 특징을 보면, 오랜 경험을 바탕으로 고도의 기술력을 축적한 국제 대형 MRO 기업이 미국, 이스라엘, 싱가포르, 유럽 등과 같은 항공산업 강대국의 입지 조건 속에서 전 세계적 베스트셀러인 협동체(보잉 B737, 에어버스 A320F) 기종 위주의 전략으로 사업을 적극적으로 투자 유치하고 수행 중인 것을 확인할 수 있다. 공통적으로 도출되는 주요 요인은 기체 개조기술력 확보와 관련한 STC, 부품 등 제작자증명(Parts Manufacturer Approval)과 같은 인증 기술 확보, 인증 절차 진행에 따른 막대한 인증 비용, 인건비와 정비비를 포함한 효율적인 운영비용 산정, 전문 인력 확보와 기체 개조 기반 산업이 자연스럽게 형성된 배후단지·기반 등 적합한 입지요건이 필요함을 확인할 수 있다.

주요 성공 요인으로 작용했던 요인들이 동시에 실패사례에서는 주요 실패 요인으로 작용함을 확인할 수 있었다. 실패 요인은 크게 기존 여객기를 적재 용량이 높은 화물로 재구성하는 과정에서 생긴 기술적, 경제적, 정책적인 문제로 인해 요약할 수 있다. 기술적인 측면에서 예를 들면, 화물기로 개조하는 과정에서 재구성된 적재 공간이 여객기와 달리 화물의 무게중심을 충분히 지탱하지 못해서 생

긴 실패 등의 문제이다. 이는 운송 중에 비정상적인 충격이나 진동으로 인한 안전 문제를 일으킬 수 있고, 그에 따라 화물기의 비행 안전성이 저하될 수 있다. 재정 측면의

<Table 1> Major Success/Failure Cases in P2F

P2F cases		Description
Success	ST-Aero space	world's largest MRO service provider
		With 10 hangars in Asia, the US and Europe, it has the capability to carry out maintenance for 44 wide body and 26 narrow body aircraft at one time. Provides cabin interior solutions, secures the world's only Airbus P2F design technology using OEM technical data, and creates competitiveness in the Asia-Pacific region considering labor and maintenance costs of professionals.
		A320/A321, A330
	IAI	P2F leading company of B767, B737, B747 series
		BEDEK, IAI's civil aviation division, converts an aging airliner into a cost-effective cargo platform. Successful delivery of over 250 modified aircraft with over 40 years of experience. Leading the wide body P2F business based on accumulated aircraft modification technology.
	EFW	B737-300/400/700/800, B767-200/300, B747-200/400
official partner of Airbus P2F business (amended type certificate holder)		
A321/320, A330 P2F business in Germany as a ST Aerospace strategic partner. Airbus owns 45% and Singapore-based ST-Aerospace owns 55%. There is a complex behind OEM-based related industries, enabling systematic project progress.		
Failure	Airbus	A300, 310, 320, 321, 330, 340
		Airbus A300-600ST Beluga
		Airbus intended to convert the A300-600 into a large cargo plane called the Beluga. However, the Beluga's airframe size limited its use at the airport, and the cost of the modification work exceeded the budget and failed.
	Boeing	Airbus A330-200F
		Airbus tried to modify the A330 model and use it as a large cargo plane. However, the cost required for the modification work was high, and the first A330-200F built by Airbus failed due to defects in actual operation.
		Boeing 767-200ER
Boeing	The Boeing 767-200ER is a relatively old aircraft, with attempts to convert from passenger to freighter. However, the project failed due to the low load capacity, weight limitations and the lack of profitability based on high maintenance costs.	
	Boeing 747-400 Dreamlifter	
		Boeing tried to use the 747-400 to transport parts of the Boeing 787 Dreamliner, but the project failed because maintenance costs for engines and systems were high, making it difficult to maintain profitability.

사례를 보면, 여객기에서 화물기로 개조 작업 시 필요한 구조적인 변경과 장비 업그레이드가 예상보다 더 큰 비용을 수반하여 예산 초과로 인한 실패 등의 문제이다. 정책적인 측면에서 최근 큰 이슈 중의 하나는 개조하는 과정에서 발생하는 환경문제로 관련 규제가 전 세계적으로 강화되고 있다는 점이다. 이러한 규제는 화물 운송 산업 전반에 걸쳐 상당 부분 영향을 미치며, 개조사업의 비용을 키우고 수익성을 떨어뜨려 실패 가능성을 높일 수 있는 경우 등이다.

사례 연구와 더불어 신규 전문기술 사업의 성공적인 진행과 관련한 주요 요인을 문헌 연구를 통해 다시 확인하였다. Lee and Lee[39]는 첨단기술 산업에서 신규 전문기술 사업을 전개함에 있어 기술의 중요성을 강조하였다. 후발 기업은 선발 기업보다 기반 기술이 부족한 경우로 정의하고 후발 기업의 기술 흡수 능력과 결합 능력을 전략적으로 활용할 것을 제안하였다[39]. 예컨대 반도체사업의 경우 기술과 관련 지식의 축적이 사업의 전략이자 추구해야 할 핵심 역량이고, 이러한 기술 집약 사업은 기반 기술과 그 지식을 최대한 활용하여 사업을 다각화하는 것이 가장 효율적이라고 하였다. 기술을 흡수하는 과정에서 외부로부터 다양한 경로를 통해 지식을 습득하려고 노력해야 하며, 보유하고 있는 관련 지식을 결합해야 한다.

기술 이전 성공 요인 분석을 통한 기술사업화와 활성화 방안 연구에서는 기술 이전과 사업화를 촉진하기 위해서 재정 지원 정책의 중요성을 분석하였다[40]. 이러한 사업에서는 기술적, 시장적 속성을 먼저 파악하고, 재정적 지원 정책이 수립되어야만 실효성이 있는 정책이 추진될 수 있음을 확인하였다. 이는 기술적 측면이 중요한 전문기술 사업에서 기술 이전과 사업화에 있어 정책적인 재정 지원이 단순한 기술 이전 기반 확충이나 통합적인 기술 이전 시스템 마련만의 문제가 아닌, 관련 애로사항을 파악하고 이에 대한 재정 지원과 조세 지원 정책을 마련함으로써 실효성을 확보할 수 있다고 제안하고 있다.

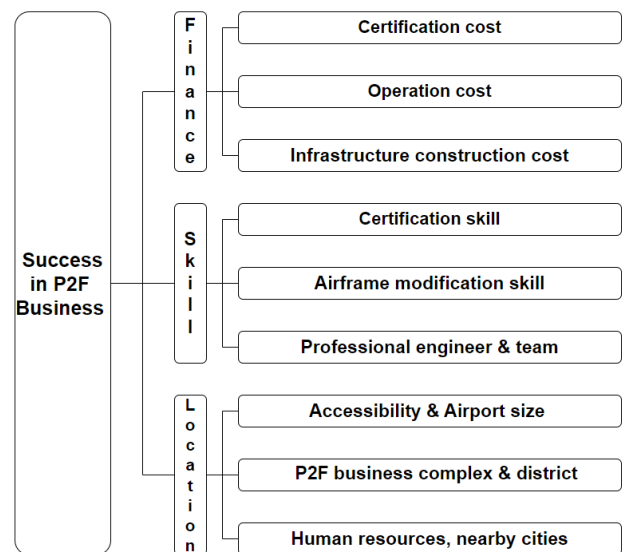
Cho[7]는 기술 제조 창업기업의 입지 분포와 요인에 관한 연구에서 기술 기업은 공간 집적 경향이 있으며, 기술 경쟁력이 중요한 기업들은 그 기술과 관련한 다양한 기업들과 집적하려는 경향이 있음을 분석하였다. 새로운 제품과 서비스를 개발하는 혁신 창업기업은 사업의 초기 단계에서 다양한 외부 주체와 접촉하고 협력하면서 관련 기술의 학습과 모방이 중요하기 때문이다. 즉, 기술 기업들은 다양한 네트워크 형성과 연계되는 배후기업의 역할이 중요하다고 확인하였다. 예를 들어, 대학과 연구기관 등의 기반을 폭넓게 활용하여 해당 산업의 생태계를 활성화하기 위한 접근이 필요하다고 하였다.

종합하면 P2F 사례 연구와 관련 문헌 연구를 통해 도출한 AHP 분석의 상위 계층 요인은 기술, 재정, 입지이다.

즉, P2F 사업의 특성상 사업의 성공을 위해서는 첨단기술로서 고도의 전문성이 필요한 기술 요인, 기술 집약적이면서도 동시에 노동 집약적인 사업에 수반되는 재정 요인, 그리고 기업·기반 조성 관련 배후단지 조성 등의 입지 요인을 상위요인으로 도출하였다. 더불어 구체적인 전략과 실행 방안을 도출하기 위하여 각 상위요인에 대한 하위요인을 구성하였고 그에 대한 관련 문헌을 <Table 2>에 정리하였다. 특히 하위 계층 구조는 설문문에 참여한 33명의 전문가를 제외한 일부 전문가를 대상으로 파일럿 설문을 진행한 후, 그들의 의견을 반영하여 최종적으로 결정하였다. <Figure 3>은 AHP 분석에 사용될 계층구조다.

<Table 2> Related Studies of Sub Factors

Sub factor	Related Studies
Certification Skill	Shin and Cho[55], Jeong et al.[24] Jin et al.[25]
Airframe Modification Skill	Choi and Kim[12], Song[56] Lee and Park[37]
Professional Engineer & Team	Molit KAIA[46], Yoo and Lim[60]
Certification Cost	Vieira and Loures[58], Choi and Ahn[11], Choi et al.[9]
Operation Cost	Choi[13], Ahn[2], Lim[41]
Infrastructure Construction Cost	Vieira and Loures[58], Jeong[23]
Accessibility & Airport size	Park and Park[50], Lee and Kim[38]
P2F Business Complex & District	Jang et al.[22]
Human Resources, Nearby Cities	Molit KAIA[46]



<Figure 3> AHP Hierarchy for P2F Biz

4. 분석 결과

4.1 전문가 대상 설문

P2F 사업 성공 요인별 중요도와 우선순위를 확인하기 위해 항공정비 산업 전문가를 대상으로 설문조사를 진행하였다. 설문 대상은 국내 항공사 대형항공사와 저비용항공사, MRO 기업, 정부 기관(국토교통부), 연구기관과 항공정비 대학/전문대학(학계)에 종사하고 있는 항공정비 전문가로 선정하였다. 항공정비 경력이 최소 20년 이상의 전문가 중에서도 P2F와 밀접한 관계가 있는 기체 수리·점검·정비와 같은 항공기 기체 특기 전문가를 설문 대상으로 선정하였다. 본 연구에 참여한 설문 대상자의 소속과 인원 비율은 <Table 3>과 같다.

<Table 3> Distribution of Survey Respondents

Classification		No.	Portion
Airline	FSC	KAL	2 6%
		AAR	9 27%
	LCC	ABL	1 3%
		EOK	1 3%
MRO	STK	8 25%	
	KAEMS	2 6%	
Public Official	Ministry of Land, Infra. and Transport	2 6%	
R&D	University/College	3 9%	
	IAIAC	3 9%	
	KAI	1 3%	
	ITP	1 3%	
Career(yr.)	20~30	9 27%	
	30 and Over	24 73%	
Total		33	100%

4.2 계층구조별 중요도 및 우선순위 결과

P2F 사업 성공을 위한 상위 계층의 요인에 대한 상대적 중요도와 우선순위는 <Table 4>와 같다. 분석 결과 기술(Skill), 재정(Finance), 입지(Location) 순으로 중요도와 우선순위가 도출되었다.

<Table 4> Importance and Priority of Main Factors (CR:0.065)

Main factor	Importance	Priority
Skill	0.5445	1
Finance	0.3507	2
Location	0.1048	3

항공정비 산업에 종사하는 전문가들은 성공 요인 중 기술 요인을 가장 중요한 요인으로 선택했다. 이는 여객기에서 화물기로 개조하는 사업이 일반적인 항공기 수리·개조 등과는 다르게 착륙장치를 포함한 기체구조 전반에 걸친 대규모 개조가 이루어져야 하는 등 높은 수준의 기술이 요구되는 특수성이 반영된 것으로 해석할 수 있다. 즉, P2F 사업의 특성상 고도의 전문성이 필요한 기술 집약적 특성을 반영한 것으로 화물기 개조사업을 진행할 때 국내 항공정비 기술개발과 발전이 가장 시급하다는 의미이다. 또한 P2F에서 기술 요인은 안전한 운항을 보장하는 데 매우 중요한 의미가 있다. 국내 항공기 정비기술은 항공 선진국과 격차가 있지만, 전투기 개발과 같은 방위산업 강국의 역량을 고려하였을 때 이러한 격차를 줄일 가능성은 충분하다고 알려져 있다[11]. 따라서 기술 역량 발휘가 가능하도록 국가 차원에서 P2F에 대한 지속적인 투자로 기술 발전을 이룰 수 있는 정책반영이 필요하다. 한편 전문가 집단별 중요도와 우선순위 간의 차이를 보기 위한 분석도 진행하였다. 전문가 집단별 상위요인에 대한 상대적 중요도와 우선순위는 <Table 5>에 정리하였다.

<Table 5> Results of Main Factors by Expert Group

Main factor	Airline		MRO Co.		Public / R&D	
	Importance	priority	Importance	priority	Importance	priority
Skill	0.5613	1	0.3710	2	0.6961	1
Finance	0.3360	2	0.5210	1	0.1995	2
Location	0.1027	3	0.1080	3	0.1044	3

P2F 사업을 직접 수행하는 MRO 기업 전문가 집단의 응답에서는 다른 두 전문가 집단과 달리 재정 요인이 기술 요인 보다 우선한다고 분석되었다. 이는 P2F 사업을 직접 시행하고 성공시켜야 하는 MRO 기업의 성격이 다른 두 집단의 성격과 어느 정도 차이가 있음을 반영한다. P2F 사업을 진행함에 있어 사업유치, 정비고 건설 등 막대한 자본이 필요한 기반 구축부터 이후 지속적인 투자가 필요한 시설·장비·인력 유지비용까지의 재원 확보가 MRO 기업에게는 가장 시급하게 고려되어야 함을 의미한다. 이는 P2F 사업은 기술적 요소가 가장 중요한 우선순위를 가지면서도 MRO 기업 입장에서는 초기 투자비용과 유지비용이 매우 큰 자본 집약적 특성이 반드시 고려되어야 함을 의미한다.

4.3 기술 요인 중요도 분석

상위 계층 요인별로 이를 구성하는 하위 계층의 요인에 대한 AHP 적용 결과는 다음과 같다. 먼저 기술 요인에 대한 상대적 중요도 및 우선순위를 면 <Table 6>에 정리하였다.

<Table 6> Results of Sub Factors of Skill (CR:0.063)

Sub factor	Importance	Priority
Certification Skill	0.2703	3
Airframe Modification Skill	0.3781	1
Professional Engineer & Team	0.3516	2

항공정비 전문가들은 기체개조 기술을 P2F 사업의 가장 중요한 기술 요인으로 선택하였고 다음으로 각각 전문 기술인력·팀, 인증 기술 순이었다. 이 분석 결과에 의하면 전문가들은 P2F 사업의 기술 측면에서 설계와 해석, 관련 부품 제작, 시험에 관한 기술 능력 등 기체개조 기술에 관한 관심과 집중이 우선해야 한다고 판단하였다. 지금까지 우리나라에서 항공 MRO 산업 중 가장 집중했던 것은 항공기를 운항하기 위해 수행하는 운항정비 위주였다면, P2F 사업은 기체개조 기술과 같은 고도의 기술이 필요한 프로젝트이므로 더욱 전문적인 기술이 필요함을 확인할 수 있다. 이는 인적자원 측면의 개조 전문 기술인력·팀 요인보다도 우선한다는 결과이고, P2F 사업과 관련한 해외 항공정비 선도국의 개조 기술 이전과 이를 통한 기술개발이 최우선시 되어야 한다는 결과이다. 또한 기체개조 기술은 인증 기술보다도 상대적으로 더 중요하다고 드러났는데 이는 STC와 부품제작증명과 같은 국제인증 기술은 항공기 기체개조 기술을 습득하고 개발하는 일련의 과정에서 필요하지만, P2F 기술 관점에서 궁극적인 목적은 확고부동한 기체개조 기술의 확보가 중요하다는 것을 알 수 있다. 하위요인에 대한 전문가 집단별 AHP 결과는 <Table 7>과 같다.

<Table 7> Results of Sub Factors of Skill by Expert Group

Sub factor	Airline		MRO Co.		Public / R&D	
	Importance	priority	Importance	priority	Importance	priority
Certification Skill	0.1993	3	0.1513	3	0.4817	1
Airframe Modification Skill	0.3700	2	0.4691	1	0.2975	2
Professional Engineer & Team	0.4307	1	0.3796	2	0.2208	3

항공사 응답자 집단은 기술 하위요인에서 전문기술인력·팀 요인이 가장 우선하는 요인으로 결정했다. 이는 현재 항공사의 항공 정비직무는 개인에게 부여된 전문 특기가 각기 달라서 P2F 사업에 특화된 전문 특기를 부여받는 기술인력·팀을 먼저 구성하고 관련 교육을 통해 전문 인력양성의 필요성을 드러낸 것으로 판단된다. 반면에 인증

기술 요인이 가장 우선순위가 높다고 선택한 정부·학교·연구기관 응답자 집단은 국제 항공 산업의 규정과 규범을 준수하는 것을 가장 기본적인 내용이라고 여기고 있다. 예컨대 국토교통부의 경우 관련 국제 인증을 신고 처리하고 다루는 등 법과 제도의 테두리 안에서 진행되는 공무적 특성을 보이기 때문에 실질적인 측면의 기술 요인보다 제도적 측면의 기술 요인을 중요하게 판단한다는 점을 확인할 수 있다. 한편 P2F 사업을 진행하는 MRO 기업은 기체개조에 필요한 핵심 기술을 습득하고 발전시키며 개발하는 일련의 과정이 기술 측면에서 사업의 성공에 가장 중요한 요인이라고 판단하였다. 이렇듯 각 전문가 집단은 P2F 사업의 기술 하위요인에 대해 서로 다른 가중치와 우선순위를 부여하였다. 이는 같은 항공정비 산업 안의 전문가이지만 소속 기관의 입장에 따라 서로 이해관계가 다를 수 있고, 특히 기술 요인을 구성하는 하위요인에서 상당한 차이가 존재함을 보여준다.

4.4 재정 요인 중요도 분석

여객기의 화물기로의 개조사업 진행에 있어 재정 요인의 하위요인에 대한 상대적 중요도 및 우선순위를 살펴보면 <Table 8>과 같다. 쌍대 비교를 통한 가중치 계산에 따라 인프라 구축비용, 운영비용, 인증 비용 요인 순으로 우선순위를 확인할 수 있다.

<Table 8> Results of Sub Factors of Finance (CR:0.055)

Sub factor	Importance	Priority
Certification Cost	0.1781	3
Operation Cost	0.3006	2
Infrastructure Construction Cost	0.5213	1

항공정비 전문가들이 인프라 구축비용을 P2F 사업의 가장 중요한 재정 요인으로 판단한 이유는 초기의 P2F 사업 단계에서 소요되는 인프라 구축비용이 막대하기 때문이다. 실제로 항공정비 산업은 타 산업과 비교하여 사업 초기에 자본 진입장벽이 매우 높은 것으로 알려져 있다. P2F도 넓은 부지에 항공기 정비고를 건설하거나, 사업을 진행하면서 필요한 장비·공구·시설 등을 확보하는데 필요한 대규모의 비용이 발생하는 특징으로 인해 사업 기반 구축이 가장 우선시 고려되어야 함을 나타낸다. 뒤를 잇는 운영비용에서는 인건비가 상당히 큰 비중을 차지하고 있고, 관련하여 국내 항공정비 산업에서 운영비 중 인건비 비중은 매우 중요한 요소로 작용하고 있다. 값싼 노동력을 바탕으로 확대된 아·태 지역의 저임금 항공정비 산업과 차별성을 확보해야 하는 과제가 존재한다. P2F 사업의 성

공 요인을 다양한 시각에서 확인하기 위해 전문가 집단별로 중요도와 우선순위를 정리한 내용은 <Table 9>와 같다.

<Table 9> Results of Sub Factors of Finance by Expert Group

Sub factor	Airline		MRO Co.		Public / R&D	
	Importance	priority	Importance	priority	Importance	priority
Certification Cost	0.1684	3	0.1011	3	0.2678	2
Operation Cost	0.3492	2	0.2808	2	0.2571	3
Infrastructure Construction Cost	0.4824	1	0.6181	1	0.4751	1

항공사와 MRO 응답자 집단의 중요도 값과 다르게 정부·학교·연구기관 집단의 응답만 인증 비용이 운영비용보다 우선한다고 도출되었다. 항공정비 산업을 담당하는 정부기관인 국토교통부에서는 P2F 사업 성공을 위해 밀접한 관련이 있는 STC·부품제작증명과 같은 국제인증 절차를 다루며, 인증을 진행함에 있어 수반되는 비용에 대해 가장 많이 인식하고 있다. 또한 유관 연구기관이나 학계에서는 국제인증을 국책과제 또는 연구과제로 수행하는 경우가 존재하기 때문에 인증 비용에 대한 구체적 내용을 잘 파악하고 있어 운영비용보다 더 중요하게 판단하고 있다고 해석할 수 있다. 즉, 국제인증을 개발하는 데 소모되는 시간과 비용의 가치가 매우 크다는 점을 반영한 것으로 판단된다.

4.5 입지 요인 중요도 분석

입지의 하위요인에 대한 상대적 중요도 및 우선순위를 정리하면 <Table 10>과 같다. 분석 결과 개조사업 관련단지가 0.5471 가중치 값으로 가장 우선이며, 인적자원·배후도시가 0.2403, 접근성·공항규모가 0.2126 순으로 가중치 값에 따른 우선순위가 도출되었다.

<Table 10> Results of Sub Factors of Location (CR:0.055)

Sub factor	Importance	Priority
Accessibility & Airport size	0.2126	3
P2F Business Complex & District	0.5471	1
Human Resources, Nearby Cities	0.2403	2

개조사업과 관련한 배후단지가 가장 중요한 이유는 여객기에서 화물기로 개조하는 사업이 항공 MRO 산업 및 관련 산업과 아주 밀접한 관계를 맺고 상호협력 체계로 구성되어 있음을 반영한 것으로 판단된다. P2F 사업을 진행할 때 필요한 다양한 항공기 부품산업, 지그 & 치공구 산업과 항공기 도장과 세척과 같은 유관 산업이 잘 맞물려 유기적으로 진행해야 함을 나타낸다. 또한 노동 집약적인 P2F 사업의 특성을 반영하여 인적자원이 풍부한 배후도시가 필요함을 확인할 수 있다. 즉, 관련 경제권이 활성화되고 P2F 사업에 필요한 양질의 필수인력이 확보될 수 있어야 함을 의미한다. 입지의 하위요인에 대해서도 전문가가 집단별로 중요도와 우선순위별 차이를 나타낸 분석도 진행하였고 이에 관한 결과는 <Table 11>에 정리하였다.

<Table 11> Results of Sub Factors of Location by Expert Group

Sub factor	Airline		MRO Co.		Public / R&D	
	Importance	priority	Importance	priority	Importance	priority
Accessibility, Airport size	0.2311	3	0.2397	2	0.1614	2
Business Complex & District	0.4422	1	0.5257	1	0.7049	1
Human Resources, Nearby Cities	0.3267	2	0.2346	3	0.1337	3

1순위는 모두 같지만, MRO 기업 집단과 정부·학교·연구기관 집단의 응답은 접근성·공항규모 요인이 인적자원·배후도시요인 보다 우선한다고 하였다. 그 이유로 국내 P2F 수요를 목표로 선정하기보다는 고부가 가치가 창출될 수 있는 글로벌 P2F 수요를 충족시킬 수 있는 목표를 수립하기 위해서는 국제선을 운영하는 데 무리가 없고, 운송량과 직결된 공항의 규모와 항공교통 접근성, 항공기 부품 등의 물류 접근성을 우선시한 것으로 판단된다. 즉, MRO 기업 집단과 정부·학교·연구기관 집단은 P2F 사업이 국내 시장을 넘어 글로벌 MRO 시장을 목표로 진행해야 한다는 인식을 드러낸 결과이다.

5. 결 론

팬데믹을 거치며 항공 여객은 급감하고 항공화물의 수요가 급증한 환경에서 항공산업의 수익성을 확보하기 위한 노력으로 여객기를 화물기로 개조하는 사업에 관한 관심과 니즈는 크게 확장되었다. 다만 이 P2F 사업은 최상위

의 MRO 기술과 대규모의 재정 투자를 동반하는 특성으로 지금까지 성공이 지극히 제한적인 사업 영역이다. 또한 P2F 사업은 시행 전까지 데이터가 비공개되는 등 정보의 희소성으로 학술적인 논의 또한 국내외적으로 많이 이뤄지지 않았다. 이에 본 연구는 다양한 사례 연구와 문헌 연구를 기반으로 신규 사업으로서 국내 P2F 사업의 성공 가능성을 높이기 위한 정책 방향과 실행 전략을 제공하고자 하였다. 이를 위해 관련 산업에서 상당 기간의 경력을 갖춘 항공정비 전문가의 의견을 AHP를 통해 분석하여 P2F 사업을 성공시키기 위한 본질적 요인의 중요도를 정량화하고 그 실행 방안을 제언하였다.

P2F 사업 성공에 대한 상위 계층에서의 상대적 중요도와 우선순위는 기술(0.545), 재정(0.351), 입지(0.105) 순이다. 이는 위에서 언급한 바와 같이 사업의 기술 집약적인 특성을 기본적으로 반영한 것이고 사업의 성공을 위해서는 근본적인 추진전략을 국내 항공정비 기술개발과 발전에 중점을 두어야 한다는 것이다.

하위 계층의 요인들에 대한 상대적 중요도와 우선순위 평가 결과를 통해 상위 계층의 요인별 세부적인 전략 수립이 가능하다. 기술 요인에서는 기체개조 기술(0.378), 재정 요인에서는 인프라 구축비용(0.521), 입지 요인에서는 개조사업 배후단지(0.547)가 각 하위 계층에서 최우선 순위의 요인으로 도출되었다. 이는 P2F 사업의 성공을 위해서 상위요인별로 선택과 집중에 세부적인 방향성을 제시한다. 기술 측면에서는 설계와 해석, 관련 부품제작, 시험에 관한 기술능력 등 기체개조 기술이, 재정 측면에서는 막대한 초기 인프라 구축비용의 확보가, 그리고 입지 측면에서는 다양한 항공기 부품산업, 페인팅/도장·배터리 샵과 같은 배후 산업이 유기적으로 잘 맞물리도록 구성하는 게 다른 하위요인보다도 P2F의 성공을 위해서 중요하다. 다만 재정과 입지 요인의 하위 계층의 최우선 요인은 중요도의 크기가 50% 이상으로 두드러지지만 기술 요인의 하위 계층에서는 요인간 차이가 크지 않다는 점은 참고할 만하다. 전체 AHP 계층구조(<Figure 3>)에서 하위 9개 요인을 동시에 고려한 전체 중요도 및 우선순위는 기체개조 기술(0.206), 전문 기술인력·팀(0.191), 인프라 구축비용(0.183), 인증 기술(0.142), 운영비용(0.105), 인증 비용(0.063), 개조사업 배후단지(0.057), 인적자원·배후도시(0.025), 접근성·공황 규모(0.022)이다. 이 전체 순위를 반영한 가용 자원의 분배라든지 등의 추가적인 세부 전략의 전개가 가능하다.

더불어 항공기를 직접 운항하고 이에 따른 정비 전략을 세우고 실행하는 항공사, 항공기의 직접 운항과는 관계가 적지만 중정비와 같은 정비 전략을 세우고 실행하는 MRO 기업, 그리고 항공정비 산업의 후방지원 체계 구축과 같은 전략을 세우고 실행하는 정부·학교·연구기관의 집단으

로 구분하고 전문가 집단별 사업 성공에 대한 인식의 차이를 파악하였다. 전문가 집단의 비율은 언급한 순서대로 13:10:10이다. 최대한 비슷한 크기로 구성하고 각 집단에 속한 전문가의 특성은 동일하다고 가정하였다. 단 AAR과 STK의 경우 각 집단에서 차지하는 비중이 커서 이에 의한 편향의 가능성은 존재할 수 있다.

상위 계층에서는 전반적으로 집단 간 중요도와 우선순위의 차이가 크지 않았다. 다만 MRO 기업 집단의 응답만 재정이 기술보다 많이 우선한다고 하였고 이는 지속해서 자본 투입이 가능해야만 성공할 수 있는 사업의 특성에 대한 MRO 기업의 관점이 투영된 것으로 판단된다. 하위 계층에서는 상위요인에 따라 P2F 사업 성공에 대한 시각의 차이가 좀 더 구체화 되었다. 예컨대 기술 요인의 하위 계층에서의 최우선 순위는 전문가 집단별로 모두 달랐다. 이는 항공정비 산업 속에서 이해관계가 다를 수 있는 집단이 P2F 사업 전개 시 기술 전략에서 시각의 차이를 드러낼 가능성이 존재하고, 따라서 성공적인 사업 수행을 위해서 사업 시행 전 기술 측면의 시각 차이를 충분히 해소하고 합의하는 과정을 먼저 수행되는 게 효율적일 수 있음을 시사한다.

현재 차세대 P2F 개조시장이 열리고 있고 이러한 미래 화물기 개조 소요를 대비하기 위해서는 필수 조건인 정비/수리/개조 능력의 확보 및 FAA/EASA 국제인증 확보를 국가 차원에서 전략적으로 진행해야 하는 시점이다. 본 연구에서 제언한 실행 전략을 통해 P2F 사업의 성공 가능성을 제고할 필요가 있다. 즉, 항공기 기체 중정비와 개조 능력을 꾸준히 개발함과 동시에 막대한 비용이 수반되는 재정 요소를 정부의 적절한 지원을 통해 해결하고, 국가 민간항공 정비기술을 상당 수준으로 끌어올려 항공정비 MRO 선진사와의 기술격차를 극복하고 글로벌 고부가가치 사업으로의 발전을 이끌어야 한다.

References

- [1] AEI, <https://www.aeronautical-engineers.com/about>.
- [2] Ahn, Y.S., Current status/development prospects and implications of MRO industry at home and abroad, *Proceedings of the Conference on Aviation Management Society of Korea*, 2010, Gyeonggi-do, Korea, pp. 287-296.
- [3] Airbus, <https://www.airbus.com/en/products-services/commercial-aircraft/freighter-family>.
- [4] Berlowitz, I., Passenger airplane conversion to freighter, *In 29th Congress of the International Council of the Aeronautical Sciences*, 2014, pp. 7-12.
- [5] Boeing, <https://www.boeing.com/commercial/freighters>.

- [6] C³ Aerospace, <https://ccc.aero>.
- [7] Cho, S.C., Distribution and factors of location of technology-type manufacturing start-ups in Korea, *Korea Research Institute for Human Settlements*, 2019, No.456, pp. 11-18.
- [8] Cho, S.H. and Ko, M.H., A Study on Domestic and Overseas Aircraft MRO Industries and on Strategies to Improve Its Competitiveness, *Proceedings of the Conference on Aviation Management Society of Korea*, 2011, Seoul, Korea, pp. 485-502.
- [9] Choi Y.S., Chung H.G., Choi S.J., and Hwang H.W., A Study on Regulatory System for the Approval of Aircraft Repairs and Modifications, *Journal of the Aviation Management Society of Korea*, 2020, Vol. 18, No. 1, pp. 29-45.
- [10] Choi S.J., Ham B.H., and Yoon M.G., A Study on the Selection of Aircraft Engine Overhaul Company using AHP, *Proceedings of the Conference on Korean Operations Research and Management Science Society*, 1998, Busan, Korea, pp. 1-8.
- [11] Choi, S. and Ahn, O.S., Recommendation for fostering Domestic Aircraft Upgrade & Modification Industries, *Proceedings of the Conference on the Society for Aerospace System Engineering*, 2013, Kyungju, Korea, pp. 427-431.
- [12] Choi, S.J. and Kim, W.J., A Study on the Selection of Aircraft MRO using AHP, *Journal of the Korean Society for Aeronautical And Flight Operation*, 2015, Vol. 23, No. 4, pp. 82-88.
- [13] Choi, S.J., A Study on Aviation MRO Industries and Growth Strategy in Korean MRO, *Journal of the Aviation Management Society of Korea*, 2017, Vol. 15, No. 2, pp. 3-19.
- [14] Choi, S.L. and Kim, H.H., Employment effect by Aviation MRO Promotion Policy, *Journal of the Aviation Management Society of Korea*, 2021, Vol. 19, No. 2, pp. 83-110.
- [15] Choi, Y.J., A Study on the Technology Development Strategy and Promotion Plan for the Promotion/Development of the Domestic Aeronautical Maintenance (MRO) Industry, *Forging Symposium*, 2018, pp. 29-39.
- [16] Chung, J.D., Conversion of passenger airplane to freighter, *Proceedings of the Conference on the Korean Society of Mechanical Engineers*, 2019, Jeju-do, Korea, pp. 164-165.
- [17] EFW, <https://www.elbeflugzeugwerke.com/en/freighter-conversion>.
- [18] FedEx, <https://airwaysmag.com/fedex-retires-first-md-11f-ever>.
- [19] Henry Canaday, Cargo Conversion Boom Expected To Roll On, 2021, <https://aviationweek.com>
- [20] IAI, <https://www.iai.co.il/commercial/aviation/passenger-cargo-conversions>.
- [21] International Civil Aviation Organization. (n.d.), ANNEX 8 Airworthiness of Aircraft ICAO's Airworthiness Technical Manual(Doc 9760), <https://www.icao.int>.
- [22] Jang W.J., Kim M.J., Song J.P., Song J.H., and Bang E.J., Analysis of Aerospace MRO Industry Cluster and its Policy Implementation - Focusing on Oklahoma State in the U.S., *Proceedings of the Conference on the Korean Society for Aeronautical and Space Sciences*, 2018, Jeju-do, Korea, pp. 536-537.
- [23] Jeong, P.J., A Study on the Methodology for Benefit Estimation of the Development of Aviation Maintenance Facilities and the Selection Factors of Aircraft Maintenance Company [dissertation], [Incheon, Korea]: Incheon University, 2021.
- [24] Jeong H.U., Kim J.H., Jin K.H., and Kwon T.W., Case Study for Acquisition of Civil Aircraft Modification STC, *Proceedings of the Conference on the Korean Society for Aeronautical and Space Sciences*, 2017, Jeju-do, Korea, pp. 807-808.
- [25] Jin K.H., Nam G.P., Gil G.N., and Park J.S., Study for Acquisition of Modification STC for Civil Aircraft and Development Plan of Domestic Aerospace Industry, *Journal of the Society for Aerospace System Engineering*, 2017, Vol. 2017, No. 3, pp. 290-292.
- [26] Jung B.H., Oh J.H., Seol H.J., and Hwang S.I., Deriving Priorities between Autonomous Functions of Unmanned Aircraft using AHP Analysis: Focused on MUM-T for Air to Air Combat, *Journal of the Society of Korea Industrial and Systems Engineering*, 2022, Vol. 45, No. 1, pp. 10-19.
- [27] KDI, Analyzing AHP Decision Characteristics, 2013.
- [28] Kim, B.G., Selection of technology acquisition types in the development of aircraft systems in technology tracking countries: Application of improved AHP analysis, *Proceedings of the Conference on Korea Technology Innovation Society*, 2007, Seoul, Korea, pp. 85-98.
- [29] Kim, B.H., A Study on the competitiveness condition for the aircraft Maintenance, Repair and Overhaul business of Korea (Focused on future direction for A-Airlines) [master's thesis], [Gyeonggi-do, Korea]: Korea Aerospace University, 2010.

- [30] Kim, D.H. and Ku, S.K., A Study on Hazard Analysis and Management for Light Sport Aircraft, *Journal of the Aviation Management Society of Korea*, 2011, Vol. 9, No. 3, pp. 3-18.
- [31] Kim, J.B., Study on the System of Approved Maintenance Organization for MRO [master's thesis], [Gyeonggi-do, Korea]:Korea Aerospace University, 2016.
- [32] Kim, S.H. and Lee, H.C., Risk Management for R&D Projects in the Military Aircraft Systems, *Journal of the Society of Korea Industrial and Systems Engineering*, 2021, Vol. 44, No. 4, pp. 76-84.
- [33] Kim, Y.J., A Study on the Development Strategy of Korea Air Logistics for Hubbing in Northeast Asia -Focused on the Experts Survey Using AHP Method, *Journal of the Aviation Management Society of Korea*, 2014, Vol. 12, No. 1, pp. 25-44.
- [34] Lee K.S., Kim Y.I., Chang K.S., and Jo Y.H., The Study of MRO industry development utilizing the aviation safety technical organization, *The Korean Journal of Air & Space Law and Policy*, 2014, Vol. 29, No. 2, pp. 163-181.
- [35] Lee G.S., Yoon I.B., and Jang I.D., A study on the effect of cable improvement renovating an old aircraft, *Journal of Institute of Korean Electrical and Electronics Engineers*, 2022, Vol. 26, No. 2, pp. 257-264.
- [36] Lee K.Y., and Ko J.S., A Study on Aircraft Type Certification and Compliance Determination, *Journal of the Society for Aerospace System Engineering*, 2015, Vol. 9, No. 3, pp. 47-58.
- [37] Lee, J.W. and Park, M.W., Aircraft Conceptual and Preliminary Design Process - Focused on the Korean Advanced Trainer Development, *Journal of the Korean Society for Aeronautical and Space Sciences*, 1996, Vol. 24, No. 5, pp. 137-150.
- [38] Lee, K.S. and Kim, W.Y., Strategies for developing airport hinterland for air logistics hub, *Journal of Aerospace Industry*, 2004, Vol. 67, pp. 47-70.
- [39] Lee, Y.C. and Lee, D.H., Follower's Catch-up Strategies in High-Tech Industry, *Journal of Korean Society of Strategic Management*, 1999, Vol. 2, No.1, pp. 23-46.
- [40] Lim, C.Y. and Lee, Y.J., A plan to revitalize technology commercialization through analysis of success factors for technology transfer -Focusing on government-funded research institutes, *Policy Research*, 2007, pp. 1-183.
- [41] LIM, I.G., Maintenance and retrofit strategies for aircraft cabin system [dissertation], [Gyeonggi-do, Korea]: Korea Aerospace University, 2020.
- [42] Lim, J.H. and Woo, S.H., Changes of Northeast Asian Air Cargo Network During Covid-19 Pandemic, *Korea Logistics Review*, 2022, Vol. 32, No.5, pp. 77-88.
- [43] Magnaghi Aeronautica SpA, <https://www.magroup.net/aerostrutture-in-materiale-composito>.
- [44] Martin FENDT, Passenger-To-Freighter Conversions: What operators need to consider, *AIRBUS FEST Magazine*, 2021, <https://aircraft.airbus.com>
- [45] Mlynarčík, M., and Janovec, M., Conversion of passenger aircraft to cargo versions, 2022, <https://doi.org/10.26552/pas.Z.2022.1.23>
- [46] Molit KAIA, Final Report on the Planning and Research of High Value Aviation Maintenance (MRO) Core Technology Development Project, 2022.
- [47] Molit, 1st Basic Plan for Aviation Safety Policy[’10~’14], 2009, <http://www.molit.go.kr>
- [48] Oliver Wyman, Analysis Global fleet and MRO market forecast 2023-2033, 2023
- [49] Park, J.Y., A Study on Aircraft Lessors' Business Models [master's thesis], [Gyeonggi-do, Korea]:Korea Aerospace University, 2022.
- [50] Park, S.J. and Park, K.S., A Study on the Analysis of E-commerce air cargo Network and Cargo type at Incheon International Airport, *Korea International Commercial Review*, 2020, Vol. 35, No. 3, pp. 325-343.
- [51] PEMCO, <https://www.pemcoair.com/conversions>.
- [52] Qatar Airways, <https://simpleflying.com/qatar-a330-freighter-retire>.
- [53] Saaty, T.L., Fundamentals of decision making and priority theory with the analytic hierarchy process, RWS publications, 1994.
- [54] Shin B.K., Park H.S., and Lee Y.S., A Study on the Effect of Government R&D Project on the Financial Performance of Aviation Industry, *Journal of the Aviation Management Society of Korea*, 2017, Vol. 15, No. 2, pp. 63-75.
- [55] Shin, Y.D. and Cho, H.J., A Study on Technology Diffusion Effects of the Aerospace Manufacturing Industry, *Journal of the Aviation Management Society of Korea*, 2011, Vol. 9, No. 3, pp. 65-75.
- [56] Song, Y.S., Proposals for the Improvement of Aircraft Design Technology, *Proceedings of the Conference on the Korean Society for Aeronautical and Space Sciences*, 1995, pp. 409-414.

- [57] ST Engineering, <https://www.stengg.com/en/aerospace/aerostructures-and-systems/freighter-conversions>.
- [58] Vieira, D.R. and Loures, P.L., Maintenance, repair and overhaul (MRO) fundamentals and strategies: An aeronautical industry overview, *International Journal of Computer Applications*, 2016, Vol. 135, No. 12, pp. 21-29.
- [59] Wind, Y and Saaty, T.L., Marketing applications of the analytic hierarchy process, *Management Science*, 1980, Vol. 26, No. 7, pp. 641-658.
- [60] Yoo, B.S. and Lim, I.K., A Study on improvement of Korean aircraft system modification certification procedure, *The Journal of Korea Navigation Institute*, 2021, Vol. 25, No. 3, pp. 185-193.

ORCIDGwang Cho Cho | <http://orcid.org/0009-0009-6437-737X>Hyun Cheol Lee | <http://orcid.org/0000-0003-4698-065X>