

## 대형 민간항공기를 활용한 공중발사 플랫폼의 효율적 감항인증방안 및 감항인증기준 연구

오연경<sup>1\*</sup>, 김수호<sup>1</sup>, 유민영<sup>1</sup>, 최성환<sup>2</sup>, 서현우<sup>2</sup>

<sup>1</sup>대한항공기술연구원 <sup>2</sup>공군본부 우주센터

### Study on Effective Airworthiness Certification Methods and Airworthiness Certification Standards for Aerial Launch Platform using Large Civil Aircraft

Yeon-Kyeong Oh<sup>1\*</sup>, Suho Kim<sup>1</sup> and Min Young Yoo<sup>1</sup>, Seong Hwan Choi<sup>2</sup> and Hyun Woo Seo<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Korean Air R&D Center, <sup>2</sup> ROKAF HQ Space Center

#### Abstract

In 2021, Virgin Orbit converted a 747-400 aircraft into an air launch platform, and successfully launched it twice in February and July. Compared to the existing ground launch, interest in the air launch is increasing due to its great utility, such as its independence from the launch location or weather, cost reducing factor, shorter launch preparation time, and its benefit pursuant to altitude and speed. Additionally, as small satellites have similar performance to mid/large satellites in the past due to the miniaturization and precision of electronic equipment, small satellite launches are expected to dominate in the future. In this paper, institutional certification methods such as domestic, overseas, civilian and military airworthiness certification regulations/procedures are reviewed to ensure flight safety of aerial projectiles using large domestic civil aircraft, and applicable civil and military airworthiness certification technology standards are reviewed and analyzed. Additionally, we will review and suggest effective airworthiness certification application plans that reflect the reality, and present airworthiness certification standards (draft) for aerial launch vehicles, by analyzing applicable airworthiness certification technical standards when remodeling aerial launch vehicles.

#### 초 록

지난 2021년 버진 오빗(Virgin Orbit)사는 747-400 항공기를 공중발사 플랫폼으로 개조하여 2월과 7월 두 차례 공중발사에 성공을 하였다. 기존 지상발사 대비 발사 장소나 날씨에 큰 구애를 받지 않고, 비용을 절감할 수 있으며, 발사 준비시간 단축과 고도 및 속도의 이득을 볼 수 있는 등 큰 효용성으로 인해 공중발사에 대한 관심이 증가하고 있다. 또한 전자장비의 소형/정밀화로 소형위성이 과거 중/대형 위성과 유사한 성능을 가지게 됨으로써 향후 소형위성 발사가 주를 이룰 것으로 전망된다. 본 논문에서는 국내 대형 민항기를 활용한 공중발사 플랫폼의 비행안전성 확보를 위해 국내 및 해외, 민간 및 군의 감항인증 규정/절차 등 제도적 인증 방안에 대해 살펴보고 적용 가능한 민간 및 군 감항인증 기술 기준을 검토 및 분석하였다. 그 결과로, 국내 현실을 반영한 감항인증 방안과 공중발사 플랫폼으로 개조 시 적용 가능한 감항인증 기술기준을 기반한 감항인증기준(안)을 결론에서 제시하고자 한다.

**Key Words :** Aerial Launch Platform(공중발사 플랫폼), Large Civil Aircraft(대형 민간항공기), 비행안전성(Flight Safety), Airworthiness Certification(감항인증), Airworthiness Certification Standard(감항인증기준)

## 1. 서 론

미국의 Orbital Sciences Corporation(현 노스롭 그루만(Northrop Grumman)) 사는 1994년 최초로 Launch Platform Stargazer을 개발하여 수십 번의 상업용 위성을 탑재한 발사체를 공중에서 발사하였고,

Received: Feb. 24, 2022 Revised: Jun. 24, 2022 Accepted: Jun. 27, 2022

† Corresponding Author

Tel: \*\*\* - \*\*\*\* - \*\*\*\* E-mail: ykoh@koreanair.com

© The Society for Aerospace System Engineering

미국의 버진 오빗(Virgin Orbit)사는 747-400 항공기를 Launch Platform으로 개조하여 2021년 2월과 7월 두 차례 공중발사에 도전하여 위성을 궤도에 올리는데 성공하였다. 기존 지상발사 대비 발사 장소나 날씨에 큰 구애를 받지 않고, 비용을 절감할 수 있으며, 발사 준비시간 단축과 고도 및 속도의 이득을 볼 수 있는 등 큰 효율성[1]으로 인해 근래에 공중발사에 대한 개발 및 사업화가 확대되고 있는 것이다.

한편, 2021년 10월 국산 로켓 누리호가 나로 우주센터에서 발사되었다. 절반의 성공이라 볼 수 있으나 위성을 궤도에 올리지 못한 부분은 아직 풀어야 할 과제로 남아 있다. 현재 전문가들의 분석에 따르면 3단 비행공간에서 산화제 탱크의 압력이 낮아지며 엔진 추력과 가속도가 낮아져 엔진의 연소가 정지된 것으로 추정하고 있다. 만약 공중발사 플랫폼을 통해 발사하였다면 추력, 가속도 측면에서 이득을 취할 수 있기에 위성을 궤도에 올리기 수월하였을 것으로 생각된다.

본 논문에서는 국내 대형 민항기를 활용한 공중발사 플랫폼의 비행안전성 확보를 위해 국내 및 해외, 민간 및 군의 감항인증기준을 검토 및 분석하였다. 이를 토대로 국내 대형 민간 항공기를 공중발사 플랫폼으로 개조 시 적용 가능한 감항인증 기술기준(안)을 제시하였다. 또한 관련 해외 및 국내의 규정 및 절차를 비교 분석하여 항공기 개조와 공중발사 플랫폼 통합 측면에서 고려해야 할 제도적 인증 방안에 대해 살펴보고 효율적인 감항인증방안을 제시하였다.

## 2. 공중발사 플랫폼 비행안전성 검토

### 2.1 기본 항공기 주요 개조 범위

공중발사 플랫폼으로 개조되는 항공기의 비행안전성을 검토하기 위해서는 먼저 대상 플랫폼을 선정하고, 그에 대한 개조 범위가 결정되어야 한다. 이를 위해 국내 대형 항공기 중 대한항공이 보유 및 운영중인 대형 항공기의 최대이륙중량, 최대 탑재하중, 기체 크기, 발사체 장착 공간, 개조 용이성 등을 검토하여, 비용적 측면 및 항공기 용도 변경을 통한 경제성, 그리고 해외 선진 사례를 바탕으로 운영 비용을 고려한 결과 747-400 항공기가 적합한 것으로 검토 되었다.[2] 747-400 항공기의 경우 해외에서 공중발사 플랫폼으로 개조된 사례가 있는데, 버진 오빗 사의 경우 Fig. 1과 같이 엔진(Spare Engine) 수송 목적으로 장착된 5번째 엔진 포트(5th Engine Pod)를 활용 및 항공기 구조를 보강하여 Launch Platform인 코스믹걸(Cosmic Girl)을 개발하였다.

5번째 엔진포드를 장착하기 위한 구조 프로비전

(Structural Provision)은 항공기 좌측 날개 아랫면에



Fig. 1 Case of Qantas Airway' s 5<sup>th</sup> Engine Pod

3개의 피팅(fitting)이 있으며, 1개의 전방 피팅(forward fitting)과 2개의 후방 피팅(aft fitting)으로 구성되어 있다. 전방 피팅은 알루미늄 합금으로 제작되었으며 날개 T-section에 위치하고, 앞전(Leading Edge) 하부의 점검창을 통해 접근이 가능하다. 2개의 후방 피팅 또한 알루미늄 합금으로 제작되었으며 각각 T-section과 Channel Section에 위치한다. 후방 피팅은 날개 하부 스킨에 실플러그(Seal Plug)를 장탈하여 접근할 수 있다.

이와 같은 정보 및 버진 오빗의 공중발사 플랫폼 개조 사례를 바탕으로 항공기 운항 단계별로 필요 요구조건들을 Fig. 2와 같이 식별하고, 각각의 요구조건을 검토하여 747-400 항공기의 개조 범위를 검토하였다.

그 결과 Fig. 3에서 보는 바와 같이 5th Engine에 Pylon 장착, 조종석 일부 개조, 조작성 콘솔 장착, 제어컴퓨터 및 계측장비 장착, 안테나 및 외부 카메라 등의 장착이 주요 개조 범위로 식별되었다.

### 2.2 주요 개조 범위에 따른 비행안전영향성 검토

민간항공기를 공중발사 플랫폼으로 활용하기 위한 항공기 개조와 비행안전성 인증은 민간 또는 군 모두 수행 가능하다. 따라서 감항인증기준(군용) 및 항공기 기술기준(민간) 양쪽을 함께 검토하여 대형 민간

항공기 개조에 타당한 감항인증기준을 분석해야 한다.

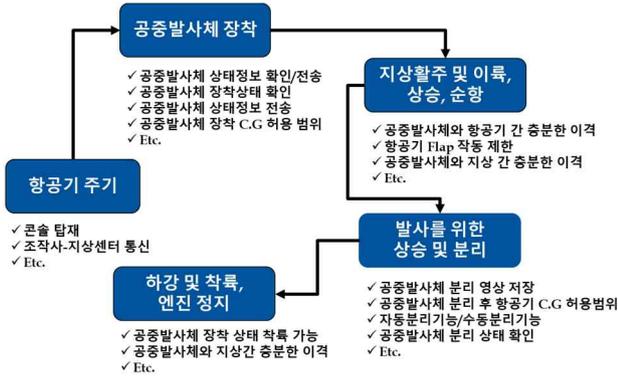


Fig. 2 Requirements for Stage of Operation



Fig. 3 Major Modification of Air Launcher Vehicle

우리나라의 경우 민간 항공기 기술기준은 미국의 FAR 를 토대로 하여 수립되었으며, 군용항공기 감항인증기준은 미공군 MIL-HDBK-516C 및 NATO 의 무인항공기 감항인증기준을 토대로 제정 및 개정되었다. 민간에서 감항인증을 진행할 경우 공중발사 플랫폼 항공기 대상이 되는 B747-400 항공기는 대형 항공기에 속하므로 KAS Part 25[3]에 따라 항공기 개조 부위 및 개조 범위에 따른 비행안전성 검토를 진행하여야 하고, 군용으로 감항인증을 진행할 경우 군용항공기 전체를 대상으로 하는 표준감항인증기준 Part 1[4]을 기준으로 비행안전성 검토를 진행해야 한다. 이는 Table 1과 같다.

당사의 군용항공기 개조 감항인증 경험을 토대로 Fig. 3의 항공기 주요 개조 범위 별 적용 가능한 감항 기준을 분석해보면, 민간 기준의 경우 Table 2와 같이 Subpart D 설계 및 구조, Subpart F 장비, Subpart H 전선연결시스템 등 3개의 Subpart가 비행 안전을 위해 검토해야 할 분야이며, 군용 기준의 경우 5. 구조, 9. 승무원시스템, 11. 항공전자, 12. 전기, 13.

전자기환경영향, 20. 항공 수송능력, 공중투하, 임무/시험장비 및 화물/탑재 하중 안전 총 6개 분야가 비행 안전을 위해 검토해야 할 분야로 판단된다.

Table 1 Review of Applicable Airworthiness Certification Standards

	적용기준	적용대상	비고
민간	KAS Part 25	Transport Category Airplanes (대형비행기)	FAR Part 25
군용	표준감항인증기준 Part 1	군용항공기 전체	MIL-HDBK-516C

Table 2 Tailored Airworthiness Certification Standards for Each Modification Part

주요개조범위 (세부포함)	KAS Part 25 (민간)	표준감항인증기준 Part 1 (군용)
조종석 - 발사체 분리제어 관널 추가 - 와이어 하니스 개조 - 발사체 확인용 모니터 추가	Subpart D 설계 및 구조 / Subpart F 장비 / Subpart H 전선연결시스템 (EWIS)	5. 구조 / 9. 승무원시스템 / 11. 항공전자 / 12. 전기 / 13. 전자기환경 영향
Upper Deck Control Room - 계측 모니터링 장비 추가 - 제어 컴퓨터 추가 - 조종사 좌석 및 랙/콘솔 추가 - 발사체 분리용 향전 장비 추가 - 신호/전기 라인, 항공기 비행데이터 신호 라인 분리 - 통신장비 추가	Subpart D 설계 및 구조 / Subpart F 장비 / Subpart H 전선연결시스템 (EWIS)	5. 구조 / 9. 승무원시스템 / 11. 항공전자 / 12. 전기 / 13. 전자기환경 영향
좌측 Wing	Subpart D 설계	5. 구조 /

<ul style="list-style-type: none"> <li>- 발사체 장착용 파일론/브라켓 추가 장착</li> <li>- 구조 내부 보강</li> <li>- 페어링 제거</li> <li>- 외부 카메라 추가</li> <li>- 질소/헬륨 라인 추가</li> </ul>	및 구조 / Subpart F 장비 / Subpart H 전선연결시스템 (EWIS)	12. 전기 / 20. 항공 수송능력, 공중투하, 임무/시험장비 및 화물/탑재하중 안전
기타	Subpart D 설계 및 구조 / Subpart F 장비 / Subpart H 전선연결시스템 (EWIS)	5. 구조 / 11. 항공전자 / 12. 전기 / 13. 전자기환경 영향
<ul style="list-style-type: none"> <li>- 발사체 신호 수신용 안테나 추가</li> <li>- 안테나- 임무장비 콘솔 연결 와이어 하네스(Wire Harness) 추가</li> </ul>		

**2.3 공중발사 플랫폼 감항인증기준 검토**

앞서 언급한 바와 같이 공중발사 플랫폼의 개조 범위에 따라 민간 또는 군용의 감항인증기준 분야별로 적용 항목을 Tailoring 하여 감항인증기준을 제시할 수 있다. 그러나 공중발사 플랫폼의 발사체 투하는 공중에서 투하하여 발사체의 자체 점화를 통해 위성 궤도에 올리는 방식으로, 무장 형태의 미사일 발사와 유사한 개념이다. 따라서 무장 및 무장 장착물 통합에 대한 감항인증기준 적용 및 비행안전성 검토가 필수적이다. 현재 고시된 민간 항공기 감항증명 기술기준에서는 무장 및 장착물 통합 관련 기술기준이 없으므로, 군용항공기의 표준감항인증기준 Part 1(MIL-HDBK-516C 기반)의 17장. 무장 및 장착물 통합 관련 기준을 적용할 수 있다. 이를 위해서는 각각의 기준/표준의 내용 및 기준에서 요구하는 적합성검증방법(MOC, Means of Compliance)에 대한 이해가 선행되어야 관련 기준 중 공중발사 플랫폼에 적용할 수 있는 기준 Tailoring 및 입증방법을 고려할 수 있을 것이다. 아래 Table 3은 표준감항인증기준 Part 1의 17장 무장 및 장착물 통합 기준 중 공중발사 플랫폼에 적용이 필요하다고 판단되는 기준 및 적합성 검증방법을 검토하여 식별한 결과이다. 공중발사 플랫폼의 개조 범위에 해당하지 않는 ‘17.3 레이저 통합’ 기준을 제외하고는 17장 나머지 모든 기준이 적용되는 것으로 분석하였다. 기준 및 표준에 대한 이해뿐만 아니라 각 기준별 동일한 적합성 검증방법(MOC)을 제시하고 있으므로, 언급하는 검증 요구도의 기준이 되는 문서들에 대한 이해도 함께 병행되어야 설계 단계부터 비행안전성을 확보하여 진행할 수 있을 것이다.

**Table 3 Standards for Armaments and Stores Integration**

장, 절	세부장절	기준 요약	MOC
17.1 기총/ 로켓 통 합 및 인터 페이스	17.1.1 기총/로켓 에서 유발 된 환경	기총/로켓 작동에 의해 발생하는 환경이 과도압력, 반동, 인간공학요소 및 항공기 하중 등 제한사항안에 있음을 검증	분석, 시험, 시범, 시뮬레이션, 검사 및 문서 검토
	17.1.2 가스 및 화염 위험 요소	기총/로켓 가스 및 화염이 항공기, 탑승 및 지상요원에 대해 안전비행 위험요소를 생성시키지 않음을 검증	
	17.1.2.1 센서 위험요소	무장 발사 시 가스 및 화염이 주요 센서 또는 조사 무기체계의 차폐로 인해 불안정한 상태가 발생하지 않음을 검증	
	17.1.3 가스 영향성	무장 가스 영향성이 항공기 구조/표피 또는 다른 비행 필수 장비에 수용할 수 없는 부식을 발생시키지 않음을 검증	
	17.1.4 폭발성 가 스 축적	기총/로켓 가스 배출/환기 시스템이 모든 폭발성 혼합 가스의 누적을 방지한다는 것을 검증	
17.2 장착물 통합	17.2.1 장착물 간격	장착물/항공기 인터페이스가 지상 및 비행 운용기간 동안 불안정한 조건을 만들지 않으며 정비 요원에겐 불안정한 환경을 생성하지 않음을 검증	
	17.2.2 안전 분리	항공기/장착물 발사 또는 사출(jettison) 비행영역 전체에 걸쳐 장착물이 항공기로부터 안전하게 분리됨을 검증	
	17.2.3 장착물, 장 착대 그리 고 투하장 비 구조 건전성	장착물/장착대 및 투하 장비 그리고 항공기가 항공기/장착물 운용 비행영역 선도에서 구조적으로 안전하게 운용 될 수 있는 능력이 있음을 검증	
	17.2.4 전기적 인 터페이스	요구된 장착물 전체 형상들에 대해서, 전기적 인터페이스가 불안정한 장착물 작동이나 항공기와의	

		상호작용을 야기하지 않음을 검증
17.2.5	장착물에 서 유발된 환경	인가된 사용영역에서 장착물에 의해 유도되는 환경이 항공기에 대해 영향을 주는 것과 항공기에 의해 유도되는 환경이 장착물을 장착하고 비행, 발사, 분리, 강제투하 하는 동안 장착물에 영향을 주는 것이 항공기 안전비행에 악영향을 주지 않는다는 것을 검증
17.2.6	장착물 운 용 안전	장착물 운용이 모든 안전 측면에서 항공기 조종에 악영향을 미치지 않음을 검증
17.2.7	장착물 형 상	항공기에 대한 모든 장착물 형상들이 비행교범에 기록되어 있음을 검증
17.2.8	고장난 장 착물	항공기를 보호하기 위해 고장난 장착물을 차단하거나 필요시 투하할 수 있다는 것을 검증
17.4	안전 인터록	무장 또는 장착물의 불안정한 작동이 일어나지 않도록 보장하기 위한 적절한 안전 잠금 및 인터록이 있음을 검증

17 장 무장 및 장착물 통합기준의 적합성 검증 방법을 살펴보면 안전분리 인증, 비-핵무기 안전 위원회(NNMSB) 인증 및 무기체계 폭발 안전검토 위원회(WSESRS) 동의를 받도록 되어 있으며, 무장 장착물 및 항공기 간 인터페이스 등에 대한 검증 기준인 STANAG 3899, MIL-HDBK-1763, MIL-STD-1289 등에 따라 검증할 것을 명시하고 있다. 공중발사 플랫폼의 발사를 위해서는 해당 기준에 대한 군용 항공기의 무장 및 장착물 통합기준 적용 사례 등을 검토하여 공중발사 플랫폼 항공기 개조 시 관련 요구도를 설계에 반영하여야 적합성 검증 단계에서 설계 변경이 발생하지 않을 수 있으며, 항공기의 비행안전성을 입증할 수 있다. 이를 위해 민간 감항인증당국과 군 감항인증당국의 국내 환경에 맞는 검증 방법을 제시할 수 있도록 상호 협력이 필요할 것으로 생각된다.

### 3. 공중발사 플랫폼 감항인증 방안 (CASE STUDY)

본 장에서는 기존에 형식증명을 보유한 민간항공기를 공중발사 플랫폼 활용 목적으로 개조하여 국내에서 운용할 경우 적용 가능한 인증 사례분석을 수행하였다.

#### 3.1 국내 민간 감항증명 획득

공중발사 플랫폼의 국내 민간 감항증명은 항공안전법에 기반하여 부가형식증명이나 제한형식증명 등의 절차를 고려할 수 있다. 국내 민간 감항증명기준인 KAS Part 25를 기반으로 공중발사 플랫폼의 감항성 입증에 가능하나, 발사체의 항공기 장착, 안전한 분리 등의 기술적 요소들은 현재 고시된 항공기기술기준에서 다루고 있지 않으므로 감항성 입증에 제한이 따른다. 따라서 Part.21.16에 따라 항공기기술기준에서 규정하는 것과 동등한 수준의 안전을 확보할 수 있는 장착물에 관한 특수기술기준의 제정이 필요하다.

이 방안은 국내 민간 감항증명 역량의 확대의 발판이 될 수 있으나, 대형 항공기의 개조 및 감항증명의 경험이 부족하여 위험이 따른다. 더불어 발사체 투하를 위한 특수기술기준 제정 및 비행 시 국토부의 허가를 득하는 등의 현행법 상 개선점과 제한사항은 안고 있다.

#### 3.2 국내 군 감항인증 획득

공중발사 플랫폼의 국내 군 감항인증은 군용항공기 비행안전에 관한 업무규정에서 명시하고 있는 단계별 감항성 심사를 수행하는 감항인증 절차를 준용할 수 있다. 국내 군 감항인증기준인 표준감항인증기준 Part 1을 기반으로 감항성 입증에 가능하며, 이 기준은 미사일 등 군에서 운용하는 무장의 안전한 분리와 관련한 감항인증기준이 포함되어 있다. 이와 같은 기준을 활용하면 민간감항증명기준을 통한 감항성 입증에서 오는 제한을 해소할 수 있다.

세부적인 감항인증 절차로 부품·구성품 및 무기·장비 등을 제작·개조할 때 적용할 수 있는 감항인증서 발급 절차와 한시적 운용을 위한 감항인증서 발급 절차가 적용될 수 있으며, 공중발사 플랫폼 운용 기간 및 빈도를 고려하여 감항인증 신청 시 적합한 절차로 선정할 수 있다.

이미 국내에서 다양한 유사 개조와 군 감항인증 사례가 존재하며, 군 기준 내 발사체 투하 관련 기술기준을 갖추고 있기 때문에 이 방안은 즉시 적용 가능한 방안이 될 수 있다.

### 3.3 개조 범위별 민간 감항증명 및 군 감항인증 단계적 획득

본 방안은 민과 군에서 개조 및 감항 업무를 단계적으로 수행하는 방안이다. 공중발사 플랫폼 개조 범위를 항공기 개조부와 장착물 통합의 2개의 단계로 나누고 인증 절차도 민간 감항증명과 군 감항인증으로 구분하여 수행한다.

발사체 통합을 제외한 발사대 장착 등의 모든 개조 범위에 대해 항공안전법[5]에 따라 국토교통부로부터 부가형식증명을 획득한다. 획득한 부가형식증명은 군용항공기 법률에 따라 군에서 인정될 수 있으므로 군 감항인증으로 전환한 후 발사체 통합에 대한 개조 수행을 진행하며 군용항공기 비행안전성 인증에 관한 법률[6]에 따라 방위사업청으로부터 군 감항인증서를 획득한다.

이 방안은 3.1절과 3.2절 방안의 장점을 모두 가질 수 있으나, 절차가 복잡하며 3.1절 방안의 제한사항을 동반한다. 절차는 Fig. 4와 같이 도식화할 수 있다.

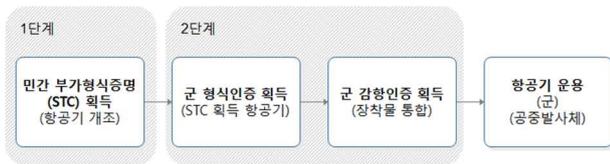


Fig. 4 Civil/Military Step by step Certificate Process Case

### 3.4 해외업체 개조/미국 또는 유럽 민간 감항증명 수행 후 군 감항인증 전환/군 운용

본 방안은 3.3절의 방안과 유사하나, 민간 감항증명 절차를 해외에서 수행하는 방안이다.

첫번째 단계에서 개정형식증명(ATC, Amended Type Certificate) 또는 부가형식증명 (STC, Supplemental Type Certificate) 획득을 수행한다. 이 단계에서 B747 항공기에 공중발사 플랫폼 발사대를 비롯하여 더미 발사체, 발사통제 시스템, 관련 계통이 개조되며, 그와 연관된 시스템까지 고려하여 감항증명을 수행한다.

두번째 단계에서는 첫번째 단계에서 인증받은 형상을 기반으로 개조 및 인증을 수행한다. 국군이 항공기 인수 후 국내 개조업체를 통해 군용항공기 비행안전성 인증 절차를 따라 감항인증 획득을 진행한다. 이 단계에서 개조된 B747 항공기에 실발사체를 통합하여 투하 및 발사 가능한 최종 형상으로 개조하며, 군 협조하에 최종 형상에 대한 검증을 완료한다.

이 방안은 해외 개조 기술 사례가 존재하여, 개조 및 비행안전성 확보에 위험성이 완화될 수 있다. 하지

만 해외 기술 의존도 및 비용 상승이 예상되며 일정 관리의 제한이 있을 수 있다. 관련 절차를 Fig. 5에 도식화하였다.

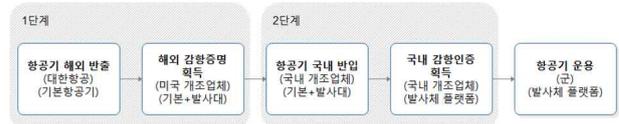


Fig. 5 Foreign Civil Process – Domestic Military Process Case

### 3.5 해외업체 개조/미국 또는 유럽 민간 감항증명 수행 후 민간 운용

본 방안은 해외업체에서 개조 형상에 대해 해당 국가의 민간 절차에 따라 Airworthiness Certificate 완료 후 국내 민간이 항공기 인수 후 부가형식증명승인 절차를 진행하는 사례이다.

국의 항공기 개조업체를 통해 B747 항공기에 공중발사 플랫폼을 통합한 최종 형상으로 개조 후 해당 국가 인증당국의 부가형식증명(STC, Supplemental Type Certificate) 획득을 진행한다. 이후 국내에서 부가형식 증명승인을 통해 감항증명 절차를 완료한다.

해외에서 모든 절차를 진행할 수 있어 개조 관련 위험을 완화시킬 수 있으나, 유사 사업을 수행한 버진 오빗의 경우 FAA로부터 STC가 아닌 Experimental Airworthiness Certificate을 획득한 것으로 확인되어 본 방안의 실현 가능성은 미지수다. 관련 절차는 Fig. 6에 도식화하였다.

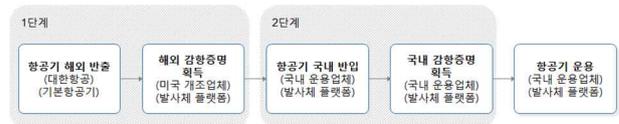


Fig. 6 Foreign Civil Process – Civil Operation Case

## 4. 결 론

대형 민간항공기를 활용한 공중발사 플랫폼의 효율적인 감항인증 수행을 위한 감항인증기준 및 감항인증 방안을 검토한 결과를 토대로 국내 현실을 고려한 감항인증기준 적용 방안 및 감항인증 수행 방안을 제시해보고자 한다.

공중발사 플랫폼의 비행안전성 검토는 민간 또는 군의 감항인증기준을 활용하여 감항성을 입증할 수 있지만, 민간 기준 활용 시 발사체 투하 관련 기준에 대하여 국내 현실을 반영한 기준 설정 및 입증 방법 등이 검토되어야 할 것이라 판단된다.

공중발사 플랫폼 비행안전성 입증 수행을 위해 상기 및 Table 4 에서 제시된 5 가지 방안의 장단점을 비교해보았을 때 가장 효율적이고 현실적인 방안은 군 감항인증 획득 절차인 3.2 절의 방안 2 이다.

이 방안도 단점은 존재하지만 국내에 감항인증 능력을 보유한 당국이 존재하고 발사체 투하 관련 입증이 가능하며, 국내 자체 개조가 이루어질 수 있다는 장점으로 인해 가장 적합한 방안이라 판단하였다.

덧붙여 여러 방안 검토 결과 국내 민간에서도 제도의 보완이 선행된다면, 충분히 개조 및 증명 가능할 수 있다는 생각을 가질 수 있었다. 이를 위해 민간과 군, 정부 차원에서 Task Force Team 을 구성하는 등의 상호 협력을 통해 제도 보완을 제안한다.

**Table 4 Case of Airworthiness Certificate for Aerial Launch Platform using Large Civil Aircraft**

방안 1. 국내 감항증명 (부가형식증명)	
개조	국내 민간 개조
장점	- 대형 민간항공기 개조 및 감항증명 경험 확보 가능
단점	- 대형 민간항공기 개조 및 감항증명 경험 전무 - 국토교통부장관 허가 및 발사체 장착/투하 관련 특수기술기준 필요
방안 2. 국내 감항인증 (감항인증서)	
개조	국내 군 개조
장점	- 외부 장착물 부착 및 투하 기준 존재 - 국내 유사 사례 군 감항인증 경험 존재
단점	- 민간 항공기의 군용 항공기로 전환 선행
방안 3. 부가형식증명 + 감항인증서	
개조	국내 민간 개조 + 군 개조
장점	- 대형 민간항공기 개조 및 감항인증 경험 확보 가능 - 국내 유사 사례 군 감항인증 경험 존재
단점	- 대형 민간항공기 개조 및 감항증명 경험 전무

	- 단계별 검증에 따라 절차가 복잡
방안 4. STC/ATC + 감항인증서	
개조	해외 민간 개조 + 국내 군 개조
장점	- 대형 민간항공기 개조 및 감항증명 Risk 완화 - 국내 유사 사례 군 감항인증 경험 존재
단점	- 해외 STC 발급 사례 없음 - 해외기술 의존도, 일정 및 비용 상승 - 단계별 검증에 따라 절차가 복잡
방안 5. STC/ATC + 부가형식증명승인	
개조	해외 민간 개조
장점	- 대형 민간항공기 개조 및 감항증명 Risk 완화 - 국내 민간 절차 간소화
단점	- 해외 STC 발급 사례 없음 - 해외기술 의존도, 일정 및 비용 상승 - 단계별 검증에 따라 절차가 복잡

### 후 기

본 연구는 대한민국 공군본부 우주센터에서 발주한 ‘국내 대형 민간항공기 활용 공중발사 가능성 분석 연구’ 과제의 일환으로 작성되었다. 향후 우리나라 자체 개발 소형위성 공중 발사의 밑거름이 되기를 희망한다.

### References

- [1] Tae Whan Sho, "Efficacy and development directions of Air-based Space Launch Vehicle for constant space security", *Analysis of security Issues*, Vol. 181, 2021, pp.5~8
- [2] Yonggi Hong, "Development Plan of Air Launch Vehicle using Large Commercial Aircraft", *KSAS 2021 Fall Conference*
- [3] MILIT, Korean Airworthiness Standards Part 25, 2021
- [4] DAPA, Standard Airworthiness Certification Criteria for Military Aircraft Part 1, 2021
- [5] Act No.18566, AVIATION SAFETY ACT, 2021.
- [6] Act No.16353, MILITARY AIRCRAFT AIRWORTHINESS CERTIFICATION ACT, 2019
- [7] <https://www.faa.gov/>