

무장/장착물 통합 기준과 항공기 발사 순항 유도무기 개발 프로세스의 상관성 분석

Analysis of the Correlation between Armament/Store Integration Criteria and Aircraft Launch Missile Development Process

최석민* · 이종홍 · 김지민 · 정재원

LIG넥스원 연구개발본부

Seok-min Choi*, Jong-hong Lee, Ji-min Kim, Seoung-pil Lee, Jae-won Jung, Jae-Won Jung

R&D Center of LIG Nex1 Co, Ltd, Seongnam, 13488, Korea

[요 약]

국내 기술의 발달로 인하여 다양한 항공기 발사 무장이 개발되고 있으며, 항공기-무장 통합 인증에 대한 중요성 역시 높아지고 있다. 항공기-무장 통합 인증은 표준감항인증기준 (Standard ACC; standard airworthiness certification criteria)에서 제시하는 무장/장착물 통합 기준에 대한 적합성을 검증하여 안전 비행에 문제가 없다는 것을 증명하는 것으로, 무장 개발 후 항공기 통합 과정에서 요구되는 다양한 기준을 만족시켜야 함을 의미한다. 따라서 항공기의 요구사항을 무장 개발 과정에서 반영하여야 적합성 검증 단계에서 설계 변경 소요를 줄일 수 있다. 본 논문에서는 표준감항인증기준과 항공기-무장 적합성 기준 문서인 MIL-HDBK-1763, 그리고 순항유도무기 개발 프로세스간의 상관성을 분석하였다. 분석 결과 설계 초기 단계부터 공력 및 구조설계 분야에서 항공기 요구사항을 반영하여 개발을 진행하는 경우 항공기-무장 통합 인증 단계에서의 설계 변경 발생을 줄일 수 있다고 판단하였다.

[Abstract]

Due to the development of domestic technology, a variety of aircraft launch weapons have been developed, and the importance of aircraft-store integration certification is increasing. The aircraft-store integration certification is to certify compliance with the armaments/stores integration criteria set out in the Standard ACC and to prove that there is no problem with the safety flight. Therefore, it is necessary to reflect the requirements of the aircraft in the store development process to reduce the design change requirement in the compatibility verification stage. In this paper, the relationship between the Standards ACC, aircraft-store compatibility reference document MIL-HDBK-1763, and the development process of cruise guided weapons have been analyzed. As a result of the analysis, it was concluded that the design changes in the aircraft-store integration certification stage could be reduced if the aerodynamic and structural design requirements were reflected from the conceptual design stage.

Key word : Military airworthiness certification, Aircraft-store compatibility, Certification procedure, Cruise missile development, Conceptual design synthesis process.

<https://doi.org/10.12673/jant.2018.22.2.84>



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Received 20 March 2018; Revised 26 March 2018

Accepted (Publication) 26 April 2018 (30 April 2018)

*Corresponding Author; Seok-Min Choi

Tel: +82-42-718-3635

E-mail: seokmin.choi@lignex1.com

1. 서론

감항인증이란 항공기가 안전하게 비행하기 위한 기준을 적용하여 설계가 되었고, 그 설계가 비행안전에 적합하다는 것을 정부가 인증하는 행위이다. 감항인증은 민간분야에서 1947년 국제 민간 항공 기구 (ICAO; International Civil Aviation Organization)가 설립되어 시작되었으며, 단일 기구 아래 전 세계적 감항 제도가 동일적용 되었다. 군 감항인증은 2000년대 초부터 항공 선진국에서부터 중요성이 인식되어 제도가 정립되었지만 민간 항공과 같이 단일 기구가 아닌 국가별 특성에 맞는 감항 제도를 수립하여 적용해왔으며, 2010년 전후로 국가 간 협력에 대한 중요성이 제기되어 오고 있다. 과학기술의 발달로 인하여 전투기 및 신규 무장들이 지속적으로 개발되고 있으며, 이에 따라 항공기-무장 통합에 대한 기술 및 능력 확보에 대한 요구가 증가하고 있다. 항공기-무장 통합은 항공기가 장착할 무장에 대하여 장착 상태에서 항공기가 요구하는 다양한 요구조건들을 만족시키면서 안전한 비행이 가능한지 입증하는 기준이다. 항공 선진국인 미국의 공군에서는 항공기-무장 인증 시험평가 관련하여 전문기관인 AFSEO (Air Force Seek Eagle Office) 주관으로 ‘Seek Eagle Program’에 따라 장착물 관련 전문 시험평가 프로그램이 구성되어 있다. 국내에서는 무장인증을 위한 별도의 프로그램이 없으나 TA-50과 FA-50의 무장/장착물 등과 관련된 시험평가들을 통해 비행시험 경험 등을 축적해오고 있으며, 조환기 등은 항공기-장착물 적합성 시험 표준 문서인 MIL-HDBK-1763의 비행시험평가에 대한 분석을 수행하여 전투기 개발 초기에 시험 평가를 위한 시험 계획 수립의 중요성을 강조하였다. [1] 최근에는 항공기 장착 유도무기에 대한 관심이 높아지고 있으며, 국내 기술로 개발되어 최초로 항공기에 장착된 KGGB (Korea GPS guide bomb)를 비롯한 다양한 항공기 장착 무장에 대한 연구가 수행되고 있다. 또한 최근 도입된 KEPD-350K로 인하여 국내개발 순항유도무기의 항공기 장착에 대한 관심이 높아지고 있다.

본 논문에서는 국내 군용항공기 표준감항인증 기준에서 제시하는 장착물 관련 인증기준을 분석하고, 플랫폼에서 요구하는 설계 요구조건들이 순항유도무기 체계 설계/개발 관점에서 어느 단계부터 고려되어야 효율적인 개발을 진행할 수 있는지 분석하였다.

II. 감항인증기준과 유도무기 개발 프로세스 간의 상관성 분석

국내 군용항공기 감항인증 체계 구성과 인증 체계 내에서 제시하는 장착물 통합 관련 기준을 확인한다. 또한 기준의 만족 여부를 판단하는 적합성 시험이 무엇인지, 적합성 시험의 대부분의 정보 원천인 MIL-HDBK-1763에서 제시하는 업무 절차와 절차마다 수행되는 세부 분석 및 시험 항목을 파악하고, 적합성

시험 수락 기준으로부터 도출되는 항공기 설계 요구사항과 순항유도무기 설계/개발 간의 연관성을 분석하기 위하여 순항유도무기 설계/개발 프로세스를 제시한다. 이를 바탕으로 각 기준 및 프로세스 간의 연관성을 분석하여 최종적으로 항공기의 설계 요구사항이 유도무기 개발에 있어 어떤 단계에서 어느 분야에 반영이 되어야 하는지 분석한다.

2-1 국내 군용항공기 감항인증 체계

국내 군용항공기 감항인증은 ‘군용항공기 비행안전성 인증에 관한 법률’에 따르며, 관련 절차는 관련 법률, 시행령, 시행규칙에서 위임한 ‘군용항공기 비행안전성 인증에 관한 업무 규정’을 따른다. 감항인증 기준은 표준 감항인증기준, 기타 감항인증기준, 기종별 감항인증기준 3가지로 구분된다. 표준 감항인증기준은 군용항공기 사업 시 항공기의 비행안전성을 확보하기 위해 설계, 제작, 시험 등에 적용하는 일반적인 기술기준으로 2017년 4월에 고시 제2017-3호로 개정되어 표1과 같은 구성으로 변경되었다. 기준 구분에서 알 수 있듯이 무인기 시스템이 아닌 경우에는 표준감항인증기준 중 Part 1을 준수하도록 한다. Part 1에서는 표 2에서 볼 수 있듯이 17개 분야에서 952개 기준을 제시한다. 이 중 항공기-장착물 통합 관련 기준은 17장에 구성되어 있으며, 22개의 기준을 포함하고 있다. 각각의 기준들은 적합성 검증방법 (MOC; methods of compliance)을 통하여 충족여부를 검증한다. 적합성 검증 방법이란, 기준에 대한 적합 여부를 검증 또는 시범하기 위한 논리적 또는 체계적인 방법을 의미하며 검사, 분석, 시범, 지상시험 및 비행시험 등이 포함된다.

2-2 무장 및 장착물 통합 기준

일반감항인증절차를 적용하여 무장에 대한 감항인증을 받는 경우에는 앞 절에서 소개한 표준감항인증기준 중 Part 1의 17장 ‘무장 및 장착물 통합’ 기준을 적용하여 감항인증을 수행한다.

앞 절에서 언급한 것과 같이 17장은 22개의 기준이 있으며 세부 기준 항목은 표 3과 같다. 이와 관련하여 이홍주 등은 국내 장착물 통합 기준에 대한 각 기종별 정리 및 미국, 유럽 등 주요 국가 간의 장착물 통합 감항인증에 대한 비교 분석을 수행하여 향후에는 국내 환경에 맞는 검증방법 등이 제시되어야 함을 제안하였다.[2]

표 1. 표준감항인증기준 구성

Table 1. Standard airworthiness certification configuration.

Standard ACC	Document	Remarks
Part 1	MIL-HDBK-516C	
Part 2	STANAG 4671	UAV system airworthiness system requirement
Part 3	STANAG 4703	Light UAV system airworthiness system requirement

표 2. 표준감항인증기준(Part 1) 항목

Table 2. Standard airworthiness certification(Part 1) criteria.

Chapter	Criteria	Number of items
4	System engineering	21
5	Structures	29
6	Flight technology	206
7	Propulsion and propulsion installation	99
8	Air vehicle subsystems	295
9	Crew system	57
10	Diagnostic systems	7
11	Avionics	30
12	Electrical system	26
13	Electromagnetic environmental effects(E3)	12
14	System safety	39
15	Computer systems and software	42
16	Maintenance	12
17	Armament/stores integration	22
18	Passenger safety	19
19	Materials	18
20	Air transportability, airdrop, mission/test equipment and cargo/payload safety	18

표 3에서 제시한 22개 기준 중 장착물이 유도무기인 경우, '17.2 장착물 통합' 및 '17.4 안전 인터록' 항목에 대한 적합성을 검증한다. 각각의 감항인증 기준들은 앞서 언급한 MOC를 통하여 기준 충족 여부를 검증한다. MOC를 만족하기 위하여 수행되는 업무의 기준선을 MIL-HDBK-244에서 제시하고, MIL-HDBK-1763에서 항공기-무장 적합성 검증을 위한 모든 공학적 분석 및 시험 항목들을 표준화하여 안내한다.

2-3 항공기-무장 적합성

항공기-무장 적합성 검증을 위한 지침 자료인 MIL-HDBK-1763 핸드북에서는 항공기-무장 간의 호환성 범위 설정 및 적합성을 정당화하기 위한 가이드를 제공한다.

표 3. 무장 및 장착물 통합 항목

Table 3. Armament and stores integration criteria.

Paragraph	Criteria	Number of items
17.1	Gun/rocket integration and interface	5
17.2	Store integration	9
17.2.1	Store clearance	
17.2.2	Safe separation	
17.2.3	Store, suspension and release equipment structural integrity	
17.2.4	Electrical interfaces	
17.2.5	Store induced environments	
17.2.6	Safe store operations	
17.2.7	Store configurations	
17.2.8	Malfunctioing stores	
17.2.9	Lost link	
17.3	Laser integration	7
17.4	Safety Interlocks	1

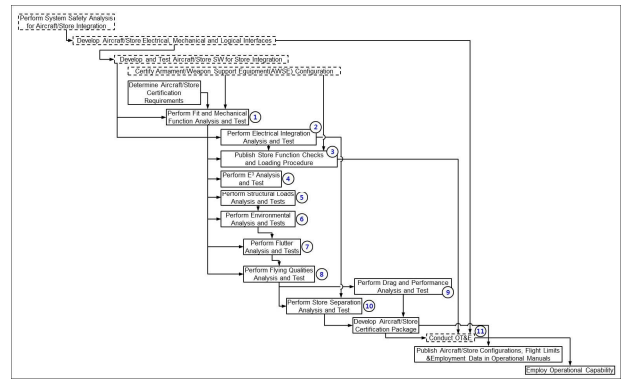


그림 1. 항공기-무장 적합성 절차

Fig. 1. Aircraft-store compatibility procedure.

핸드북은 장착물 적합성 인증 절차의 아웃라인 및 포괄적인 추진절차를 제시하며 적합성 평가 및 분석을 위한 방법 및 요구 데이터 수집을 위한 각 분야별 공학적 분석 방법을 안내하며 공학적 분석 결과의 유효성 검증을 위한 시험항목 및 절차를 제시하고, 공학적 분석 및 시험을 통해 획득한 결과를 입증하는 종합 기술 자료에 대한 내용으로 구성되어 있다. 부록에서는 검증을 위한 세부 시험 항목으로 지상시험 16개 및 비행시험 20개 항목에 대하여 시험목적, 요구사항, 시험 준비사항, 수락 기준, 시험절차, 그리고 시험 보고에 대한 세부내용 등을 다루고 있다. 함재기 운용이 없는 조건의 전투기에 유도무기와 같은 무장을 장착하는 경우에는 그림 1 과 같은 인증 절차로 수정하여 적용 가능하다. 각 절차마다 핸드북에서 제시하는 공학적 분석 및 시험을 수행하게 되며, 절차별 수행 항목들에 대하여 핸드북 내 목차를 기준으로 표 4와 같이 분류하였다. 또한, 장착물 적합성 업무 중 분석 및 시험이 수행되는 항목을 기준으로 순번을 부여하였다. 분류된 항목들의 세부 수행 기준, 그리고 정량적 요구 사항은 사업의 특성, 즉 적용 항공기의 요구사항에 맞게 재단하여 수행한다.

2-4 순항 유도무기 개발 프로세스

순항 유도무기는 무인비행체에 가깝다. 이는 세부적인 설계 과정에서는 차이가 있지만 전체적인 설계/개발 절차 및 방법을 항공기와 동일한 개념으로 적용할 수 있다는 의미로 해석할 수 있다. 참고문헌 [3]에서는 전체적인 항공기 설계 및 개발 절차를 그림 2 와 같이 제시하고 있으며, 이 절차는 순항유도무기의 경우에도 적용 가능하다. 개념설계 단계는 임무요구사항 및 목표 성능 등을 통해 도출된 요구사항들을 바탕으로 중량 및 형상 데이터 파라미터를 추정하는 초기 사이징을 수행하고, 이를 통해 도출된 파라미터와 관련된 변수를 이용하여 초기 형상을 도출한 후 각 분야별 해석을 수행하여 최적 형상을 도출한다. 설계 진행 동안 각 분야 간의 연성이 발생하고, 이를 위해 각 분야별 모뎀화를 통해 연성에 의한 설계 반복이 이루어지도록 그림 3과 같이 설계통합 프로세스를 구성할 수 있다.[4]

표 4. 항공기-무장 적합성 절차 간 업무

Table 4. Aircraft-store compatibility inter-procedural work.

NO	Procedures	Items	
1	Perform Fit and Mechanical Function Analysis and Test	Paragraph	4.1.3
		Test Procedure	101, 102
2	Perform Electrical Integration Analysis and Test	Paragraph	4.1.3
		Test Procedure	102
3	Publish Store Function Checks and Loading Procedure	Paragraph	4.1.3
		Test Procedure	101, 102
4	Perform E3 Analysis and Test	Paragraph	4.1.4.14
		Test Procedure	153, 154, 224
5	Perform Structural Loads Analysis and Tests	Paragraph	4.1.4.2, 4.1.4.3, 4.1.4.4
		Test Procedure	131, 132, 200, 252
6	Perform Environmental Analysis and Tests	Paragraph	4.1.4.6
		Test Procedure	151, 152, 153, 154, 155, 221, 222, 223, 224
7	Perform Flutter Analysis and Tests	Paragraph	4.1.4.2, 4.1.4.3, 4.1.4.4.3.1
		Test Procedure	120, 143, 210
8	Perform Flying Qualities Analysis and Test	Paragraph	4.1.4.2, 4.1.4.3, 4.1.4.4
		Test Procedure	230, 251, 252, 253
9	Perform Drag and Performance Analysis and Test	Paragraph	4.1.4.3
		Test Procedure	141, 142, 240, 251, 252, 253
10	Perform Store Separation Analysis and Test	Paragraph	4.1.4.3
		Test Procedure	110, 141, 142, 144, 271, 274, 280
11	Conduct OT&E	Paragraph	4.2
		Test Procedure	271, 272, 280, 291, 292, 293, 294

개념설계 이후에 진행되는 기본설계, 상세설계 및 제작, 비행시험 단계까지는 개념 설계 결과에 대한 각 분야별 세부 검증 및 반복설계, 실제 개발을 통한 검증 시험 등을 수행하는 기술 개발 단계로 Fleeman[5]이 제시하는 일반적인 유도무기 검증/개발 프로세스를 적용할 수 있다. 그림 4는 설계부터 검증 및 개발단계까지 통합된 프로세스를 제시하는 것으로, 이는 개념설계로 도출된 형상, 공력, 중량, 성능 등에 대한 파라미터 및 각 분야별 설계 결과 항목들에 대하여 실제 개발을 진행하면서 형상 및 성능에 대한 검증을 수행하고, 체계 통합된 형상에 대한 시뮬레이션 및 각종 시험을 진행한 후 최종적으로 항공기에 장착하여 비행시험을 하는 단계를 거치게 되는 것을 의미한다. 위와 같은 전체 개발 순기 중 각 분야 및 체계 단위에서 산출되는 공학적 분석 및 시험 결과들이 항공기-무장 통합 인증의 입증 자료로 활용된다.

2-5 상관성 분석

항공기-무장 통합 기준을 충족하기 위하여 각 기준 항목에 대한 항공기의 세부 요구사항을 확인하여야 한다. 이는 적용 항

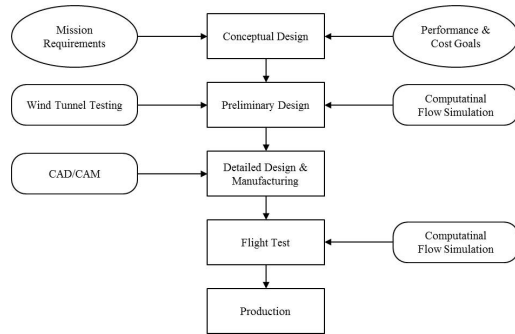


그림 2. 전체적인 항공기 설계 및 개발 절차[3]

Fig. 2. Overall aircraft design and development procedures.

공기의 안전 비행을 위한 요구사항을 유도무기 설계단계부터 적용이 가능한 정량적인 항목들로 도출하는 것을 의미한다. 이를 위하여 기준에 대한 분석과 설계 요구사항간의 상관성을 분석하여야 한다. 체계 개발자 관점에서는 이를 사전에 분석하여 적합성을 검증하는데 문제가 발생하지 않도록 해야 한다. 장착물 통합 인증을 득하기 위해 설계단계부터 어떠한 분야들을 고려하여 개발을 진행해야 하는지 표준감항인증기준과 적합성 업무 절차, 그리고 순항유도무기 개발 프로세스 간의 상관관계 분석을 수행하였다.

1) 장착물 통합 감항인증 기준과 적합성 시험 간의 상관성

표준감항기준 내 장착물 통합 기준과 이를 입증하기 위한 적합성 업무 간의 상관성은 표 3의 각 항목별 MOC와 표 4의 절차 간 수행하는 항목들 간의 분석을 통하여 도출한다. 장착물 통합 감항인증 기준에서는 포괄적인 범위의 항목들을 MOC로 제시하고 있다. 이를 구체화 할 수 있는 적합성 절차 내 공학적 분석 및 시험 항목들과의 상관성을 분석한다. 예를 들어, 표3의 17.2.2 'safe separation'의 MOC는 '전산유체역학 모델, 풍동시험, 안전분리 비행시험 및 MIL-STD-1289의 요구도 및 MIL-HDBK-1763에서 언급된 지침준수' 라고 제시되어있다.

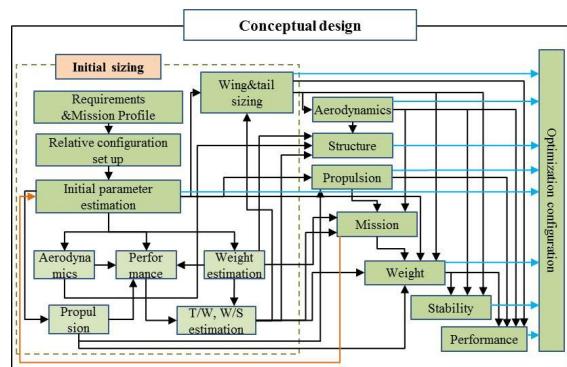


그림 3. 개념 설계 통합 프로세스[4]

Fig. 3. Conceptual design synthesis process.

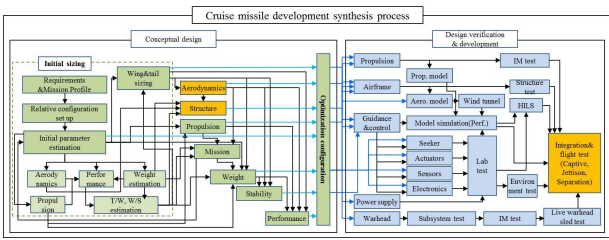


그림 4. 순항유도무기 개발 통합 프로세스
 Fig. 4. Cruise missile development synthesis process.

이를 MIL-HDBK-1763 문서에서 제시하는 절차인 표4의 항목들을 기준으로 상관성을 분석하면, 10번 항목 'Perform Store Separation Analysis and Test'의 세부 수행 항목인 paragraph 4.1.4.3 및 test 141,142,144,271,274,280과 상관성이 있음을 확인할 수 있다. 이러한 상관성 분석 결과를 그림 5에서 제시하고 있으며, 분석 결과 표 4의 1번, 8번, 9번, 10번, 11번 절차가 입증 근거로 가장 많이 적용됨을 알 수 있다. 1번 항목은 항공기와 무장 간의 물리적 적합성, 기능 분석 및 시험을 수행하는 절차로 각 기준 항목들이 각각의 검증자료 뿐만 아니라 항공기-무장의 장착 인터페이스를 확인한다는 것을 의미한다. 이는 설계 결과로 도출된 형상을 바탕으로 수행되어야 함을 의미한다. 8번, 9번, 10번, 11번 절차는 항공기 장착 후 비행시험 및 최종 시험평가와 관련된 항목들이다. 이는 모든 적합성 시험이 검증을 위한 중요한 항목들이지만 최종적으로는 항공기 장착 후 비행시험을 통한 검증이 수반되어야 함을 의미한다고 판단할 수 있다.

2) 적합성 시험과 유도무기 개발 프로세스 간의 상관성

순항유도무기 개발 프로세스 중 어느 단계부터 항공기 요구 사항들을 분석하여 적용해야 하는지를 확인하기 위하여 표 4의 각 절차에서 수행되는 항목들이 그림 4의 개발프로세스 내에서 수행되는 시점을 기준으로 분석을 수행하였다. 표 4의 각 절차마다 수행되는 항목들이 그림 4의 프로세스 중 어느 단계에서 수행되어야 하는지를 기준으로 분석을 수행하였다. 그림 6은 분석결과를 나타내며, 적합성 시험 대부분의 항목들이 체계통합 및 비행시험 단계에서 수행하도록 되어있다.

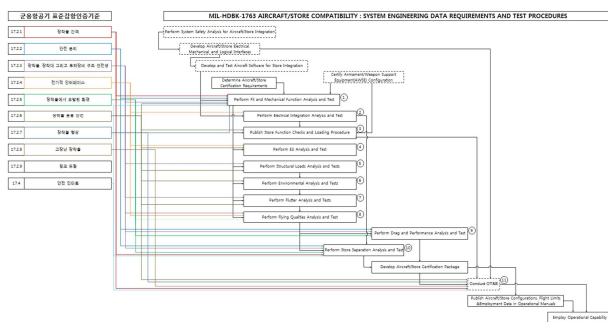


그림 5. 상관성 분석 1
 Fig. 5. Correlation analysis 1.

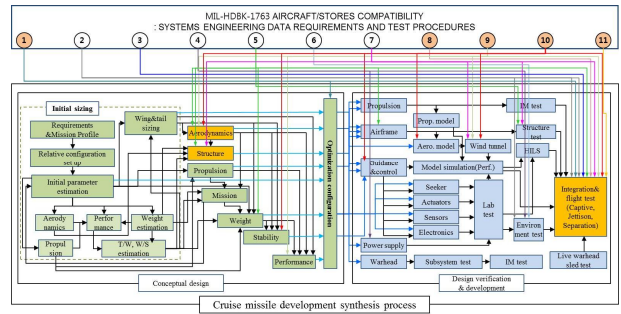


그림 6. 상관성 분석 2
 Fig. 6. Correlation analysis 2.

이는 앞서 분석한 장착물 통합 감항인증 기준과 적합성 시험 간의 상관성 분석의 결과와 동일한 결과를 나타냄을 확인할 수 있다. 본 논문에서는 시험 평가 단계가 아닌 설계 단계에서부터 영향을 미치는 항목들을 도출해내는 것이 목적이며, 이와 관련된 설계분야는 공기역학 및 구조 설계 분야이다. 이 분야들은 적합성 시험 중 5, 7, 9, 10 과의 상관성 항목들이고, 설계 초기 단계에서 산출되는 추력 대 중량비, 익면하중 등과 같은 중요 설계 파라미터들에 영향을 미치는 분야로 요구조건이 변하는 경우 전체적인 설계 형상 자체가 변경될 수 있는 중요한 분야들이다. 이러한 분야의 요구사항들이 개발 초기단계부터 정의된다면, 개발 중 설계 변경 항목들이 줄어들 것이라고 판단할 수 있다.

III. 결론

장착물 통합 표준감항인증 기준으로부터 순항유도무기 개발 프로세스까지의 상관성을 분석한 결과, 비행시험 및 시험평가 분야가 적합성 검증에 가장 많은 영향을 끼침을 확인할 수 있었다. 이는 장착물 통합 증명을 위한 모든 공학적 분석 및 개발 과정중에 수행되는 시험들이 장착물 통합 증명을 위한 자료로 제공되지만, 최종적으로는 시험평가를 통한 실제 입증이가장 중요하다고 판단할 수 있다. 본 논문의 목적인 설계단계부터 항공기 요구조건이 반영되어 최종 개발형상에 영향을 미치는 분야는 공기역학 및 구조설계 분야로 판단되었다. 이 두 가지는 요구조건에 따라 전체 설계 형상이 변경될 확률이 높은 분야로써 설계 단계에서 요구조건을 정확하게 반영하여야 개발 중 설계변경에 따른 비용 증가 및 일정 지연 등을 최소화 할 수 있다. 따라서 항공기 장착용 순항유도무기 개발 시 설계 단계부터 공기역학 및 구조설계 분야의 항공기 요구사항이 반영된 개발을 진행하는 것이 중요하다고 판단된다.

References

- [1] H. K. Cho and B. S. Kim, "A study on the standard of test and evaluation for aircraft/store compatibility," in *2012 The Korean Society for Aeronautical and Space sciences Fall Conference*, Je-ju: Korea, pp.1256~1259, 2012.
- [2] H. J. Lee, Y. H. Cho and N. S. Han, "A study on the military airworthiness certification of aircraft-store integration," in *2015 The Korean Society for Aeronautical and Space sciences Fall Conference*, Je-ju: Korea, pp.1448~1451, 2015.
- [3] Aircraft Design Education Research Group, *Aircraft Conceptual Design*, 3rd ed. Kyungmoon, 2016.
- [4] S. M. Choi, *Multidisciplinary UAV design optimization implementing multi-fidelity analysis techniques*, MS dissertation, Konkuk University, Seoul, Korea, 2010
- [5] Eugene L. Fleeman, *Tactical Missile Design*, 1st ed. AIAA, 2001.



최 석 민 (Seok-Min Choi)

2008년 2월 : 건국대학교 항공우주정보시스템공학과 (공학사)
 2010년 2월 : 건국대학교 항공우주정보시스템공학과 (공학석사)
 2010년 1월 ~ 현재 : LIG넥스원 선임연구원
 ※관심분야 : 유도탄 체계, 항공기 개념설계, 감항인증



이 종 홍 (Jong-Hong Lee)

2005년 2월 : 충남대학교 메카트로닉스공학과 (공학사)
 2007년 2월 : 충남대학교 메카트로닉스공학과 (공학석사)
 2008년 7월 ~ 현재 : LIG넥스원 선임연구원
 ※관심분야 : 항공기 무장, 무장시험평가



김 지 민 (Ji-Min Kim)

2011년 2월 : 강원대학교 전기전자공학과 (공학사)
 2014년 2월 : 강원대학교 전기전자공학과 (공학석사)
 2014년 1월 ~ 현재 : LIG넥스원 선임연구소
 ※관심분야 : 유도탄 체계, EMC



정 재 원 (Jae-Won Jung)

1997년 2월 : 동아대학교 전기공학과 (공학사)
 1999년 2월 : 부산대학교 전기공학과 (공학석사)
 2000년 7월 ~ 현재 : LIG넥스원 수석연구원
 ※관심분야 : 유도탄체계, EMC