

무인항공체계 개발을 위한 형상관리 방안 연구

송지한^{1,†} · 최윤정¹ · 조호윤¹

¹국방과학연구소

A Study on Configuration Management System for Unmanned Aircraft System Development

Ji-Han Song^{1,†}, Yun Jeong Choi¹, Ho Yun Cho¹

¹Agency for Defense Development

Abstract : Unmanned Aircraft System(UAS) is a huge and complicated system that is composed of UAV, ground control system, datalink system, and mission equipments. We have applied system engineering to development of UAS. Configuration management is very important activity for efficient developments. The Configuration management process comprises four distinct disciplines (Configuration identification, Configuration control, Configuration status accounting, and Configuration audit). This paper explains the configuration management system of UAS development project which ADD executes and introduces several examples of these four disciplines.

Key Words : System Engineering, Unmanned Aircraft System(UAS), Configuration Management

1. 서 론

최근 개발 중인 대부분의 무기체계는 첨단 및 고성능을 요구하고 있다. 따라서 현재는 과거의 무기체계와는 달리 설계 초기부터 복합적이고 상호 연동성 같은 다양한 요구사항들을 설계에 반영해야 하는 경우가 증가하였다. 이러한 복잡한 과정을 프로세스화 하여 효율적으로 처리 및 관리하는 방법 혹은 기법을 체계공학(System Engineering, SE)이라 할 수 있다. 현재 선진국에서는 무기체계 및 민간항공기 개발에 체계공학을 적용하고 있고, 국내에서도 다양한 분야에서 체계공학을 적용하고 있는 추세이다. 특히 체계공학의 한 분야인 형상관리(Configuration Management, CM)는 개발관점에서 보면 제품성능 및 규격, 도면 등이

포함되는 기술자료를 문서화하고, 개발기술이 생산에 적용되어 운용성능을 만족시키는 체계를 획득하는 활동이라 할 수 있다. 오래전부터 Table 1과 같은 형상관리 관련 표준들이 제정되어 적용되고 있다. 군용은 군 표준(Standard)이나 핸드북(Handbook)에서 정의되어 있고, 민간/산업용은 EIA 표준에서 정의되어 현장에서 활용되고 있다.

무인항공체계는 비행체, 지상통제체계, 데이터링크체계, 임무장비 등 여러 부체계(Subsystem)를 통합한 종합체계이고, 각각의 부체계는 단일 체계개발사업으로도 수행 가능할 만큼의 큰 규모이다. 이러한 관점에

Table 1 Specification, Standard for Configuration Management

Spec.	Title
MIL-HDBK-61	Configuration Management Guidance
EIA/IS-649	National Consensus Standard for Configuration Management
EIA/IS-632	Processes for Engineering a System

Received: Oct. 13, 2015 Revised: Nov. 27, 2015 Accepted: Dec 01, 2015

† Corresponding Author

Tel: +82-42-821-0636, E-mail: silentgoodbye@add.re.kr

Copyright © The Society for Aerospace System Engineering

서 보면 무인항공체계 개발사업은 복합시스템(System of Systems)으로 구성된 종합 체계 개발사업으로 다양한 기관 및 업체의 인력이 투입되어 유기적으로 협력하며 개발하고 있다. 따라서 사업 참여자들이 업무를 원활히 수행하기 위해서는 일관성 있는 관리 기준을 제시하고 상호간의 개발환경을 고려하면서 체계개발을 진행할 수 있는 형상관리 프로세스 수립이 필요하다. 개발의 원활한 진행과 개발간의 혼선을 제거하기 위해, 사업준비 단계부터 형상관리 계획을 준비하였다. 특히 무인항공체계는 여러 부체계들이 종합되는 체계이므로 각각의 개발환경을 고려한 형상관리 계획 수립이 중요하다.

무인항공체계 개발을 수행하고 있는 국방과학연구소(이하 국과연) 및 시제업체들은 방위사업청 지침과 국과연 내부 지침에 따라 체계공학기법을 사업 특성에 적합하도록 계획하고 적용하고 있으며, 이를 바탕으로 형상관리 업무를 수행하고 있다.

2. 관련 연구

국내에서도 체계공학이 중요성이 대두됨에 따라 관리 기법인 형상관리에 대한 연구도 활발히 진행되고 있다. 대부분의 무기체계 개발의 사업관리를 수행하고 있는 방위사업청에서는 무기체계 개발사업에 체계공학기법을 적용하고자 관리업무 지침[1]을 국과연 및 방산업체에 제공하고 있으며, 이희우 등[2]은 실제 항공기(T-50) 개발에 적용한 체계공학 기법에 대해 정리하였다. 김현기 등[3]은 중형급 회전익 항공기를 개발하기 위해 기술관리 수단 중 하나인 형상관리를 적용하여 국내 개발에 적합한 형상관리 체계를 제안하였고, 강광호 등[4]은 실용위성 개발에 적용한 형상관리 체계에 대해 설명하고 형상관리 활동에 대해 구체적으로 명시하여 형상관리에 대한 이해도를 높였다.

한편, 정남기 등[5]은 품질시스템과 형상관리를 연계하여 ISO 9000 품질시스템에서 요구되는 문서나 제품설계자료 등의 형상식별서를 제품의 수명주기 동안 관리하는 workflow 기법을 제안하였고 전산시스템의 발전에 따라 박종선[6]은 SE Tool을 이용한 효율적인 형상관리기법을 소개하였다. 또한 최근 소프트웨어의 비중이 증가함에 따라 김태달[7]은 소프트웨어 형상관

리연구를 통해 소프트웨어 형상관리 방향을 제시하였고, 강수연[8]은 아리랑 위성의 높은 신뢰성을 요구하는 소프트웨어 개발에 있어서의 형상관리 방안을 소개하였다.

위와 같은 국내 형상관리에 관한 연구들은 각 개발사업에 관한 형상관리절차 소개 및 방향에 대한 내용에 중점을 둔 반면 수립된 형상관리 기법에 따라 실제 적용된 사례를 확인할 수 없는 한계를 보였다. 따라서 본 연구에서는 체계개발을 위해 계획된 형상관리 프로세스를 무인항공체계 개발에 적용한 사례들을 제시하여 형상관리에 대한 이해도를 높이고자 한다.

3. 무인항공체계 개발 개요

서두에서 언급한 것처럼 무인항공체계는 크게 비행체종합, 지상통제체계, 데이터링크체계, 임무장비, 지원장비 등으로 구분된다. 특히 비행체는 구조계통, 추진계통, 연료계통, 착륙계통, 구동계통, 환경/방빙계통, 항공전자계통, 비행조종계통 등으로 세분화되어 있고, 데이터링크체계는 가시선데이터링크, 위성데이터링크 등으로 구분되며, 개발에 참여하는 국과연 및 시제업체는 Fig. 1과 같이 복잡하게 구성되어 있다.

국과연의 체계개발단에서 체계요구도를 분석하여 각각의 부체계 및 계통개발 부서에 전파하고, 국과연 부체계/계통개발 부서에서는 설계요구도를 만족하는 기본설계를 진행한다. 이를 바탕으로 국과연과 시제업체가 상세설계를 수행하고 시제업체와 협력업체가 협업을 통해 최종적으로 요구도를 만족하는 시제품을 제작하는 구성으로 되어 있다. 개발에 참여하는 국과연 부서 및 시제업체, 협력업체가 복잡하게 구성되어 있어 각 조직의 특성 및 상황을 고려한 형상관리방안 수립

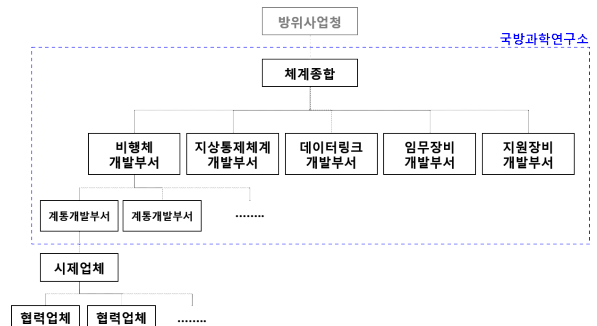


Fig 1. UAS Development WBS

이 중요하다고 판단하였다. 따라서 사업초기 체계 형상관리담당자가 시제업체 엔지니어들과 개발환경에 대한 의견 수렴 후 각각의 특성을 반영하여 무인항공체계 개발을 위한 형상관리방안을 수립하였다. 이 방안은 각 개발 부서의 형상관리담당자의 역할 및 책임, 형상식별 절차, 형상문서 승인 절차, 형상통제심의회 구성, 형상통제절차, 형상변경 등급, 형상확인 절차, 산출물 이력관리 등이 포함되어 있다. 이를 바탕으로 업체는 체계 개발을 위한 자사의 형상관리계획을 수립하고 국과연 계통책임자에게 승인을 받아 형상관리 업무를 수행하고 있다.

4. 형상관리 방안

4.1 형상관리 정의 및 목적

형상이란 하드웨어 및 소프트웨어를 포함한 품목의 기능적, 물리적 특성을 말한다. 기능적 특성은 성능과 연관되고, 물리적 특성은 외형과 연관된 것이다. 이들 특성은 규격서 및 도면 등 기술자료에 재질, 성능, 크기 등으로 표기된다.

형상관리란 문서화 된 기능적/물리적 특성에 대해 형상식별서(도면, 규격서 등)와 제품의 일치여부를 점검 및 변경통제를 수행하며, 승인된 형상변경의 이행 현황 등 필요한 정보를 기록하고 유지하는 활동을 일컫는다. 이를 통해 최적의 수명주기비용으로 개발 요구사항을 충족시키고, 최적의 설계 및 개발수준을 유지토록 하는 목적을 가지고 있다. 또한 개발/생산 및 운용지원에 필요한 품목들을 설정하고 형상통제를 적

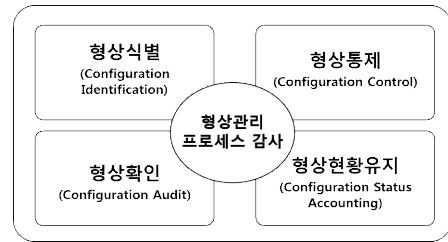


Fig. 2 Configuration Management Activity

기에 수행하여, 효율적인 기술변경(형상통제)을 수행하고 형상관리품목의 표준 및 규격화 업무에 기여하는 것은 물론이며 자료, 양식, 보고서 등의 통일성을 유지할 수 있는 이점이 있다.

4.2 형상관리 활동

형상관리 활동은 Fig. 2와 같이 크게 형상식별, 형상통제, 형상자료유지, 형상확인, 형상관리 프로세스 감사로 구분할 수 있다.

가. 형상식별

형상식별은 형상관리 대상품목의 기능적, 물리적 특성을 식별하여 문서화하는 활동이다. 이를 위해 우선 형상관리품목(Configuration Item, CI)을 선정하였다. 무인항공체계 형상관리품목 선정기준은 다음과 같다.

- 무인항공체계 형상관리품목 선정 기준
 - 구성품 단위 이상으로 선정(HW/SW포함)
 - 개발품, 개조구입품 및 구입 후 개조품
 - 다음 사항에 대한 중요도를 고려하여 판단
 - 대상 품목에 예상되는 형상변경 발생 빈도

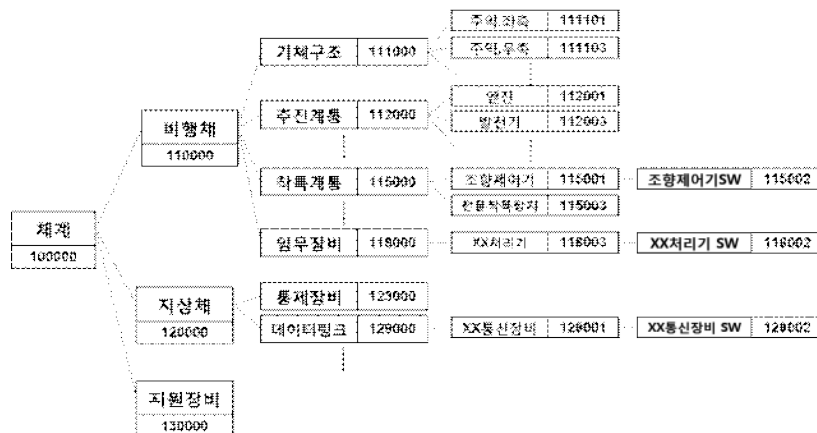


Fig 3. Configuration Items for UAS

- 대상 품목의 수리성/교체성의 정도
 - 대상 품목의 일련번호를 통한 이력관리의 필요성
- 동일기능을 수행하는 구성품이라 하더라도, 호환되지 않는 경우 별도로 식별(좌우 대칭 부품 등)

기준에 따라 선정된 형상관리품목은 Fig. 3과 같이 크게 체계, 비행체, 지상통제체계, 지원장비로 구분하고 하위로 더욱 세분화하여 구성품 단위까지 식별하였다. 선정된 형상관리품목은 고유의 CI번호를 부여하고, 이에 대응되는 형상식별서(문서, 도면 등)도 식별하였다. 특히 개발 초기에는 기술문서 및 도면의 수량 파악이 어려우므로 시제업체별로 번호군을 할당하여 사용하도록 하였고, 식별자를 Fig. 4처럼 사용하도록 하여 번호할당의 확장성을 유지하고 산출물들의 식별을 용이하게 하였다. 또한 Fig. 5에서 볼 수 있듯 하드웨어와 소프트웨어 명판을 제작하여 부착하게 하였다. 하드웨어 명판은 형상관리품목에 식별번호, 일련번호 등을 포함한 명판을 적용하도록 하여 형상관리품목에 관련된 정보를 쉽게 인지할 수 있도록 하였다. 소프트웨어 명판에는 형상변경에 따른 소프트웨어 버전정보



(a) Hardware (b) Software

Fig. 5 Configuration Item Nameplate

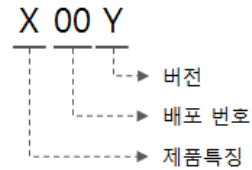


Fig. 6 Software Version Format

를 표기하도록 하였고, 개발기간 중 소프트웨어의 수정이 빈번하므로 명판 위에 스티커를 활용하여 수정할 수 있도록 하였다. 여기서 소프트웨어의 버전은 Fig. 6 및 Table 2와 같이 4자리 문자/번호 체계를 적용하여 할당하도록 하였고, 소프트웨어의 수정 및 보완으로 인하여 형상이 변경되는 경우 제품의 특징/배출 번호/버전을 수정하여 적용하도록 하였다.

나. 형상통제

형상통제를 위해 체계 상세설계검토회의 시점을 기준으로 형상기준선을 설정하고, 이후부터 형상변경을 필요로 할 경우 형상통제심의회(Configuration Control Board, CCB)의 심의를 통해 반영할 수 있도록 하였다. 여기서 형상기준선이란 형상관리품목과 형상식별서들의 목록이다. 형상통제를 위해 식별된 형상문서 중 체계/부체계문서(규격서, 설계기술서, 환경요구사항적용기준, 연동통제문서 등), 구성품 문서(규격서, 설계기술서, HW/SW 요구사항명세서, HW/SW 설계명세서) 등을 형상기준선(Configuration Baseline)으로 설정하였다.

형상통제는 기술변경, 규격완화 및 면제로 구분되는데, 무인항공체계 개발에 적용하는 기술변경은 방위사

Table 2 Category applied Software Version

문자	용도
X	Experimental (개발용)
C	Check-out (지상시험용)
F	Flight Test (비행시험용)
P	Production (양산용)

대분류	유분류	분류명	설명	부연	문서번호체계
사업자표	규격서	FS	체계규격서	Program Specification	8UxFSXXXX
		Z-	장비및/SW개발규격서 (→ Major Component 나 Functional Equipment 개발 시도, 설계도면의 경우와 동일)	Development Specification(FD-S/CDS)	8UxZ-XXXX
		MP	공정규격서	Process Specification	8UxMPXXXX
		MS	자재규격서	Material Specification	8UxMSXXXX
		TF	표준도면규격서-다용도표준부품		8UxTFXXXX
		TB	표준도면규격서-Bulk Material		8UxTBXXXX
		TM	표준도면규격서-Standard Feature 등		8UxTMXXXX
		TK	표준도면규격서-Standard Extrusion		8UxTKXXXX
		TV	SCD규격서-Non-Specialty 부품		8UxTVXXXX
		기술문서	FP	계획서, 명세서	Program Plan
	FR		보고서	Program Report	8UxFRXXXX
	ICD		인터페이스 통제문서	Interface Control Document	8UxZ-XXXXICD
		CDD	형상기술서	Configuration Design Description	8UxZ-XXXXCDD
	QTP	품질 시험 계획서	Qualification Test Plan	8UxZ-XXXXQTP	
	QTD	품질 시험 결과서	Qualification Test Description	8UxZ-XXXXQTD	

지정문자	Major Component나 Functional Equipment	비고
AE	항공전자 계통(Avionics)	
E	전기/전자 계통 (Electrical and Electronic Equipment)	
FF	데이터링크 계통 (Data Link System) - First use	
FS	데이터링크 계통 (Data Link System) - second use	
SF	위성데이터링크 계통(Satellite Data Link System)	
G	훈련장비 (Training Support Equipment)	
H	유압계통 (Hydraulics)	
J	지원장비 (Ground Support Equipment)	
K	설비장치/지급장비 (Furnishings and Equipment) (Loose Equipment/Part 포함)	
L	착륙장치계통 (Landing Gear)	
M	임무 계획/통제 계통 (Mission planning/ control)	
MA	영상분석 계통(Image Analysis)	
N	명판과 표식 (Nameplate and Markings)	
P	추진계통 (Propulsion) : 엔진계통, 엔진장치계통	

Fig. 4 Major components applied at documents and drawings

업청에서 제시하는 등급기준을 바탕으로 본 체계개발 사업의 특성을 반영하고, 테일러링하여 다음과 같이 기준을 설정하였다.

□ 1급 기술변경 사항

- 성능, 중량, 신뢰도, 정비도 등 관련 형상문서(규격서, 도면 등)의 요구도를 만족하지 못하는 변경
- 개발비용 및 양산비용이 목표비용을 초과하는 변경 사항
- 개발일정 및 양산일정에 영향을 미치는 변경사항

□ 2급 기술변경 사항

- 성능, 중량, 신뢰도, 정비도 등 관련 형상문서(규격서, 도면 등)의 요구도를 만족하는 변경
- 개발비용 및 양산비용이 목표비용을 초과하지 않는 변경사항
- 개발일정 및 양산일정에 영향을 미치지 않는 변경 사항
- 품질에 영향을 미치지 않는 관련 문서의 연계 수정
- 문서의 명백한 오류 수정

□ 3급 기술변경 사항

- 도면의 명백한 오기 및 오류 수정
- 도면의 누락사항 추가

방위사업청에서 제시한 형상관리 지침[8] 중 기술변경은 1, 2등급으로 구분하였으나, 무인항공체계 관련 설계 도면은 업체에서 관리하고, 성능, 중량 및 타계통에 영향을 끼치지 않는 범위 내에서 도면의 경미한 변경사항 즉, 단순 오기 및 오류, 주기 누락 등의 기술변경 사항이 빈번하게 발생할 것으로 예상되어 업체에서 수행할 수 있는 3급 기술변경을 별도로 구분하여 기술

변경 절차를 간소화하였다.

개발자는 기술변경이 필요하다고 판단되는 경우 필요성과 영향성에 대해 분석한 자료를 포함한 기술변경요청서(Engineering Change Request, ECR)를 작성하고 형상관리 담당자에게 기술변경을 제안한다. 형상관리담당자는 기술변경요청서를 검토하고, 등급을 분류한 후 기술변경제안서(Engineering Change Proposal, ECP)를 작성하여 형상통제심의회에 안건을 심의 의뢰한다.

모든 기술변경은 사업책임자가 주관하는 형상통제심의회에서 결정하는 것이 타당하나, 기술변경이 빈번하게 발생하고, 참여하는 국과연 관련 부서 및 업체가 다양하여 모든 기술변경에 대해서 사업책임자가 주관으로 형상통제심의회를 수행하기에는 업무지연이 불가피하다. 따라서 1급은 국과연 사업책임자가, 2급은 국과연 계통책임자가 주관하도록 하였고, 사안이 경미한 3급에 대해서는 시제업체가 주관하는 형상통제심의회를 운용토록 하여 업무지연을 최소화 하였다. 이에 따라 형상통제심의회에 참여하는 구성원도 등급에 적절하게 구성하였다. 1급 기술변경은 사업책임자가 위원장이 되고 관련 계통책임자 및 계통 개발담당자들이 위원이 되며 체계 형상관리 담당자가 간사 역할을 한다. 반면 2급 기술변경은 계통책임자가 위원장, 계통개발담당자가 위원, 계통 형상관리 담당자가 간사를 하며, 3급 기술변경은 업체 계통책임자가 위원장이 주관하여 처리한다.

기술변경 제안사항이 성능, 일정 및 비용 등에 미치는 영향성이 큰 경우 개발담당자 및 제안자는 기술변경 제안 이전에 관련 계통 담당자들이 면밀히 검토할 수 있도록 사전검토회의를 소집할 수 있도록 하였다.

형상통제심의회에서 기술변경에 대해 승인/기각을 결정하고, 결과에 따라 기술변경통보서(Engineering Change Notice, ECN)가 발행되면 형상관리담당자는

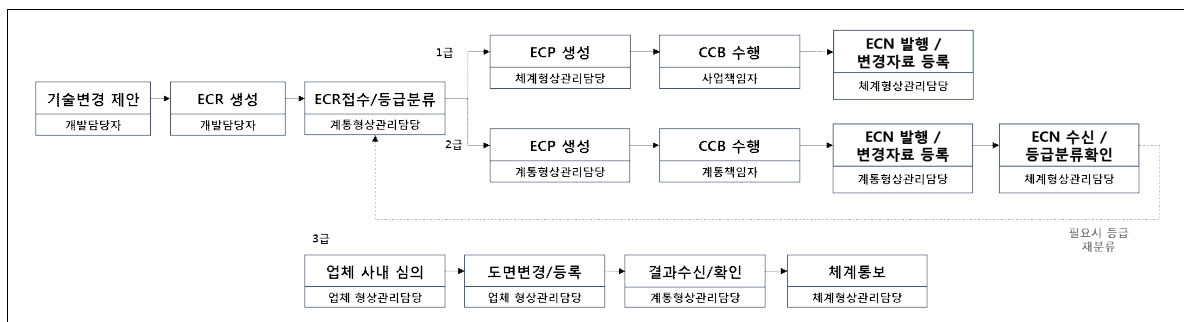


Fig. 7 Engineering Change Process Flow Chart for UAS

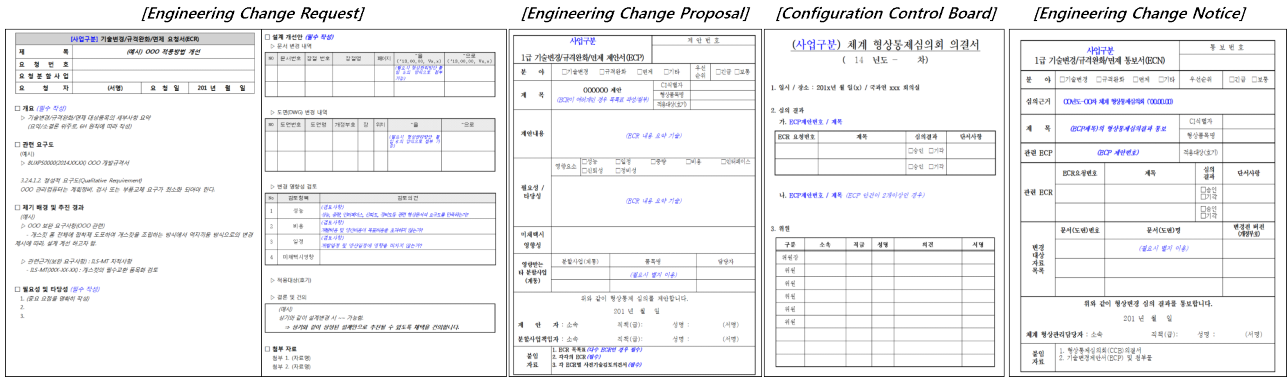


Fig. 8 Engineering Change Formats

기술변경 결과가 반영될 수 있도록 조치한다. 기술변경 전체적인 프로세스는 Fig. 7과 같고, 기술변경을 진행하기 위해 각 단계별로 명시해야 하는 내용은 아래와 같으며, 이때 사용되는 서식은 Fig. 8과 같다.

기술변경요청서에는 기술변경 필요성을 구체적으로 기술하고, 변경 전 후 내용을 명시하여 향후 변경이력이 추적이 가능하도록 하였으며 증빙자료를 필히 첨부하여 기술변경의 타당성을 증명하도록 하였다. 기술변경 제안서에는 기준에 따라 등급을 분류하고, 기술변경 내용 및 필요성 등을 간략히 기술하도록 하였다. 만약 유사한 여러 기술변경 요청 건이 한 건으로 제안이 된다면, 형상관리담당자는 관련 기술변경 내용의 등급 분류를 면밀히 확인해야 한다. 제안서에는 영향받는 계통을 기술하여 형상관리형상통제심의회를 어떻게 구성할 것인지 확인할 수 있도록 하였다. 형상통제심의회 의결서는 심의 일시 및 장소를 명확히 기술하고 각각의 기술변경에 대해 승인 및 기각 여부를 표시하도록 하였다. 기술변경통보서는 형상관리담당자가 심의회 결과에 따라 일련번호를 부여한 후 변경 정보를 관련 계통에 배포하여 기술변경이 완료되도록 하였다.

제안된 기술변경은 타 부체계 및 계통에 미치는 영향성(성능, 비용, 일정, 인터페이스 등)에 대해 심도있는 검토가 중요하다. 특히 체계연동통제문서, 비행체연동통제문서, 물리적인동통제문서 등의 연동통제문서는 부체계 및 계통에서 발생하는 기술변경이 타 계통에

영향을 끼치는 경우가 대부분이므로 관련 부서의 검토가 필수이다. 형상관리담당자는 기술변경에 따른 기술 문서 반영을 위해 기술변경과 관련된 자료를 시스템에 등록하고 형상변경 목록을 Fig. 9처럼 효과적으로 관리하고 있다.

다. 형상현황유지

형상현황유지는 승인된 형상식별서, 제안된 형상변경 및 형상통제심의회를 통해 승인된 형상변경의 반영 여부 등의 필요한 정보를 기록, 유지하는 활동이다.

형상관리담당자는 최신 형상현황 유지체계와 세부 유지방안을 수립하고, 해당 형상관리품목에 대하여 형상식별서, 형상변경 제안 및 변경 반영 현황 등 관련된 모든 자료를 기록 및 유지하여 변경사항이 추적될 수 있도록 조치해야 한다.

국과연 체계 형상관리담당자는 체계 개발 진행 중 생성되는 형상문서 및 기술변경 자료 등을 자료관리시스템에 등재하여 최신의 형상을 설계엔지니어들이 공유할 수 있도록 하고 있다. 특히 도면의 경우 수량이 많고, 시제품 제작 및 3급 기술변경이 업체에서 수행되는 점을 고려하여 시제품체의 제품수명주기(Product Lifecycle Management, PLM)시스템 및 자료관리시스템을 이용함으로써 도면 및 변경 이력 등을 효율적으로 관리하고 있다. 이러한 전산시스템의 장점으로 인하여 시스템을 구축하는 업체들이 증가하는 추세이다. 국과연 형상관리담당자는 3급 기술변경 내역을 시제품체로부터 주기적으로 종합하여, 혹여 등급분류 오류에 따른 단계통 영향 여부를 확인하고 있다.

No	변경요청 접수 내역				변경사항 승인/취소/유지			
	제안번호 (제안/승인/취소)	제안명	제안 일자	제안 사유	제안번호 (제안/승인/취소)	승인/기각 일자	승인/기각 사유	제안번호 (제안/승인/취소)
1	US-CR-405-001	2015.03.15	변경	비행체 EPCD 용량증가 수송기 변경	US-CR-405-001	2015.04.14	승인	변경요청 승인-001
2	US-CR-405-002	2015.04.17	US-CR-405-001	용량증가 용량증가	US-CR-405-002	2015.04.14	승인	US-CR-405-002
3	US-CR-405-003	2015.04.10	1.2.8.7	항공체통제문서 변경	US-CR-405-003	2015.04.20	승인	US-CR-405-003
4	US-CR-405-004	2015.04.04	1.2.8.7	ASAP 인체 인터페이스 변경	US-CR-405-004	2015.07.07	승인	US-CR-405-004
5	US-CR-405-005	2015.04.29	변경	항공체통제문서 변경	US-CR-405-005	2015.09.09	승인	US-CR-405-005
6	US-CR-405-006	2015.03.11	1.2.8.7	ASAP 인체 인터페이스 변경	US-CR-405-006	2015.03.19	승인	US-CR-405-006
7	US-CR-405-007	2015.03.09	1.2.8.7	항공체통제문서 변경	US-CR-405-007	2015.03.11	승인	US-CR-405-007
8	US-CR-405-008	2015.03.11	1.2.8.7	항공체통제문서 변경	US-CR-405-008	2015.03.20	승인	US-CR-405-008

Fig. 9 Configuration Change List

Table 3 Checklist for FCA

확인사항	방 법
규격완화/면제 처리결과 및 기술변경 처리결과	결과 확인
지상기능 점검 및 시험결과	시험결과 확인
품질인증시험 절차 및 결과	시험결과 확인
품질결함 현황	발생현황 확인 및 종결 여부 확인
규격서 항목별 검증 색인 검증 이행 확인	검증 색인 검증 이행여부 확인
검토회의 시 도출된 Action Item 종결 결과	종결여부 확인

Table 4 Checklist for PCA

확인사항	방 법
최신 도면의 생산 적용 현황 확인	최신 도면 및 제조문서 일치성 확인
규격완화/면제 처리 결과	종결 확인
기술변경 및 형상변경 처리 결과	이행 확인
특수공정 및 품질시스템 인증 결과	특수공정 국과연 확인 결과
품질결함 조치 결과	현황 및 종결 목록
형상관리품목 목록	장착현황 및 일련번호 확인
품질인증 시험절차 및 결과	PCA 종결 확인

라. 형상확인

형상확인은 제작된 형상관리품목의 설계형상이 제작형상과 일치하는 가를 확인하는 프로세스로 물리적 형상확인(Physical Configuration Audit, PCA)과 기능적 형상확인(Incremental PCA)으로 구분한다.

기능적 형상확인(Functional Configuration Audit, FCA)은 형상품목의 성능이 규격서에서 규정한 요구조건에 얼마만큼 만족하는가를 검증하는 것이다. 즉, 개발규격서 3장의 요구조건에 대한 4장의 항목별 검증 색인(Verification Cross Reference Index, VCRI)의 검증방법, 검증자료를 확인하며, 필요시 해당 기능적 형상확인 품목에 대한 규격완화/면제도 확인해야 한다.

물리적 형상확인(Physical Configuration Audit, PCA)은 제품기준을 확립하기 위해 제작된 형상관리품목의 형상이 그 형상품목의 기술문서 및 도면의 설계요구조건과 일치함을 확인하는 활동이고, 이를 통해

양산제작 형상기준을 수립하는 것이다.

요구조건을 증빙할 수 있는 자료가 많을 경우 자료 검토시간이 증가하여 많은 일정이 소요된다. 따라서 필요에 따라 개발 및 생산 중 구성품 제작 완료 시점이나 주요 시험의 종료시마다 점진적으로 수행하는 점진적 물리적 형상확인(Incremental PCA)을 적용하는 경우도 있다. 기능적/물리적 형상확인시 확인사항 및 방법은 각각 Table 3, Table 4와 같다.

형상확인은 각 형상관리품목을 개발하는 국과연 개발부서에서 주관하여 수행하고 그 결과를 국과연 체계 개발단으로 제출하도록 하였다. 시제업체는 형상확인을 위한 증빙자료 준비 및 제출 등을 지원한다.

4.3 형상관리 프로세스 감사

프로세스 감사는 개발 담당자가 수립한 형상관리계획 준수 여부를 확인하는 활동이다. 개발 초기 국과연에서 수립한 형상관리방안에 따라 업체는 자사 개발현실을 고려하여 형상관리체계를 수립하여 형상관리계획서를 작성하고, 국과연 계통책임자의 승인을 받았다. 국과연은 승인된 형상관리계획서를 토대로 Fig. 10과 같은 체크리스트를 통해 업체 형상관리 현황을 점검하였으며, 점검결과를 프로세스 개선의견서를 통해 시정하도록 조치하였다. 업체 담당자는 시정조치를 수행하

ID	점검내용	점검결과			비고
		Y	N	N/A	
CM-01	아래 국과연 방안 및 지침의 최신본을 보유하고 있는가? -형상관리방안 -산출물자료관리방안 -명판적용기준서 -도면작성지침 -문서작성서식 -기술문서/도면번호체계				
CM-02	국과연 방안 및 지침을 사내 사업 참여자 및 시제협력업체에 배포하였는가?				
CM-03	형상관리 계획서를 보유하고 있으며, 국과연 분할사업책임자의 승인을 받았는가?				
CM-04	형상관리 계획서의 개정관리가 이루어지고 있는가?				
CM-05	협력업체 및 외주업체에 대한 형상관리 실시 계획 및 실적이 있는가?				
CM-06	국과연 기술문서/도면 번호체계에 따라 산출물(문서/도면)에 식별자를 적용하고 있는가?				
CM-07	도면 작성 시 국과연 도면 작성 지침을 준수하고 있는가?				
CM-08	식별된 형상관리품목에 대한 관리 절차가 있는가?				
CM-09	명판을 부착할 품목이 식별되고, 명판의 부착 위치 및 크기 등이 도면에 반영되어 있는가?				
CM-10	명판을 부착하지 않는 부품들의 식별 방법(스탬프, 꼬리표)을 구분하였는가?				
CM-11	형상관리품목의 호기별 일련번호와 용도(OT, Rig Test, SLL, 탑재용, 정적/피로시험)가 유지관리 되고 있는가?				

Fig. 10 Checklist for CM Process Audit

프로세스 개선 확인서			
시정조치 식별번호	QA15-XX-06	시제(업적)업체명	XXX
시제(업적)품목	XX 계통		
조치 부서	XXX연구센터	조치담당자	XXX 선임
시정조치 완료일	[2015.06.30]		
관련 근거	QA15-XX-06, 프로세스개선확인서, XXX		
제목	체계관리 2차 Audit 시정사항 개선 확인		
시정조치 내용	1. 도면 승인 후, 절차에 따라 형상통제 수행 - OOO 장작 및 내부 검토 일정으로 인해 Audit 수행 시 보고한 일정 대비 지연 - 국과연 승인 요청 및 확인완료 하였음. (~15/06/30)		

Fig. 11 Configuration Process Audit Result

고 프로세스 개선확인서(Fig. 11)를 작성하여 국과연 개발책임자 승인 후 종결처리 한다. 프로세스 감사는 개발 엔지니어들이 수행하고 있는 형상관리 현황을 확인하고 시정할 수 있는 중요한 활동이다.

5. 결론

본 연구는 무인항공체계 개발을 위해 수립한 형상관리 방안에 대해 소개하고, 개발에 적용한 형상관리의 업무인 형상식별, 형상통제, 형상현황유지, 형상확인 및 형상관리 프로세스 감사 방법을 정리 및 설명하였다.

특히 여러 체계가 통합되어 있는 무인항공체계의 경우는 개발에 참여하는 기관 및 조직이 복잡하기 때문에 각각의 개발 환경을 고려하여 모든 개발엔지니어들이 정확한 기준을 가지고 형상관리에 참여할 수 있는 계획을 수립하는 것이 중요하다. 이를 바탕으로 설계 엔지니어들에게 최신 형상 및 형상자료가 공유되도록 관리하는 것이 형상관리의 핵심이다. 또한 체계 영향성 및 중요도에 따라 체계개발단의 권한을 국과연 개발부서 및 업체에 위임하여 효율적인 형상관리 절차를 수립하고 형상관리로 인한 개발일정 영향을 최소화해야 한다.

참고 문헌

[1] 방위사업청 “연구개발사업의 체계공학(SE) 기반 기술관리업무 실무지침서,” 방위사업청, 2012

[2] 이희우, 김형준, 오세창, 최종원 “실전 시스템엔지니어링,” 청문각, 2007

[3] 김현기, 김학범, 김성찬 “회전익기 다품종부품 개발을 위한 형상관리 체계,” 한국항공운항학회지,

제20권 3호, pp. 35-43, 2012.9

[4] 강광호, 이주진 “다목적실용위성 2호 개발을 위한 형상관리체계,” 한국항공우주학회 2001년도 추계학술대회발표회 논문집, pp. 214-216, 2001

[5] 정남기, 최정길, 김영식, 박상규, 김재전, 황부현 “ISO 9000 품질시스템에서 형상관리의 구현에 관한 연구,” 품질경영학회지 제28권 제2호, pp. 176-191, 2000

[6] 박종선 “SE 전산지원도구를 이용한 형상관리 방안 연구,” 시스템 엔지니어링 학술지 제7권 1호, pp. 53-56, 2011

[7] 강수연 “아리랑 위성의 탑재 소프트웨어 형상관리,” 한국정보과학회 2000년도 가을 학술발표논문집 제27권 제2호, pp. 454-456, 2000.10

[8] 방위사업청 “IPT 형상관리 업무지침,” 예규 제90호, 2012.10 개정

저자 소개



송지한

2013년 과학기술연합대학원대학교(UST) 항공기시스템공학 대학원 석사.
2013년~현재 국방과학연구소 연구원.
관심분야는 항공우주, 체계공학, 엔진설계



최윤정

2010년 충남대 컴퓨터공학 석사.
2013년~현재 국방과학연구소 연구원.
관심분야는 체계공학, 체계안전, SW신뢰성.



조호윤

2007년 한국과학기술원(KAIST) 컴퓨터공학 석사.
2007년~현재 국방과학연구소 선임연구원.
관심분야는 체계공학, 체계안전, SW신뢰성.