

# 다품종부품 개발을 위한 형상관리 체계

김성찬\*, 오해순\*, 이상욱\*

\*한국항공우주연구원

e-mail:sckim@kari.re.kr

## Configuration Management System for Multi-Component Development

Sung Chan Kim\*, Hae-Soon Oh\*, Sang-Wook Lee\*,

\*Korea Aerospace Research Institute

### 요 약

중형급 회전익 항공기는 약 5,000여종의 주요기능 부품이 사용된다. 이들 주요 기능부품은 항공기에 장착되기 위해 최적화설계로 목표중량을 달성하고, 요구성능을 상회하여야 한다. 따라서 항공기 기능부품은 개발비를 제외하고도, 동종의 자동차 부품에 비해 약 100배 이상의 양산 단가 구조과 막대한 개발비가 소요된다. 이와 같은 구성품 개발에 있어 개발비를 절감하는 기술관리 수단중 하나가 형상관리이며, 형상관리 체계의 수립은 사업의 성패에 중요요인으로 작용하고, 군사규격에 의거 항공분야 개발사업의 형상관리체계 수립이 요구된다. 본 연구에서는 다양한 민군겸용 구성품 국산화 개발에 적합한 형상관리 체계를 제안하고, 제안된 형상관리 체계를 구축 운용하여, 성공적인 민군겸용 구성품 형상관리가 수행되었음을 확인하였다

### 1. 서론

중형급 회전익 항공기는 약 5,000여종의 주요기능 부품이 사용된다. 이들 주요 기능부품은 항공기에 장착되기 위해 최적화설계로 목표중량을 달성하고, 요구성능을 상회하여야 한다. 항공기 기능부품들은 이와 같은 목표를 달성하기 위해, 개발 기간 중에 많은 형상변경이 이루어지며, 이를 위한 형상관리는 항공기 및 부품개발의 비용/일정/성능 관리 측면에서 중요한 수단이다. 항공기도 동일하지만, 부품의 경우도 개발 기간 중 최적화 설계가 진행되고, 최적 설계결과로, 개발 시제품을 제작하여, 부품만의 개발 시험을 통해 개발시험에 적합한 형상을 얻어낸다. 이 때의 형상이 부품의 개발규격서를 모두 만족하고 있더라도, 장착환경에 대한 체계의 의무사항이 만족하고 있는 지 확인이 어렵다. 따라서 통상 항공기에 장착하여 부품의 성능이 만족하는 지에 대한 확인이 필요하며, 그 과정에서 체계의 장착설계가 미흡하거나, 개선이 필요할 경우 부품의 기술변경이 같이 이루어지기도 한다. 이와 같은 과정은 항공기 감항인 증의 한 요소이며, 부품 개발시험을 합격한 형상이 항공기에 적용되어, 항공기 장착상태에서 지상/비행 시험을 합격하여야 비로소 최종 제품으로서 인증을 받게 된다. 따라서 항공기 기능부품은 개발비를 제외하고도, 동종의 자동차 부품에 비해 약 100배 이상의 양산 단가 구조과 막대한 개발비가 소요된다.

이와 같은 구성품 개발에 있어 개발비를 절감하는 기술관리 수단중 하나가 형상관리이며, 형상관리 체계의 수립은 사업의 성패에 중요요인으로 작용하고, 군사규격에 의거 항공분야 개발사업의 형상관리체계 수립이 요구된다. 본 연구에서는 다양한 항공기 기능부품 동시 국산화 개발에 적합한 형상관리 체계를 제안하고자 한다

#### 1.1. 형상관리 목적

최적의 순기비용으로 개발요구도를 충족시키고, 최적의 설계 및 개발수준을 유지한다. 생산 및 운용 지원에 필요한 품목들을 설정하여, 형상통제를 적기에 적용함으로써 효율적인 기술변경(형상통제)을 수행하고 항공기개발자와의 협조하에 형상관리 품목의 표준화 업무에 기여함은 물론 형상관리 방침·절차·자료·양식·보고서 등의 통일성을 유지하고자 한다.

#### 1.2. 형상관리 적용범위

부품 개발/생산/배치/운용 단계의 전 순기에 걸쳐 다음 기준에 따라 선정된 모든 형상관리 품목에 적용키로 함.

- 가. 비용과 복잡성
- 나. 적용되는 기술의 상태/정도
- 다. 예상되는 형상변경 발생 빈도
- 라. 수리성/교체성의 정도

마. 일련번호를 통한 이력관리의 필요성등

1.3. 형상관리 업무구분

순기초반에 형상관리 품목의 기능적/물리적 특성을 식별하여 기준형상을 확립하고, 그 특성의 변경을 통제하며 변경사항 및 변경사항의 이행 현황을 기록/보고/유지하는 업무로 구분하여, 크게 다음과 같이 4가지로 구분되며, 이에 따른 구체적인 업무구분은 [표 1]과 같음.

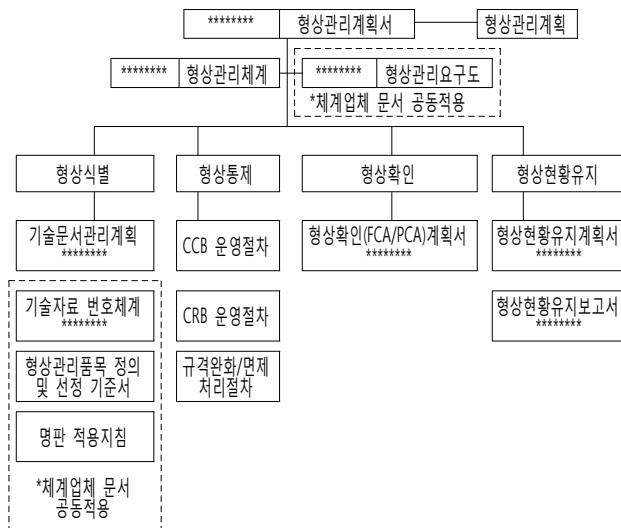
- 가. 형상식별 : 품목의 기준특성을 식별하고 정의하는 활동
- 나. 형상통제 : 형상과 그 식별서의 변경을 통제하는 활동
- 다. 형상확인 : 제품이 형상식별서와 합치하는지 여부를 점검하는 활동
- 라. 형상현황유지 : 형상과 식별서의 변경내용을 기록하고 유지하는 활동

[표 1] 형상관리 업무구분

구분	업무내용
일반	형상관리 이행계획 작성 및 승인 의뢰 형상관리 현장운영절차 및 내부 절차 제/개정
형상식별	개발 형상식별서, 제품 형상식별서 작성 제품, 기술자료의 식별 기준/지침 제공
형상통제	1, 2급 기술변경 사내심의회 수행 ECP 제기 및 형상통제심의회 참석 (I, 2급) 규격완화 및 면제 업무 수행 자체 및 기관간 ICD 통제 E-BOM 변경 관리
형상확인	기능품(LRU)에 대한 기능적 형상확인, 물리적 형상확인수행
형상현황유지	형상 현황의 주기적인 보고 형상관리 시스템의 개발 및 순기기간 운영
규격화 업무	완성제품 형상식별서의 규격화 업무 지원 규격와의 변경관리
업체 형상관리	협력업체 형상관리 요구도 작성/제공 협력업체 형상관리 이행계획 접수 및 승인

2. 형상관리 체계수립

2.1 형상관리 절차서 Tree 수립



2.2 제안된 형상관리 절차서

- 가. 형상관리일반
  - ① 구성품 형상관리 계획서
  - ② LRU S/W 형상관리 계획
  - ③ 업체 형상관리요구도
  - ④ 구성품 형상관리 체계
- 나. 형상식별
  - ① 기술문서 관리계획
  - ② 기술자료 번호체계
  - ③ 형상관리품목 정의 및 선정 기준서
  - ④ 명판 (Nameplate) 적용지침
- 다. 형상통제
  - ① CCB 운영절차
  - ② 규격완화/면제 처리절차
  - ③ CRB 운영절차
- 라. 형상확인
  - ① 형상확인 (FCA/PCA) 세부 이행 계획서
- 마. 형상현황유지
  - ① 형상현황유지 계획서
  - ② 형상현황유지 보고서

2.3. 형상관리 업무분장

- 가. 사업관리
  - ① 형상관리 납품물 종합 관리
  - ② 변경 제안서 접수 및 형상관리 부서로 배포
  - ③ 비용 부문 대 고객 협의 창구
  - ④ 기술변경 품목 개발자 창구
  - ⑤ 기술변경 제안서 접수/형상관리 부서로 배포
  - ⑥ 기술변경 고객 심의결과 협력업체 통보
  - ⑦ 국내 협력업체의 규격화 자료 접수 창구
- 나. 형상관리
  - ① 형상관리계획 및 절차 수립
  - ② 형상 기준 제시 및 대 고객 확인/승인 획득
  - ③ 기술문서/도면에 대한 제품식별체계 수립
  - ④ 현장 형상통제 심의위원회 안건 제출 및 참석
  - ⑤ 현장/사업단 형상통제 심의위원회 심의결과 접수 및 공지
  - ⑥ 형상통제 심의위원회, 기술변경 심의위원회 및 현장 긴급 기술변경 심의위원회 운영/유지
  - ⑦ 구성품에 대한 형상확인 수행
  - ⑧ 형상현황유지
  - ⑨ 규격화 자료 고객에 제출
  - ⑩ 고객통제 헬기형상관리업무 지원
- 다. 자료관리
  - ① 형상 식별서(도면, 규격서, 절차서), 기타 자료의 종합 현황을 유지 및 관리
- 라. 품질보증
  - ① 기술변경 이행/적용 확인 및 최신성 유지
  - ② 구성품의 기능적/물리적 형상확인 수행지원
  - ③ 점진적/물리적 형상확인 수행지원
- 바. 기술관리
  - ① 인터페이스 정보통제/종합관리
- 사. 개발실무
  - ① 기술변경 요청서작성 및 형상관리 제출

- ② 현장 형상통제 심의위원회 참석 및 안건 발표
  - ③ 기술변경 제기에 대한 검토/답변 및 기술변경 심의위원회/현장긴급 기술변경 심의위원회 참석
  - ④ 기술변경에 따른 형상 식별서(도면, 규격서, 절차서) 최신화 반영
  - ⑤ 2급-A 기술변경 도면에 대한 평가서 고객 승인 획득
  - ⑥ 구성품에 대한 기능적/물리적 형상확인 참석/수행 지원 및 항공기의 기능적/물리적 형상확인 수행 지원
  - ⑦ 작성/생성한 최신 형상 식별서 자료실 등록
  - ⑧ 개발시험(DT) 및 운용시험(OT) 평가 시 참석 및 불만족 사항에 대한 기술변경 발생 시 기술변경 수행
  - ⑨ 지상/비행시험 시 불만족 사항에 대한 기술변경 발생 시 기술변경 수행
  - ⑩ 규격화 자료 작성
- 아. 운용지원
- ① 기술변경에 따른 지원장비 최신성 유지
  - ② 기술변경에 따른 기술교범 최신성 유지

### 2.3 형상식별

형상식별은 수명주기 동안 형상품목을 통제하고 그 상태를 기록, 보고하기 위한 명확한 기준을 점진적으로 설정하고 유지하는 것을 목적으로 하며, 이를 위해 형상관리품목(CI : Configuration Item)에 대해 기준특성을 식별하는 기술문서 형식으로 작성되는 형상식별서는 형상통제, 형상확인 및 형상현황유지를 위한 기본 자료로 사용됨. 이러한 형상식별서는 규격서/도면/자료목록/전산프로그램 등 관련 기술자료를 포함함. 형상식별은 개발 단계별로 기능형상식별서, 개발형상식별서, 제품형상식별서로 구분함.

#### 2.3.1 기능형상식별서

개념 및 기술개발 완료단계에서 개발주관기관에 의해 작성되는 기능형상 식별서는 형상관리 품목에서 요구되는 기능적 특성을 정의하는 문서로서 이 문서의 주가 되는 체계규격서와 인터페이스 요구규격서, 인터페이스 통제문서이며, 기능형상식별서의 작성 내용과 포함 내용은 다음과 같음.

- ① 형상관리품목에서 요구되는 모든 기능적 특성을 서술
- ② 체계규격서의 형태 또는 단품개발 계획을 위한 초도품 및 기타식별서의 형태
- ③ 성능 만족을 위해 요구되는 시험내용
- ④ 형상관리 품목과 관련된 작동요구 영역의 특성
- ⑤ 설계제한사항 (외형적 부피, 표준화의 구성요소, 재고품목의 사용량, 종합 운용지원 정책)

#### 2.3.2 개발형상식별서

개발형상식별서는 형상관리를 요하는 품목에 대하여 개발 요구조건을 문서화한 것으로서 이 문서의 주가 되는 개발규격서와 인터페이스 요구규격서, 시

스템을 구성하는 다른 형상관리품목과의 상호 관련사항을 포함하며 작성내용과 포함내용은 다음과 같음.

- ① 시스템이나 서브시스템에서 형상관리를 요하는 한 품목 또는 결합체에 대하여 개발요구 조건을 문서화
- ② 개발규격서가 주가 되며 시스템을 구성하는 다른 형상관리품목과 상호 관련되는 사항을 포함하여 작성
- ③ 개발규격서 요구, 설계/문서 상호관계, 적용 가능한 기타문서 등의 형태
- ④ 요구사항은 복잡한 형상 관리품목의 효율적 관리, 구성품의 개발 및 통합 촉진, 치명적 또는 상위수준의 구성품에 대한 집중관리를 위해 작성
- ⑤ 상위수준의 형상관리품목으로부터 요구되는 기능적 특성을 규정
- ⑥ 기능적 특성의 만족을 입증하기 위한 시험요구 내용
- ⑦ 설계 제한사항 (구성요소/부품표준화, 재고품목의 사용량, 종합운용 지원)
- ⑧ 기타 관련된 필요영역의 요구사항

#### 2.3.3 제품형상식별서

제품형상식별서는 형상관리품목의 제작에 관한 요구사항 및 수락시험에 필요한 요구사항과 조달 시 필요한 요구사항을 기술한 문서로서, 제품형상 식별서의 작성내용과 포함내용은 다음과 같음.

- ① 형상관리품목의 제작, 수락시험 및 조달 시 요구되는 사항이 기술되며 형상확인, 수리부품의 운용 지원을 고려하여 작성
- ② 획득전략과 운용지원요구의 균형있고 세분화된 수준으로 제품기준 작성
- ③ 형상관리품목을 위한 개발규격서, 설계기술, 발전된 규격서, 자재, 제품 및 기타의 기술문서를 포함
- ④ 형상관리품목의 기능적, 물리적 특성에 관한 설명 및 요구 성능의 시험을 위해 필요한 기준문서로 작성
- ⑤ 형상관리품목에 요구되는 모든 물리적인 형태, 장착 및 기능 특성
- ⑥ 제품수락검사를 위해 지정된 기능적 특성

#### 2.3.4 공정/재료형상식별서

공정 및 자재형상식별서는 도면에 언급되며, 규격서 양식 및 내용은 미 군사규격, 미 정부 규격서, 공업규격서를 적용함을 원칙으로 함.

### 2.4 형상통제 (Configuration Control)

형상기준 변경을 위한 행위와 형상변경 승인된 내용의 이행을 위한 통제행위로 주로 결합사항의 수정, 운용상 또는 운용지원상 요구충족을 위한 변경, 순기 비용 절감 및 생산일정 지연방지를 위해 요청된 기술변경, 규격완화 및 면제에 대해 검토·승인을 수행함.

2.4.1 기술변경 (Engineering Change)

공식적인 기술변경 관리는 해당 품목 또는 형상식 별서의 승인 이후 부터 전반적으로 적용되며. [소프트웨어 포함], 형상관리부서는 모든 변경 제안을 관리하며, 검토/결정을 위한 기술 변경 심의위원회(CRB : **C**hange **R**eview **B**oard)와 형상통제 심의위원회(CCB : **C**onfiguration **C**ontrol **B**oard)를 운영하며, 고객이 제기한 경우나 협력업체가 제안한 경우 동일하게 적용함.

2.4.2 형상통제 회의체 및 기능

민군겸용 구성품 개발 기간 동안의 효율적인 형상관리를 위하여 심의위원회를 구성하고, 변경사항의 중요도(기술변경, 규격완화/면제)에 따른 형상통제 업무를 수행하며 세부 임무 및 운영절차는 형상통제 회의체 세부 운영절차(CCB/CRB 운영절차, 규격완화/면제처리 절차)를 기준으로 수행할 것임..

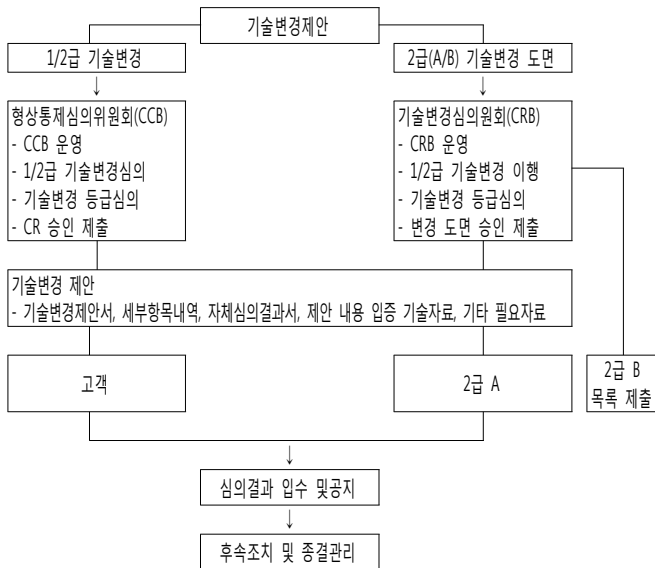


그림 1. 기술변경 업무절차

가. 형상통제 심의위원회 (CCB : **C**onfiguration **C**ontrol **B**oard)

- ① 1/2급 기술변경, 치명/중/경 규격완화, 치명/중/경 면제에 대한 자체 검토/평가 및 건의
- ② 기타 필요사항에 대한 검토/평가 및 건의
- ③ 심의위원회 구성(안)

1. 위원장 : 사업책임자
2. 위 원
  - 개발책임 및 업무담당
  - 사업관리책임
  - 인증책임
  - 국내협력업체 (책임)
  - 기타 위원장이 임명한 자
3. 간 사 : 형상관리담당

나. 기술변경 심의위원회 (CRB : **C**hange **R**eview **B**oard)

1급/2급 기술변경 사항에 대한 영향 받는 형상식

별서 및 2급(A/B) 기술변경 도면 사항에 대해 형상 변경 사항을 심의 결정하기 위하여 운영함.

심의위원회 구성(안)

1. 위원장 : 사업책임자(또는 개발책임)
2. 위 원
  - 개발책임 또는 업무담당
  - 사업관리담당(비용담당)
  - 인증담당
  - 국내협력업체 (책임/업무담당)
  - 기타 위원장이 임명한 자
3. 간 사 : 형상관리담당

2.5 형상확인 (Configuration Audit)

기능적 형상확인(PCA)과 물리적 형상확인(시제기 제작 단계별)을 수행하는 품목은 개발자가 선정하여 기술 책임자의 검토·확인을 거쳐 승인을 받음.

점진적인 물리적 형상확인(Incremental PCA)은 각 제작 단위별 초도 제작 분에 대하여 형상확인을 수행 하여 완성품목인 항공기 단계에 이르는 형상확인 방법으로 수행함. 형상관리 품목에 대한 효과적인 물리적 형상확인을 위하여 시제 전호기에 대해 초도개발품 검사 시 규격서, 도면대비 작업지침서, 작업내용, 치구, 시험장비를 면밀히 검토하여 제작품에 불일치가 없도록 함.

형상확인 대상	적용대상
기능품에 대한 기능적 형상확인	최초 생산되는 시제품 기능시험이 다수 구성품으로 수행하는 경우는 시험대상 시제품 포함
기능품에 대한 물리적 형상확인	최초 생산되는 생산품

3. 결론

본 연구에서는 다양한 항공기 기능부품을 동시에 개발하기 위한 형상관리 체계를 제안하고, 제안된 형상관리 체계를 구축하여, 다품종 기능부품의 동시개발에 운용하여, 성공적인 형상관리가 수행되었음을 확인하였다.

후기

본 연구는 지식경제부 한국형헬기 민군겸용 구성 품 개발사업의 일부이며, 지원에 감사드립니다

참고문헌

- [1] MIL-STD-973, "Configuration Management", Military Standard, 1992
- [2] MIL-HDBK-61, "Configuration Management Guidance", Military Handbook, 2001