

# 한국형기동헬기(KUH) 설계개발과정 개관

윤희권\* · 오상철\* · 정상원\* · 양준호\*

## The Overview of the Design and Development Process of the Indigenous Korean Utility Helicopter (KUH)

Heekweon Yoon\* · Sangchul Oh\* · Sangwon Jeong\* · Junho Yang\*

### ABSTRACT

The overview of KUH design and development process is presented according to Buede's systems and development "vee" model. The system decomposition and integration activities exemplify KUH specification tree, design maturity and analysis according to design stage(conceptual, preliminary, and detail design), scheduled work breakdown structure, qualification test, ground test, and flight test. This process can be applied to the development of a new aircraft.

Key Words: 한국형헬기개발사업(KHP), 한국형기동헬기(KUH), 설계개발과정(Design and Development Process), 체계공학(Systems Engineering), 항공기(Aircraft)

### 1. 머릿말

한국형헬기개발사업(Korean Helicopter Program)은 군 보유 노후헬기를 대체하기 위해 방위사업청과 지식경제부가 공동으로 추진하여 한국형기동헬기(KUH, Korean Utility Helicopter)를 개발하는 국책사업이다. 3개 개발주관기관(국방과학연구소, 한국항공우주연구원, (주)한국항공우주산업)과 18개 1차 국내협력업체 및 11개 국외업체가 참여하여 2012년까지 개발을 목표로 하고 있다. KUH 개발에는 6년 동안 150여 국내의 협력업체와 2,500명 이상의 개발인력들이 참여하고 있어 체계적인 설계개발과정의 수립 및 종합관리가 요구된다.

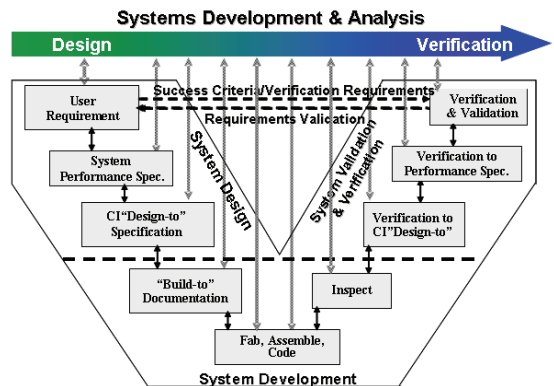


Fig.1 시스템 개발과정 [1]

KUH 설계개발은 Fig.1에서 보이는 것처럼 시스템 개발과정의 흐름을 따르고 있다. 군의 운용요구사항을 분석하여 항공기체계 및 하위체계 규격서로 구체화하고 규격에 맞게 제조기준문서인 "Build-to" 패키지를 완성하는 "Decomposition"업

\* (주)한국항공  
연락처, E-mail: heekweon@koreaero.com

무를 수행한다. "Build-to" 패키지를 기준으로 부품을 개발하고 이것들을 순서대로 조립하여 항공기를 완성하며 동시에 소프트웨어 코드도 작성한다. 제조기준문서에 따라 제대로 제작이 되고 있는지를 검사하며, 하위체계로부터 항공기체계까지 요구규격을 충족하는지 여부를 검증하는 "Integration" 업무를 수행한다. 최종적으로는 군이 운용적합성 여부를 확인함으로써 개발이 완료된다. 여기에서는 KUH 개발과정의 큰 흐름을 검토하고 정리함으로써 향후 군용항공기 개발에 대한 체계적인 접근방법을 제시하고자 한다.

## 2. 설계개발과정

### 2.1 요구도 분석 및 규격서 작성

군의 운용요구사항을 토대로 기능분석을 실시하여 항공기체계를 하위체계 및 주요 구성품으로 더 세분화하여 형상품목(CI, Configuration Item)을 정하고 품목별로 요구사항 및 품질보증사항을 규정한 규격서를 만든다. Fig. 2는 이러한 규격서의 계층구조를 보여주는 KUH Specification Tree이다.

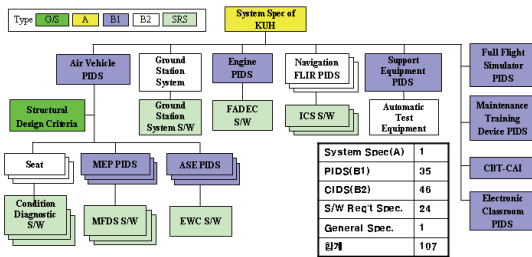


Fig. 2 KUH 항공기 개발규격서 체계

### 2.2 설계단계 및 설계성숙화

설계단계는 크게 개념설계, 기본설계, 상세설계의 단계로 나누며 매 단계의 완료시점에 공식 설계검토회의를 통해 다음단계 진입가능 여부를 확정한다. 개념설계단계에서는 항공기의 외형 및 내부배치를 개략적으로 정한다. 주구조물의 개략배치, 주요 계통의 구성요소 정의 및 배치를

실시하여 항공기 형상을 정의하고 그 성능해석을 실시하여 군의 요구 성능이 충족되는지 여부를 검토한다. 이 단계에서는 여러 가지 형상을 창출하고 설계의 장단점을 상호 비교하여 기본설계를 위한 최적의 형상개념을 선정한다.

기본설계단계에서는 Trade-off Study(상쇄연구)를 실시하여 항공기 전체 기술 분야에 걸쳐 공학해석 및 장단점 분석을 통해 여러 가지 설계옵션 중에서 최적의 옵션을 선정한다. 그리고, 항공기의 구조와 계통장비의 공간부피와 배치를 결정하며 풍동시험을 통해 항공기의 외형선(OML, Outer Mold Line)을 결정한다. 이 단계에서 항공기개발 규격서가 확정된다.

상세설계단계에서는 구조와 각종 계통의 인터페이스 확정, 상세해석을 통한 항공기 요구 성능의 충족 여부 확인, 정비성/제작성이 반영된 항공기 부품/조립/장착설계를 실시하고, 제작도면을 생성한다. 이 단계에서는 각종 체계/계통/구성품의 시험계획이 수립된다.

Figure 3 및 Fig. 4는 설계단계별로 설계 성숙도 및 해석내용을 각각 예시한다.

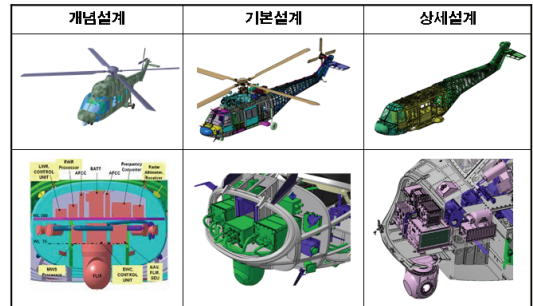


Fig. 3 설계단계별 설계 성숙도(예)

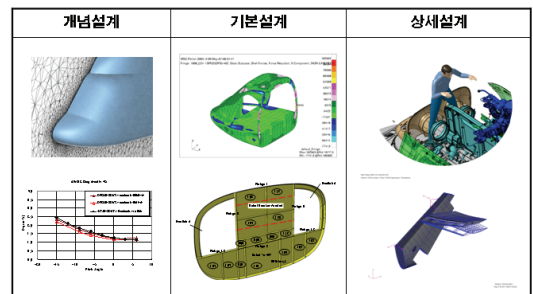


Fig. 4 설계단계별 해석내용(예)

2.3 시제작

시제항공기 제작을 위해 국방규격에 따라 품질보증활동을 수행한다[2]. 시제항공기의 제작 과정은 양산항공기 제조시스템과 같은 엄격한 제조과정을 거치게 된다.

제작의 효율성과 효과성을 확보하기 위해 항공기를 조립순서에 따라 기체구조물의 조립과정인 Sub-Assembly, Major Assembly, Mating, 계통장비의 장착과정인 System Integration 등의 여러 조립단계로 구분하여 조립한다. Figure 5는 Scheduled Work Breakdown Structure(SWBS)로 구성된 KUH 조립흐름도를 보여준다.

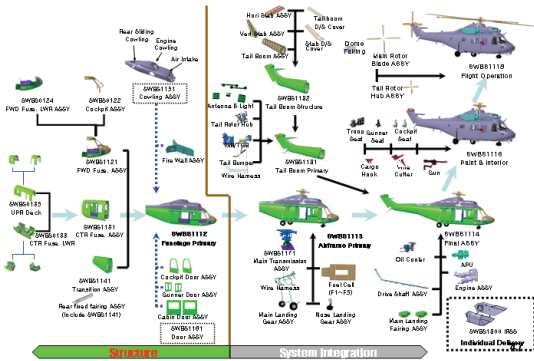


Fig. 5 KUH 조립흐름도

24 시험평가 및 감항성인증

KHP사업은 한국형헬기개발사업(KHP) 공동규정에 의거 시험평가 및 감항성 인증 업무를 수행하게 되어 있다[3,4]. 시험평가는 개발자가 수행하는 개발시험평가와 소요군이 수행하는 운용시험평가로 대별될 수 있다.

항공기개발규격서의 요구사항별 충족여부를 확인하기 위해 설계검토, 해석, 안전성/정비성 분석, 계통리그시험, 항공기 지상시험, 항공기 비행시험, 항공기 검사/데모, 시뮬레이션, 구성품인증 등의 9가지 검증방법 구분을 사용하고 있다.

인증시험단계는 Fig. 6과 같이 구성품 인증시험(QT, Qualification Test), 계통시험(Subsystem Test), 항공기 체계시험의 3단계로 나누어 진다.

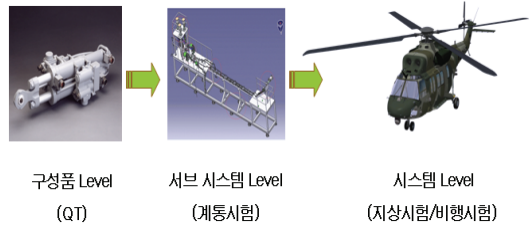


Fig. 6 인증시험단계

Qualification Test는 Fig. 7에서 보여지는 것처럼 기능, 내구성, 구조, 환경, 전자기 간섭, 신뢰성시험 등으로 구분되며, 환경시험은 온도, 압력, 습도, 강우, 모래 및 먼지, 강설, 결빙, 염수분무, 곰팡이, 태양열복사, 폭발환경, 유체오염, 가속도, 진동, 충격 등의 시험으로 구분되어진다.

Qualification Test	
Str.	Environmental
Functional	Endurance
	Static
	Operating Temp
	Storage Temp
	Temp Shock
	Operating Altitude
	Transport/Storage Altitude
	Relative Humidity
	Heavy Rain
	Sand and Dust
	Drip
	Snow
	Iceing
	Salt Spray
	Fungus
	Solar Radiation
	Explosive Atmosphere
	Explosive Contaminant
	Acceleration
	Vibration
	Shock
	EMI
	Other
	Reliability
	Other

Fig. 7 Qualification Test 항목

항공기 체계와 관련된 지상시험은 Fig. 8에서 보여 지는 것처럼 풍동시험, 생존성시험, 지상기능/운용시험, 전기체 정적시험, 전기체 동적시험, 동적 구성품 통합시험, 추진계통 적합성시험, 항전계통 통합시험, 공력소음시험, 조종사적합성시험, 내부조명시험, 기후시험 등이 있다.

항공기 비행시험은 Fig. 9에서 보여지는 것처럼 동안정성시험, 공중공진시험, 하중시험, 진동/소음시험, 세부계통시험, 엔진통합시험, 트랜스미션신뢰성시험, 조종성시험, 자동비행시험, 기관총사격시험, 항전/임무장비시험, 결빙시험, 성능시험, 환경시험 등으로 구분된다.

구분	시험 항목
종류 시험	• 동체모형/포리포르모널/중입구모형/메카니즘완모형/포리셰이크모형 시험
생존성 시험	• 탄약생존성시험, 레이저생존성시험, Signature Control 시험
지상기능/운용시험	• 비행조종계통, 연료계통, 유압계통, 착륙계통, 전기계통, 환경제어계통 시험
전기제 정격시험	• 경하중시험, Air Load Calibration, 방수시험, 중량평형시험
전기제 동력시험	• 동하중시험 (주요 구성품 단위 시험 수행)
동력 구성품 통합시험	• 지상공전, 전기제 진동시험, Torsional Stability, Tie-Down시험
추진계통 적합성시험	• 엔진/동체 적합성 시험, Electrical Interface 확인, 추진계통온도시험, 엔진유압/배출구시험, 화재감지/전압시험, Non-Operation Electrical Pre-Connection Test
항진계통 통합시험	• EMC시험, EMV시험, 낙뢰시험, 결빙시험, 방시위험시험 • Avionics Wiring Test, LRU 장착 및 BIT, 기능시험/항진전자 연동시험
기타	• 조력소음시험, 조종사 적합성시험, 내부조명시험, 기류시험

Fig. 8 KUH 지상시험 항목

구분	시험 항목 / 내용
동안정성 시험	• 블레이드 공탄성/플래밍/리래그 안정성
공중공전시험	• 비행중 공중공전 현상이 발생하지 않음을 확인
하중시험	• 항공기 기체 주요 부위의 하중 측정 / 검증
진동/소음시험	• 항공기 기체 주요 부위의 진동, 소음 측정
새부계통시험	• 로터/이서동역학/비행조종/연료/유압/착륙/전기/환경제어 계통 시험
연진통합시험	• 엔진계통의 운용 안정성 확인, 엔진 적합성 검증
트랜스미션산출시험	• 동력전달계통의 운용 적합성 검증
Pilot-Static 보정시험	• Pilot-Static 시스템 보정을 위한 Data 획득
조종성시험	• 비행운용영역내 안정성, 제어성, 기동성, 민첩성 확인
자동비행시험	• 자동비행모드 성능 검증
기관출 시격시험	• 기관출 출력 적합성, 성능 검증,
항진/임무장비시험	• 항진/임무 장비의 성능 검증, 타 계통과의 연동 여부 평가
착빙시험	• 자연결빙 조건의 비행시험을 통한 제빙 계통의 성능 평가
성능시험	• 비행영역내에서 항공기 Spec과 시스템 Spec을 충족하는 성능 검증
환경시험	• 현반도 환경조건하에서의 운용 적합성 검증

Fig. 9 KUH 비행시험 항목

### 3. 맺는말

#### 3.1 KUH 설계개발과정

KHP사업은 Systems Engineering Process 기법을 적용하여 계획된 일정하에 주어진 예산내로 목표성능을 충족할 수 있도록 요구도 분석 및 규격서 작성, 설계단계 구분 및 설계 성숙화, 시제작, 시험평가 및 감항성 인증등의 체계적인 기술개발과 기술관리의 전반적인 설계개발과정을 수행하고 있다.

KUH개발은 방위사업청 KHP사업단의 전반적인 사업관리와 국방과학연구소 기술관리기관의 기

술관리 및 소요군의 지원하에 3개 개발주관기관, 국내협력업체, 국외업체들이 유기적으로 설계개발과정의 역할을 수행함으로써 성공적으로 수행되고 있다.

#### 3.2 향후 계획

2008년 8월 19일 시제1호기 주요조립이 착수된 KUH는 2009년 7월에 Roll-out하여 항공기 지상시험이 착수되고, 2010년3월에 초도비행이 시작된다.

KUH개발이 성공적으로 완료된 이후, 군의 상륙기동, 해상작전 및 의무후송 등을 목적으로 하는 KUH 파생형개발, KUH를 기반으로 하여 승객, VIP 및 환자 수송을 위한 민수헬기 개발, KUH 확보기술을 활용한 공격형헬기 개발, 그리고 미래의 군용항공기 개발에 이르기까지 본 설계개발과정을 적용할 수 있다. 다만, 설계개발과정의 효율성과 효과성을 위해서는 끊임없는 기술혁신과 창의적 노력이 요구된다.

#### 참고문헌

- [1] Buede, D. M., The Engineering Design of Systems, John Wiley & Sons, New York, 2000
- [2] 국방부, 품질경영시스템 요구서(국방규격 0050-9000품), 2002
- [3] 국방부, 방위사업법 시행규칙(국방부령 제 646호), 2008
- [4] 방위사업청, 지식경제부, 한국형헬기개발사업(KHP) 공동규정(방위사업청 훈령 제80호, 지식경제부 훈령 제9호), 2008
- [5] DoD, Test Method Standard for Environmental Engineering Considerations and Laboratory Tests(MIL-STD-810F), 2000