

경항공기 KLA-100상세설계에 따른 형상해석

Configuration Analysis in Detail Design Stage of KLA-100 Light Aircraft

정봉철^{1*}, Nhu Van Nguyen¹, 김상호¹, 이재우¹
 건국대/항공우주설계연구소(KADA)¹

초 록

항공레저 스포츠의 급속적인 활성화 추세에 따라 국내 최초로 스포츠급 경항공기 KLA-100이 개발 중이다. 본 개발 과정을 통해 경항공기 분야의 독자 개발과 인증에 필요한 기술을 확보하고 국내 경항공기 개발의 토대를 마련하기 위하여 그동안 축적된 항공기 개발 기술을 최대한 활용하여 해외 경항공기 개발 전문회사의 기술지원을 통해 항공기 개발 완성을 그 목표로 노력하고 있다. 본 연구에서는 현재 상세설계가 완료된 경항공기의 형상해석 수행 결과를 소개하였다.

1. 서론

1.1 개발개요

세계적으로 경항공기에 대한 관심이 높아지고, 아시아에서도 경항공기에 대한 수요가 증가하는 추세이며 국내 또한 국민소득 향상에 따라 2인승 경항공기가 2009년 4월 기준 약 523대의 수요를 보이고 있으나 전량 해외수입에 의존하고 있는 시장성을 고려, 건국대학교 경항공기 개발연구단을 중심으로 2010년부터, 10여개 기업들이 참여 KLA-100경항공기를 개발 중에 있다. KLA-100경항공기는 감항분류가 VLA류에 속하는 2인승, 최대이륙중량 750kg 이하, 실속속도 83km/h (45knots) 이하 등을 만족하는 단발 엔진 항공기이다. KLA-100 항공기 또한 체계공학을 기반으로 한 설계 과정에 따라 상세설계 완료 상태에 있다.



그림 1. KLA-100최종형상

2. 최종형상설계결과

2.1 상세설계 형상

형상 최적화 단계를 거쳐 상세설계를 수행하여 그림1과 같은 최종형상을 완성하였다.

2.2 형상해석(성능 및 조종안정성해석)

2.2.1 형상해석process

형상해석은 생성된 공력DB와 추진data 및 중량 CG data를 Input으로 하여 성능해석 및 조종안정성 해석을 수행하고 형상에 대한 개발 요구치의 충족 여부를 확인하였다.(그림2참조)

2.2.2 공력Data

형상 해석시 공력 값은 풍동시험결과 및 내부 프로그램 해석 모듈을 통해 CL,CD,CM 등 공력계수를 계산하여 적용했으나, 최종 해석시는 더 정확하고 강화된 공력DB 구축을 위해 개발한 공력데이터 베이스 구축 방법(Multi-Fidelity Aero.DB construction method)을 사용했다.(그림2,점선)해석과정은

풍동실험 raw data로부터 시작된다. 풍동시험 Data는 예산 일정 등의 문제로 착륙, 추진계통 형상 생략, 레이놀즈수, 속도, CG위치 등 시험 포인트가 생략됨으로 인한 문제의 해결을 위해 전 비행영역data를 완전하게 지원하며 성능, 조종안정성, 비행시물레이션, 하중 등 해석분야에 공력data를 제공하도록 강화된 공력DB를 풍동 시험 Raw data에서 생성되게 하였다.

2.2.2.1 풍동시험data

공력DB에 사용된 풍동data는 기본공력data와 Aileron, Elevator, Rudder의 조종면 변위 효과, Flap변위에 따른 공력특성의 변화를 측정 한 결과를 사용하였다.

2.2.2.2 추진 Data

중진 형상은 BEM을 통한 프로펠러 및 엔진 시험데이터를 사용하여 SFC, 추력과 추진 데이터베이스를 사용했으나 최종형상에는 원제작사의 엔진 및 프로펠러 Data를 사용했다.(그림 3)

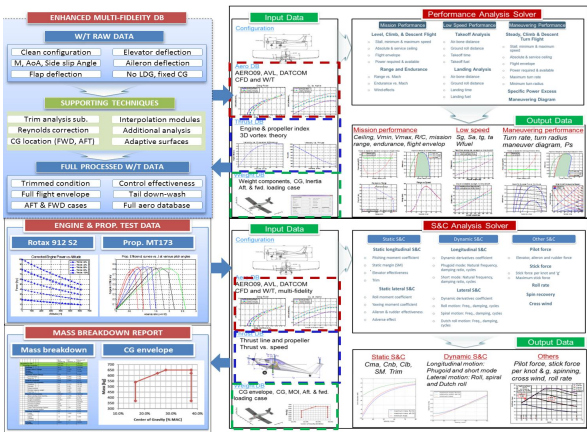


그림 2 형상해석 process

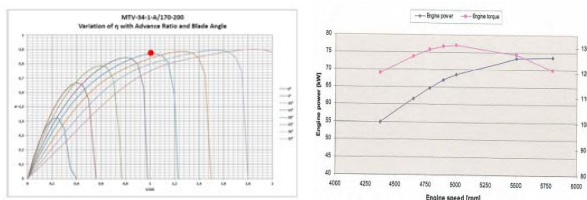


그림 3 프로펠러 및 엔진 성능

2.2.2.3 Weight data

중진형상의 경우 인증규정에서 정의된 최대 최소 중량조건에 대한 CG별로 계산 및 예측하여 적용하였으나 최종형상해석에는 기술협력사 인 FD사에서 제공된 설계중량 data 및 CG envelope를 적용하였다.

2.3 형상해석결과

2.3.1 성능해석

성능해석 결과 초기형상대비 향상된 결과를 얻었으며 일부 설계요구도 미충족 항목이 있으나 인증 요구도는 만족하였다.(표1)

2.3.2 조종안정성 해석

조종 안정성 해석 결과 인증및 설계 요구도에 대한 결과를 얻었으며 초기형상대비 형상변경으로 인해 경향의 차이를 보였으나 요구도를 충족하였다.(표2)

3. 결론

형상 해석시 개선된 공력데이터 베이스 구축 방법을 개발 이용함으로써 더 신뢰성 있는 결과를 도출 할 수 있어 경향공기KLA-100의 성공적인 개발에 많은 도움을 줄 수 있었다.

표 1

항목	요구도	중진형상	최종형상	Check	Unit
Maximum Cruise Speed	132	124.42	136.7	Satisfied	kts
Design Cruise Speed	121	111.97	123.03	Satisfied	kts
Stall Speed(VS0)	40	38.8	42.12	Violated	kts
	45	38.8	42.12	Satisfied	kts
Max Rate of Climb	4	5.1	6.08	Satisfied	m/s
Service Ceiling	12,000	17,056	22,120	Satisfied	ft
	15,000	22,632	25,000	Satisfied	ft
Take off Distance	340 max	312	308	Satisfied	m
Landing Distance	-	326	-	NA	
Maximum Range	1400	1261	1453	Satisfied	km
Endurance	6	5.94	6.48	Satisfied	hours

표 2

항목	내 용	중전형상	최종형상	비고
KAS-VLA 173 a,b,c	Static longitudinal stability			
	Longitudinal: $-0.3 < C_{ma} (1/rad) < -1.5$	-0.9	-0.414	Satisfied
	Static Margin $0.1 < hnp-hac < 0.3$	0.17	0.143	Satisfied
KAS-VLA 177 (a) and (b)	Static directional and lateral			
	$C_{lb} < 0$	-0.08	-0.175	Satisfied
	$0.05 < C_{nb} (1/rad) < 0.4$	0.04	0.0746	Satisfied
KAS-VLA 181 (a) and (b)	Dynamic stability			
	Damping ratio of Phugoid mode > 0.04	0.125	0.1861	Satisfied
	$0.3 < \text{Short mode damping ratio} < 2$	0.63	0.7883	Satisfied
	Cmq: rate of change of pitching moment: $-5 < C_{mq} < -40$	NA	-15.72	Satisfied
	Dutch-Roll oscillation			
	Dutch roll_1/10 Amplitude in 7 cycles (Vstall-Vmax)	NA	0.9122	Satisfied
	Dutch roll damping ratio > 0.08	0.175	0.1581	Satisfied
Roll subsidence mode: Roll time constant $T_{R} < 1.4 (s)$	NA	0.486	Satisfied	
Spiral mode: minimum time to double amplitude $> 20 (s)$	NA	62.27	Satisfied	
Rate of change of yawing moment: $-0.1 < C_{nr} < -1$	NA	-0.072	Marginal	
Natural freq. (rad/s)_DR > 0.4	2.7	2.934	Satisfied	
Damping Ratio * Natural Freq. (rad/s) > 0.15	NA	0.3520	Satisfied	

후 기

본 연구는 국토교통부 항공안전기술개발사업의 연구비지원 (과제명:스포츠급 경항공기 개발,10항공-안전01)으로 수행되었으며 연구비 지원에 감사드립니다.

참고문헌

- [1] 정봉철, Nhu Van Nguyen, 김상호, 이재우, 건국대 (KADA) 외 “경항공기상세설계단계의 KLA-100형상해석” KSAS 춘계 2015
- [2] N.V.Nguyen. 외 건국대 “KLA-100 & Stability Control report” KLA-2015-003
- [3] N.V.Nguyen. 외, 건국대 “KLA-100 performance report” K LA -2015-002
- [4] 공군사관학교 “경항공기개발 풍동시험 연구보고서” 2014.12
- [5] 항공기기술기준(KAS)Part VLA 국토교통부 2009