技術論文 J. of The Korean Society for Aeronautical and Space Sciences 42(8), 713-721(2014)
DOI:http://dx.doi.org/10.5139/JKSAS.2014.42.8.713

미국과 유럽의 차세대 회전익 기술 개발 현황

오세종*, 김성환

Next Generation Rotorcraft Technologies in USA and Europe

Sejong Oh* and Sung Hwan Kim
Department of Aerospace engineering, Pusan National University

ABSTRACT

In Europe and USA, new programs called GRC(Green Rotorcraft) and SRW (Subsonic Rotary Wing program) respectively, have been currently underway for developing the next generation rotorcraft. The final goal is to develope fuel-efficient/environmental-friendly tilt-rotor civilian rotorcraft, which can partly replace short-range regional aircrafts. Also for safe operation, the new rotorcraft technology is cooperated with the new air transport management(ATM) system, called SESAR(Single European Sky ATM Research) and NextGen(Next Generation Air Transport System) in Europe and USA. In addition to achieve the final goal, the tilt-rotor aircraft, they are trying to improve the performance of conventional helicopters by adopting more efficient propulsion system, active rotor system, and reducing internal and external noise. Especially in GRC program of Europe, the environmental factors such as noise, fuel efficiency, reduction of emission gas(CO2, NOx), are focused for the new technologies.

초 록

현재 유럽과 미국에서는 각각 GRC(Green Rotorcraft) 와 SRW (Subsonic Rotary Wing program) 프로그램을 통하여 차세대 회전익기 개발이 진행 중에 있다. 이들 프로그램의 최종 목적은 현재 사용 중에 있는 단거리 여객기를 일부 대체 할 수 있는 틸트로터 타입의 중/소형 민간 회전익기 개발에 목적을 두고 있다. 또한 이들 틸트 로터의 민간 운영에 운영할 수 있는 안전한 운행을 위하여, 각각 개발 중인 air transport management(ATM) 시스템인 SESAR(Single European Sky ATM Research) 와 NextGen(Next Generation Air Transport System)과 융합하는 기술도 병행되고 있다. 이들 프로그램들은, 최종 목표인 틸트 로터기의 개발이 진행되는 중간 과정으로, 현재 사용되고 있는 헬리콥터의 성능의 향상도 병행하고 있다. 이러한 성능 개발은 좀 더 효율적인 추진기관, 능동 로터 시스템, 내/외부의 소음 감소 등에 중점을 두고 있다. 특히 유럽의 GRC 프로그램에서는 소음, 연료 소비율, 배기가스 (CO2, NOx)의 절감 등에 매우 구체적인 목표를 설정하여 기술 개발을 진행 중에 있다.

Key Words : Rotorcraft(회전익기), Tilt-Rotor(틸트로터), Next Generation Technologies for Rotorcraft(차세대회전익기 기술)

† Received: May 29, 2014 Accepted: July 18, 2014
http://journal.ksas.or.kr/
* Corresponding author, E-mail : tazo@pusan.ac.kr
pISSN 1225-1348 / eISSN 2287-6871

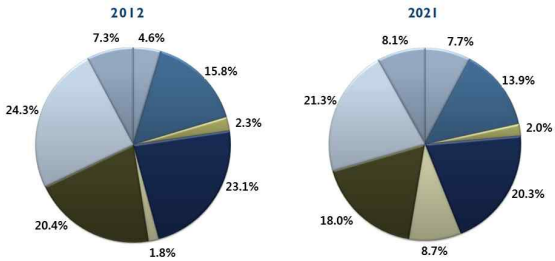
Ⅰ. 서 론

국내의 헬리콥터 보유 대수는 군수 위주이기는 하나 Fig. 1에서 보듯이 세계 5위로써 회전익기 핵심 및 생산 기술을 보유하고 있는 2,3,4위의 러시아, 중국, 일본에 비해 큰 차이가 없다[1]. 또한 국내에서는 이미 60년대 초반부터 UH-1 헬기를 운용하였고 70년대 중반부터는 500MD, UH-60등을 비롯한 각종 헬리콥터의 면허 생산 및 개조, 조립, 그리고 일부 동체 제작을 통하여 많은 기반 기술이 축적되었음에도 아직도 헬리콥터의 전반적인 기반/핵심 기술이 이루어지고 있지 않다. 다행히 얼마 전 국내에서 Eurocopter(최근 Airbus Helicopter로 명칭 변경)의 기술 이전을 통하여 수리온 헬기를 성공적으로 개발하였고, 조만간 해외 공동개발을 통하여 민수/소형무장(LCH/LAH) 헬리콥터 개발이 예정되고 있는 상황이다. 이들 해외 업체와의 공동 개발은 기존의 해외 업체의 기본 플랫폼을 수정하여 국내 사업에 적용하고, 동시에 헬리콥터 핵심 부품의 독자개발을 목표로 삼고 있다. 오랫동안 국내 업체와 연구소에서 쌓아온 부품제작/면허생산 기술 및 수리온 사업을 통한 know-how를 이용하여 충분히 성공적 사업으로 이루어질 것을 확신하지만, 국제 공동 개발의 경우 해외 업체들에서 현재 어떠한 기술 개발이 이루어지고 있는지를 인지하고 있으면, 해외 업체와의 협상 및 국내에서 개발하고자 하는 핵심 기술들의 항목을 정하는 데 도움이 될 것이다. 이미 유럽과 미국에서는 10여년 전부터 자국의 차세대 회전익기(일반적으로 헬리콥터를 의미하나 최근 틸트로터 등의 회전익을 이용한 수직 이착륙기를 통칭함) 개발에 심혈을 기울이고 있으며, 상대방에 대한 기술적인 선점과 시장 확대를 위하여 일부는 공동 연구와 동시에 치열한 경쟁이 이루어지고 있다.

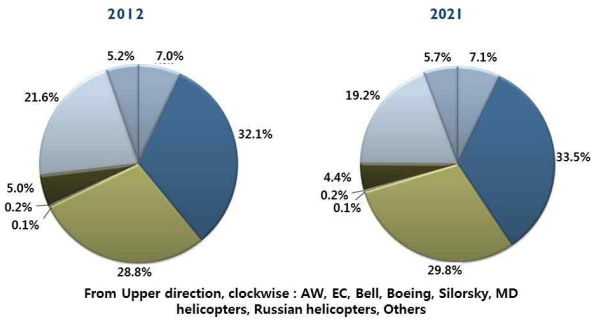
유럽의 경우 2000년 VISION 2020을 발표하면서[2] ACARE (Advisory Council for Aviation Research in Europe)이라는 비관료 기관(non bureaucratic organization)을 설립하여, 미국에 뒤쳐져 있는 항공기술 및 개발을 극복하기위해 체계적인 민수 항공개발 사업에 착수하였다. ACARE의 조직은 실제 항공기 개발을 지원하는 EC대표, 유럽 전역의 항공기 제조 및 부품업체들, 각국의 연구소, 그리고 여러 나라의 학계 대표자들이 매우 현실적이고 혁신적인 항공기 기술 개발목표를 세워 진행하였다. 이 프로그램 중의 하나로 회전익기 분야로 FRIENDCOPTER 프로그램을 시작하였고, 후속 사업으로 GRC(Green Rotorcraft)프로그램을 진행하고 있다. 또한 미국에서 진행 중인 틸트로터기 개발에 대비해 NICE-TRIP(Novel Innovative Competitive Effective Tilt-Rotor Integratee Project)프로그램을 진행하고 있다.

COMBAT HELICOPTERS			
	Country	Active fleet	Share
1	USA	5,690	30%
2	Russia	854	5%
3	China	708	4%
4	Japan	700	4%
5	South Korea	682	4%
6	France	485	3%
7	India	466	2%
8	UK	419	2%
9	Turkey	391	2%
10	Italy	376	2%
	Other	7,915	42%
	TOTAL	18,686	100%

Fig. 1. World Helicopter Feet [1]



(a) Military market



(b) Civil market

Fig. 2. World Helicopter Market share [3]

미국에서는 2008년을 기점으로 SRW(Subsonic Rotary Wing Project)를 진행하면서 기존 헬리콥터의 성능향상과 동시에 최종 목표로 LCTR (Large Civil Tiltrotor)개발을 최종 목표로 연구를 진행하고 있다. 미국의 경우 새로운 기술 개발은 NASA가 주도를 하지만, 최근 정부의 예산

삭감으로 어려움을 겪고 있다. 하지만 자체 축적된 기술과 인력을 기반으로 꾸준히 연구가 진행되고 있는 상황이다.

유럽에서는 1999년 제창한 "VISION 2020"의 기치아래 유럽연합의 적극적인 지원을 통한 민수 항공기의 기술 개발로 Fig. 2에서 보듯이 이미 유럽의 헬리콥터 업체는 민수뿐만 아니라 군수에서도 미국 업체들의 점유율을 넘어서는 시장을 점유 하고 있다.

본 논문에서는 현재 국내에서 추진하고 있는 헬리콥터 사업에 한편의 도움이 되고자, 현재 미국과 유럽에서 진행하고 있는 차세대 회전익기의 개발에 위하여 중장기적으로 어떠한 목표를 세우고, 이러한 목표달성을 위해 어떤 기술들을 개발하고 있는지 조사하였다.

II. 본 론

2.1 미국, 유럽의 회전익기 기술 개발 현황

미국과 유럽에서 진행되고 있는 차세대 회전익기 기술 개발의 목표는 근본적으로 같다고 할 수 있으나, 그 개발 과정에는 많은 차이가 있다. 미국에서의 기술개발은 NASA를 중심으로 회전익 제조업체와 회전익기 기술센터를 보유하고 있는 학계가 서로 협력하여 이루어지고 있으나, 유럽의 경우는 유럽위원회(EC)의 지원하에 FP (Framwork Program)을 통하여 교통분야의 일부분으로 항공분야에 지원을 하고 있다. 흥미로운 것은 항공분야(특히 민수 분야)를 효율적으로 개발하기 위해 2000년 항공분야의 인력들이 자체적으로 ACARE라는 비관료 조직을 구성하여 SRA(Strategic Research Agenda)를 통한 개발 기술 요소들을 정하고, 매 2년마다 혹독한 평가를 통하여 이들 개발 기술을 재평가와 동시에 수정하였다. 이러한 방법을 통하여 그동안 미국에 뒤쳐져 있는, 특히 민수 항공 시장의 우위를 점 하기위한 노력을 하였으며, 그 결과의 결실을 Fig. 3의 지표가 보여주고 있다. Fig. 3에서 보듯이 이미 Airbus가 Boeing와 동등한 시장 점유율을 차지하고 있음을 알 수 있다[4].

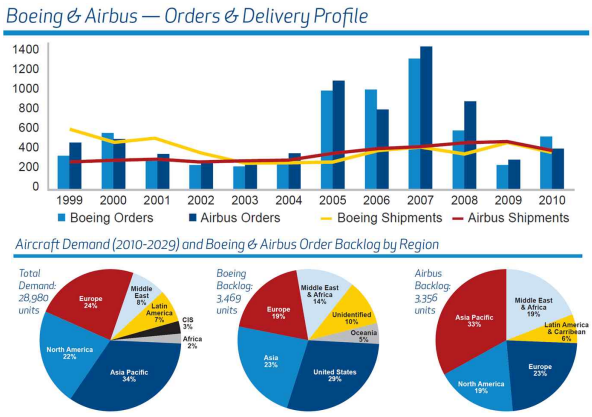


Fig. 3. Airbus and Boeing Market share

유럽의 경우 여러 국가에 많은 항공업체와 연구소들이 분포되어 있어 연구 개발의 결집력을 보이기 쉽지 않은 상황에서, 지난 10여년간 ACARE 조직이 보여준 성과는 괄목할 만 하다.

미국과 유럽의 기본적인 차세대 회전익기 기술 개발의 요소들은 다음과 같다.

1) 소음 저감
2) 배기가스 저감
3) 효율적인 동력 전달 장치의 개발
4) ATM(Air traffic Management)과의 연동
5) 최종 민수용 틸트로터의 개발

기본 기술 개발 요소와 목표는 동일하지만 그 과정을 보면, 미국의 경우, 이미 충분히 축적된 기술을 기반으로 기초기술 개발에 치중하는 반면, 유럽의 경우는 매우 현실적이며 좀 더 환경친화적인 면에 중점을 두고 있다. 이러한 과정과 구체적인 기술 요소들을 언급해 보고자 한다.

2.2 유럽의 회전익기 기술 개발 현황

2.2.1 FRIENDCOPTER

FRIENDCOPTER (Integration of technologies in support of a passenger and environmentally friendly helicopter)는 유럽위원회의 FP6,7을 통해 2002년에서 2010년까지 지원된 회전익기 개발 프로그램이다. 이 프로그램에는 14개국 34개의 산업체, 연구소, 학계가 포함되었다. 이 프로그램의 목표는

1) 비행 상태에 따라 소음범위면적(Noise footprint)을 30-50% 축소
2) 고속 비행 시 6%의 연료 소모율 감소
3) 객실 소음 레벨을 일반 순항 비행 항공기에 해당하는 75dB 유지
4) 객실 진동을 제트기의 탑승 안락감에 해당하는 0.05g 이하로 유지

이들 목표를 달성하는데 그들이 당면한 제일 큰 문제점 들을 다음과 같이 설정하였다.

1) 하강 비행 시 블레이드 slapping에 따른 외부 소음의 발생
2) 엔진에서 발생되는 압축기와 연소실 소음
3) 엔진에서 발생되는 NOx 배출가스

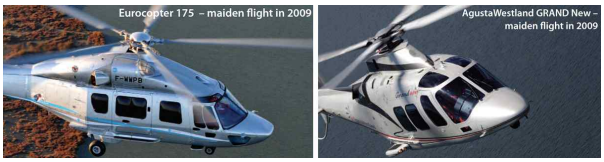


Fig. 4. Results of FRIENDCOPTER, EC175 & AW GRAND

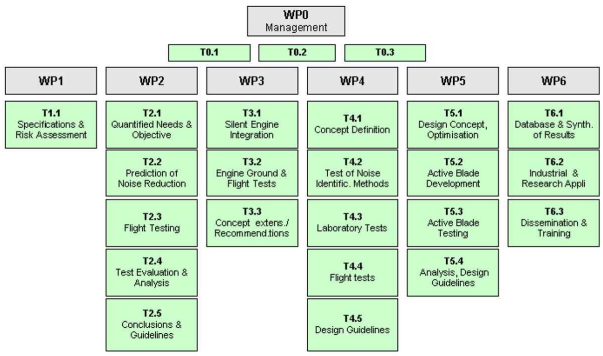


Fig. 5. Organigram of FRIENDCOPTER workpackage

4) 주 기어박스와 톱니바퀴 (wheel teeth)에 의한 객실의 고주파수 소음

5) 로터의 비대칭/비정상 공력에 의한 진동 레벨

이들 문제를 해결하기 위해 기존의 헬리콥터인 EC130, 135와 A109를 시험 비행체로 사용하여 동체의 재료, 구조, 기어박스의 진동흡수재료 삽입, 소음해석 코드(HELENA) 개발, 로터의 능동 뒷전(active trailing edge)개념을 이용한 능동 트위스트 블레이드, 익형 변형형상(morphing) 기술 등을 개발하였고, 이렇게 개발된 기술들을 적용하여 완성된 헬리콥터가 Fig. 4에 보여주고 있는 EC 175와 AW GRAND이다. 자세한 기술 개발에 대해서는 참고문헌[5]에 서술되어 있다.

이러한 새로운 기술의 개발은 목표달성을 위해 혹독한 현실성과 실질적 가능성을 기반으로 한 할당업무(Workpackage)의 그룹설정과 목표를 달성해 가는 과정의 업무범위 설정을 통하여 완성되었다. Fig. 5에는 FRIENDCOPTER 프로그램의 할당업무도표를 보여주고 있다.

2.2.2 GRC (Green Rotorcraft)

GRC는 FRIENDCOPTER의 후속 프로그램으로 FP7과 Horizon 2020(유럽위원회의 FP를 대치하는 최신기술 개발지원 프로그램 명칭)이 항공분야에 지원하는 Clean sky 프로젝트 중의 하나로 2010년부터 진행 중인 차세대 회전익기 개발 프로그램이다[6-8]. 이 프로그램에는 AgustaWestland와 Airbus Helicopter(프로그램 시작 당시에는 Eurocopter)가 주 계약자로 선정되어 있고 이외에 15개의 연구소와 업체, 학계가 연관되어 있다. 이 프로그램으로 개발된 기술의 일부는 다음 절에 소개할 NICE-TRIP (Novel Innovative Competitive Tilt-Rotor Integrated Project)에 적용할 수 있도록 계획을 하고 있다. GRC의 목표는 앞에서 설명한 FRIENDCOPTER보다 좀 더 구체적이며, 친환경적인 목표를 세우고 있다. GRC 프로그램의 최종 목표는 다음과 같다.

1) 10dB 소음 감소
2) 소형헬리콥터(5,000lb급)에 디젤 엔진을 장착하여 연료소모율 30%, CO2배출 40%, NOx 배출 53% 저감
3) 터보엔진 헬리콥터의 경우 연료소모율 10%, CO2 배출 26%, NOx 배출 65% 저감

이를 위해 FREINDCOPTER와 같이 7개의 조직과 작업계획이 세워져 있으며 그 조직은 Fig. 6에 보여주고 있다.

각 조직의 개발 내용과 목표를 간략하게 설명하면 다음과 같다.

1) GRC1 : 혁신적 Rotor Blades

이 그룹의 목표는 제자리 비행과 순항시의 소요동력을 각각 8%와 3% 저감과, 또한 접근 비행시 소음을 6dB 감소하는 것을 목표로 삼고 있다. 이를 위해 개발되는 기술은 Fig. 7과 같이 로터

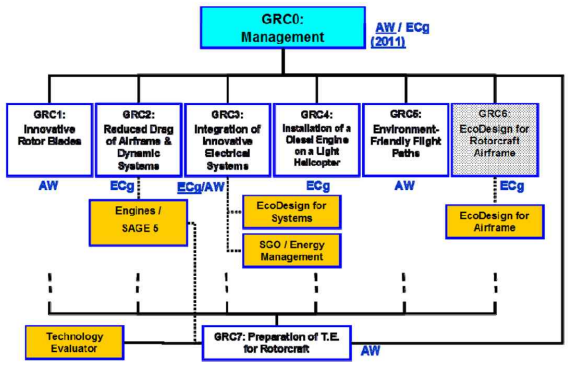


Fig. 6. Organization and Workplan of GRC

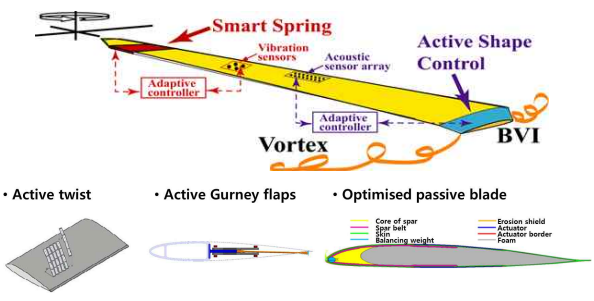


Fig. 7. Technologies in GRC1

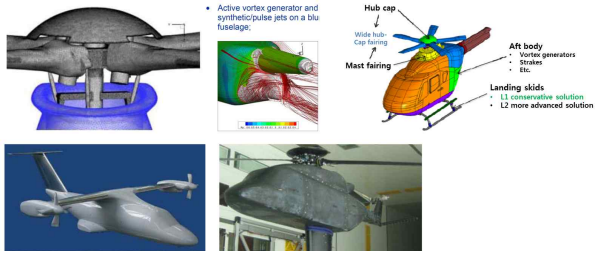


Fig. 8. Workplan in GRC2

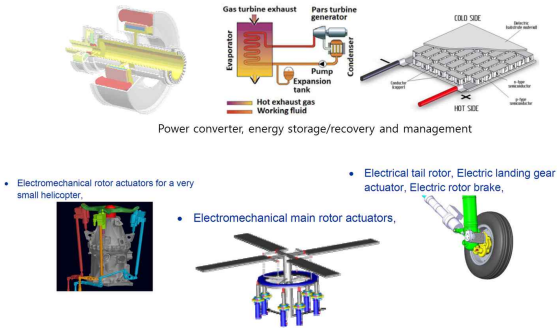


Fig. 9. Workplan in GRC3

블레이드의 능동 twist와 능동 Gurney 플랩 기술 개발, 그리고 최적화된 수동적(passive) 블레이드 제작 기술이다. (TRL5)

2) GRC2 : 기체항력 절감

이 과제의 목표는 로터 허브의 캡과 파일론 페어링을 통하여 주 로터의 항력을 줄이는 것과 (TRL6), 유동 제어 장치를 이용하여 동체의 유동 박리를 연장시키고(TRL4), 이들 기법을 통합하여 항력과 연료소모율을 각각 10-15% 그리고 4-5% 저감하는 것을 목표로 하고 있다. 또한 이 과제를 통하여 얻어진 결과를 NICETRIP 프로젝트에 적용한다.(TRL4) Fig. 8에 그 구체적인 과정을 보여주고 있다.

3) GRC3: 혁신적인 전기 시스템의 개발과 통합

이 과제에서는 유해한 유압 유체의 사용 배제와 CO2 배출저감을 위해 고성능 전기 시스템을 개발하고 대치하는 것을 목표로 삼고 있다. 그 구체적인 기법으로는 (a) 전기시스템의 설계, 네트워크 그리고 파워 조절장치, (b) 엔진의 브러쉬리스 시동장치와 발전기, (c) 에너지 회복/변환/저장장치, (d) 착륙장치와 비행조종을 위한 전기기계 액츄에이터, (e) 로터의 능동 제어 장치를 위한 전원 공급장치, (f) 전기식 꼬리 로터의 개발이다. Fig. 9는 그 구체적인 계획들을 보여주고 있다.

4) GRC4 : 소형 헬리콥터에 디젤 엔진 적용

이 과제는 소형 (5000lb급, EC120) 헬리콥터에 최근 유럽에서 개발되고 있는 고효율의 디젤엔진을 장착함으로서 연료 소모율을 30%, CO2와 NOx 배출을 각각 30%와 50%로 감축하는 것을 목표로 삼고 있다. 이 과제는 2014년 초반기에 이미 지상 시험을 마치고 2015년에 시험 비행을 하는 것으로 계획하고 있다[9].

5) GRC5 : 친환경적인 비행 경로 설계

이 과제에서는 저소음 비행경로의 개발과 이 경로를 유지하기위한 조종사의 작업량 절감하기 위한 탑재 시스템의 개발이 목표이다. 이와 함께 부수적으로 (a) 헬리콥터와 틸트로터의 저소음 시계/계기 비행 경로, (b) 안전과 최소 소음 영향을 향상하기 위한 저공/협소 경로 예측, (c) 헬리콥터의 기동 비행 시의 소음 정도의 특성을 예측하기 위한 소음 합성기법, (d) 헬리콥터의 소음 특성에 따른 음향 레이더 계측 기법 등이 있으며 이를 통해 연료 소모에 따른 오염을 5% 줄이고, 소음을 5dB 감소하는 효과를 목표로 하고 있다. 이를 위해 ONERA에서 개발된 소음 해석 코드인 HELENA를 업그레이드 한다.

6) GRC6 : 회전익기의 친환경 설계 시험기

이 과제에서는 친환경적인 회전익기의 소재 개발로 도어와 꼬리 콘의 열가소성 복합재와, 기어박스의 하우징, 주/부 동력전달장치 샤프트의 친환경적인 표면 처리 기술을 개발한다.

7) GRC7 : 기술 평가자(Technology Evaluator)를 위한 지원

이 부분에서는 기술 평가자와 GRC개발자간의 인터페이스를 개발하는 부분이다. Fig. 10에는 그 개괄도를 보여준다.

위의 과제들의 설정에서 보듯이 유럽의 경우 친환경적인 요소에 많은 연구개발목표를 두고 있다. 유압장치 및 보조동력장치들을, 특히 꼬리 로터 작동에 전기기계 모터로 대치하고, 소형 헬리콥터에 디젤엔진을 장착함으로써 배기가스의 저감을 목표로 하는 등 친환경적 요소에 적극적으

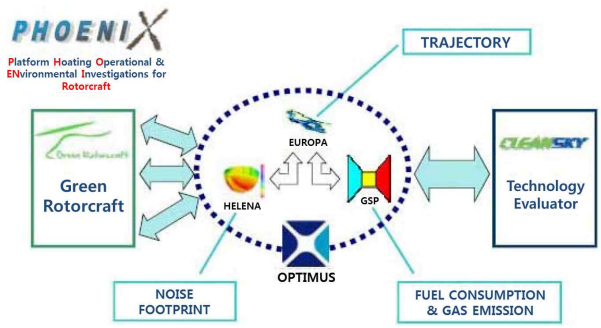


Fig. 10. Schematic diagram of GRC7

Table 1. Specification of ERICA

형상	최대속도	승객	이륙중량	순항고도
Tilt rotor/ wing	350kts	19-22	11tonn	7500m

Fig. 11. ERICA model

로 대처하는 것을 알 수 있다.

2.2.3. NICE-TRIP Project

NICE-TRIP(Novel Innovative Competitive Tilt-Rotor Integrated Project)는 유럽 고유의 틸트로터 비행체를 개발하기 위하여 FP7 지원으로 시작된 프로그램이다[10-12]. 틸트 로터의 경우 AgustaWestland에서 이미 AW609 모델을 개발하였으나, 이는 Bell/Boeing의 XV-15기반의 틸트로터 개발에 파트너로 참가한 경우이다. 이 프로그램은 FP7에 HORIZON 2020의 지원으로 계속되고 있다[13].

이 프로그램으로 개발 중인 틸트로터 모델의 명칭은 ERICA(Enhanced Rotorcraft Innovative Achievement)로, 그 목표는 유럽 내의 중소 도시에 Point-to-Point connection개념에 의해 개발이 시작되었다. Table 1은 개발 중인 ERICA의 제원을 보여주고 있고, Fig. 11은 현재 개발 중인 ERICA의 현황을 보여주고 있다.

이외에도 최근 AW에서 Project Zero라는 명칭으로 전기구동 회전익의 Tilt-Fan-in-Wing 형태의 틸트로터가 개발되었으나 지면 가까이에서 불안정한 정지 비행을 했을 뿐, 담당자인 James Wang에 의하면 새로운 배터리의 개발이 있기까지는 더 이상의 개발 진행은 없을 것으로 말하고 있다.

2.3 미국의 회전익기 개발 현황

미국의 회전익기 상황은 기존 제조업체(Bell, Sikolsky)의 기술력이 이미 상당히 축적이 되어 있는 상황이다. 또한 이미 군용으로 V-22 틸트로터기를 운용하고 있는 상황에서 유럽에 비해서 차세대 회전익기 개발에는 이미 선점을 하고 있다. 이전에도 새로운 기술의 개발에는 NASA와 US Army의 주도로 산/연/학/군이 콘소시움을 이루어 성능 향상을 위한 개발이 이루어져 왔다[14]. 2008년 이후로는 정부의 지원을 통해 NASA의 주도로 SRW (Subsonic Rotary Wing)

Table 2. Specification of LCTR

형상	항속거리	승객	순항속도	hover/cruise rotor tip speed
Tilt-rotor	1000nm	90	300kts	650/350fps

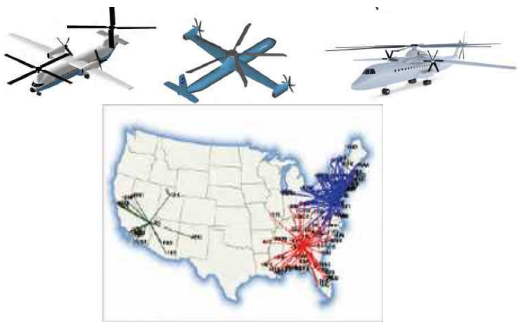


Fig. 12. Concepts of LCTR

project를 통해 본격적인 차세대 회전익기에 대한 연구 개발이 이루어 졌다[15,16]. 이 프로젝트의 최종 목표는 대형 민수 틸트로터(Heavy Lift/Large Civil TiltRotor-LCTR) 비행체의 개발이다[17]. 최근 미 정부의 예산 삭감으로 인해 개발에 많은 어려움이 있기는 하지만, 그동안 축적되어온 성숙된 기술들과 인력을 바탕으로 꾸준하게 개발이 진행되고 있는 상황이다. Table 2에는 개발하려고 하는 LCTR의 제원을 보여주고 있다.

이를 개발하는 목적은 수직 이착륙의 기능을 이용하여 기존 공항의 수용 능력을 증가시키고, Fig. 12에 보여주고 있듯이, 근거리에서의 승객들의 door-to-door 운항 개념을 완성하며, 틸트로터기의 안전한 민수 운항을 위하여 미국 내에서 개발 중인 ATM 시스템인 NextGen과의 연동이다.

또한 기존의 헬리콥터 성능 향상을 위해 효율성/에너지/환경에 대한 기술 개발, 그리고 장기적인 안목에서의 유사 기술에 대한 기초 연구를 진행하고 있다. 개발하고 있는 LCTR에 대한 기본 운행 개념 및 형상은 Fig. 12에 보여주고 있다.

이 프로그램을 위하여 형성된 콘소시엄은 미국 내 3개 NASA를 중심으로 정부, 미육군, DARPA와 헬기제조업체, 미국, 유럽, 일본의 연구소 그리고 회전익기 센터가 설립되어 있는 3개의 미국 내 대학들로 이루어져 있다.

구체적으로 개발되고 있는 기술 목표들은 다음과 같다.

1) Aeromechanics와 추진기관과의 통합 (IAPS : Integrated Aeromechanics/Propulsion Systems)

이 목표는 주 로터의 속도를 50% 감소시키기

위한 가변 속도 로터 개념과 능동 IBC (Individual Blade Control) 기법의 개발이다.

2) 능동 제어 기법을 적용한 효율적인 회전익기 (ACER : Actively-Controlled Efficient Rotorcraft)

이 기술이 완성되면 현재의 헬리콥터의 100kts 속도 향상과 소음 절감, 그리고 90인승과 유상하중 10ton의 틸트로터 비행체가 완성될 것을 기대하고 있다.

3) 조용한 객실 (QC : Quiet Cabin)

목표는 단거리 제트 비행기에 해당하는 소음 수준을 유지하기 위한 것이다.

4) NextGen과 회전익기의 연동

이는 앞에서 언급했듯이 개발예정인 LCTR중인 ATM 시스템인 NextGen과의 연동을 통하여 성숙된 민수 운항을 이루기 위한 것이다. 일반 항공기와 달리 틸트로터의 수직 이착륙 장점과 기존의 ATM과의 연동에 관한 연구이다. 기존의 헬리콥터와의 연동에 관한 언급은 아직 이루어지고 있지는 않은 상황이다.

5) 높은 신뢰성의 검증을 위한 설계 툴의 개발

이는 설계 단계에서의 높은 신뢰성의 회전익기 통합 해석 및 설계 기법을 개발함으로써 새로운 회전익기 개발 시의 비용절감을 목적으로 한다. Table 3에는 개발되는 통합 해석 툴의 현재 기술 수준과 최종 목표를 분야별로 보여주고 있다[18].

개발하려고 하는 구체적인 기술 개발 요소들은 Fig. 13에 보여주고 있다.

Table 3. Current status and final goal for the comprehensive code

	Goal	SOA Engineering Tool	SOA Physics-Based Model
Forward flight performance	1%	4%	20%
Hover performance	0.5%	2%	2% (but flow field not correct)
Airloads (c_n/c_m) without mean	1%	10/35%	6%/20%
Airloads (c_n/c_m) with mean	1%	10/35%	15%/40%
Blade loads (flap/chord/torsion)	3%	20%/35%/25%	20%/35%/25%
Vibration	10%	100%	Not available
Stability (fraction of critical damping)	0.002	0.02	Not available
Noise	3 dB	10 dB	15 dB

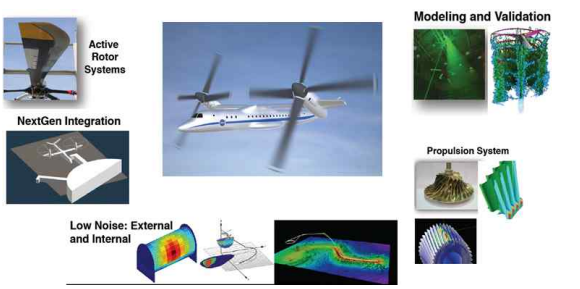


Fig. 13. Workscope of SRW project

2.4 ATM과 회전익기 운항의 연동

유럽과 미국에서 시행하려고 하는 회전익기와 ATM과의 융합기술은 현 상황에서는 적극적으로 이루어지고 있지는 않다. 현재 유럽의 SESAR나 미국의 NextGen은 기존의 고정익 민간 항공기에 적용하기 위한 확실한 개념이 완성되어 있지 않은 상황이다. 특히 미국의 경우는 앞에서 언급했듯이 현재 운행하고 있는 회전익보다는 앞으로 개발될 LCTR에 적용할 계획을 세우고 있을 뿐이다. 오히려 유럽의 경우 초기 단계이기는 하지만 회전익기에 기본적인 ATM 기반의 기술을 적용하려는 시도가 있다. 최근 보고에 의하면[19] 현재 IFR 회전익의 경우 공항 사용 시에는 일반 고정익과 같은 절차를 거쳐 활주로를 이용하도록 되어있으나, 관제사의 작업량을 줄이기 위해 이를 면제하려는 것을 고려하고 있는 정도일 뿐이다. 이를 위해 GPS와 EGNOS의 SBAS의 도움을 이용한 Point-in-Space(PinS)개념을 적용한 IFR을 계획하고 있다.

III. 결 론

국내에서 국가적 회전익기 개발사업에 참고할 수 있는, 현재 미국과 유럽에서 진행되고 있는 차세대 회전익기의 기술 개발에 대해 조사했다.

미국과 유럽 모두 장기적 최종 목표는 민수용 틸트로터기의 개발이고, 중/단기적으로는 기존의 회전익기 성능을 향상하기 위하여, 로터 성능, 소음 저감, 연료소모율 저감 그리고 현재 개발이 진행되고 있는 ATM과의 연동을 목표로 하고 있다. 특히 유럽의 경우 항공기 전반에 대한 환경 기준을 수립함으로써 회전익기 뿐만이 아니라 일반 민수 항공기 전반에 대한 표준을 세워 미국의 항공기술력을 뛰어넘으려는 노력이 보이고 있다.

국내에서는 이미 무인기이기는 하지만 틸트로터 형상의 스마트 무인기를 개발한 상태이다. 아쉽게도 상용화가 이루어지지 않아 수년간 개발된 기술과 인력을 활용하지 못하고 있는 상황이다. 어쩌면 미국이나 유럽에 비해 역으로 가는 결과일지도 모르지만 회전익기의 핵심 기술 습득이전에 국내에서는 틸트로터기의 주요 핵심 기술을 먼저 습득한 경우가 되겠다.

유럽의 경우 유럽위원회(EC) 주도하에 2000년 VISION 2020을[20] 발표함으로써 항공우주분야에 전폭적인 지원을 하였고,[2] ACARE라는 조직[21]을 통하여 유럽 전역에 흩어져 있는 인력/업체를 통합하여 기술개발 목표를 이룩한 것은 매

우 본받을 만하다. 이 ACARE조직의 설립과 운영은 일부 독단적이라고 할 수는 있지만, 유럽 각국에 분포되어있는 산/연/학의 최적의 협동을 통하여 2020년 달성 목표보다 무려 10년 이상 앞서 그 성과를 이루고, 2011년 새로이 VISION 2050을 발표하였다[22,23].

회전익의 경우 GRC 프로그램의 각 과제에서 언급했듯이, 각 세부 과제의 연구개발의 목표를 TRL 6를 넘지 않는 단계 까지만 EC의 지원 목표로 정한 것은, 현재 Airbus와 Boeing사이에 10년 이상 진행중인 WTO 소송문제와도 연관되어 생각할 수 있다[24].

미국의 회전익 개발의 경우 정부의 지원이 있기는 하지만, 성숙된 기술과 시장을 점유하고 있는 산업체의 지원이 근본적인 기술 개발의 근본이 되고 있다. 국내 상황과는 많은 차이가 있는 상황이다.

반면 유럽은 회전익기를 포함한 민간 항공기의 시장 점유의 목표를 단기간 달성 할 수 있었던 것은, 유럽 내의 항공관련 관계자들이 자발적으로 ACARE라는 비관료 조직을 설립함으로써 여러 국가에 분포 되어 있는 체계 업체, 연구소, 부품 업체들의 유기적인 협동을 이루어 냄으로써 성공을 이룰 수 있었다. 이 조직은 유럽 내의 체계업체, 항공사, 연구소, 학계, 부품업체뿐 아니라 EC, 심지어는 에너지 관련 부처의 대표자들로 이루어진 비관료 조직으로 유럽 내 항공기 개발에 대한 전권을 지니고 있다. 일부 항공기 개발에 참여하고 있지 않은 나라들의 불만이 있기는 하지만 그러한 나라들 까지도 설득시키기 위한 노력으로, 현재의 결과를 이루었다[25].

국내 회전익기의 상황은 현재 상황에서도 군을 비롯한 많은 수요가 유지되고 있고, 앞으로도 지형적인 요건에 의해 많은 수요가 지속적으로 유지될 것으로 고려된다. 이러한 국내 시장 및 앞으로도 계속 진행될 국제 공동 개발에 있어 지난 몇 년간 계속 주장되었던 국내 산업체와 연구소의 회전익기에 대한 핵심 기술 보유가 절실한 상황이다. 이러한 우리 고유의 핵심 기술이 없이는 앞으로 진행될 국제 공동개발에서도 단지 해외 업체의 기술이전에 의한 개발에 불과할 것이라 생각된다.

일본의 경우 유럽이나 미국의 회전익기를 포함한 항공기 개발에 일부나마 공동개발에 참여하고 있다. 특히 항공기 엔진 개발의 경우, 카와사키 중공업, 이시카와지마 하리마 그리고 미즈비시 중공업이 JAEC(Japan Aero Engine Corporation)라는 콘소시엄을 형성하여 P&W, Rolls-Royce, MTU와 International Aero Engine이라는 Joint Venture를 설립하여 엔진 개발과 생산을 하고 있다. 국내에서도 진행되고 있는 국책사업을 통한 기술 축척으로, 회전익기 뿐만 아니라 일반 항공기의 경우에도, 단순한 판매를 위한 Joint Venture가 아니라 일본과 같이 국제 공동 개발에 참여하여 실리를 취할 수 있는 시기가 오기를 바란다.

국내에서도 지난 수년간 여러 번에 걸쳐 회전익기에 대한 개발 로드맵을 만들었다. 그러나 이렇게 만들어진 개발 로드맵은 어쩌면 국내 현실을 고려하지 않은 이상적인 로드맵이어서, 새로운 회전익기 사업이 진행될 때 마다 이전의 로드맵은 잊혀진 채, 단기적인 사업 특성상의 방향으로 개발이 이루어 졌다. 국내 회전익기에 종사하고 있는 인력은 산업체(체계/부품), 군, 연구소, 학계를 합하여도 그렇게 많은 인원이라고 할 수 없다. 하지만 항공 사업을 결정하는 정부 기관은 담당 업무에 따라 산업통상자원부, 국토교통부, 국방부등 여려 부처에 흩어져 있다. 우리도 전체 항공분야는 아니지만 회전익기에 관한 개발 사업만이라도 유럽과 같이 각 분야에 종사하고 있는 대표자들과 관련 정부기관 인원으로 이루어진 협의체를 이루어서 현재 우리가 보유하고 있는 실질적인 기술 현황과 인력을 바탕으로 장/단기적으로 개발할 수 있는 실질적 핵심기술의 목록을 선정하고 개발한다면 현재의 상황보다 좋은 결과를 이룰 수 있을 것으로 생각한다. 이를 통하여 선정된 몇몇의 핵심 기술들은 본 논문에서 나열한 유럽이나 미국이 개발하려고 하는 회전익기 기술들의 일부이거나 그들이 미쳐 고려하지 못한 신기술이어야 하며, 또한 그 결과가 이러한 선진국들과 기술면에서 대등한 결과물이어야 앞으로 진행될 국제 공동개발에 어느 정도 우리의 개발 목적에 유리한 조건을 제시 할 수 있을 것으로 고려된다.

후 기

이 논문은 부산대학교 자유 과제 학술연구비(2년)에 의하여 연구되었습니다.

References

1) World Airforces 2013, Flight International

2) “European Aeronautics : A VISION for 2020, Report of the Group of Personalities,"

Jan. 2001

3) "Global Civil and Military Helicopter Market : Helicopter Manufacturers to Stand the Test of Financial Volatility," Frost & Sullivan, Aug. 2012

4) Aerospace Global Report 2011, A Clearwater Industrial Team Report, 2011

5) FRIENDCOPTER Publishable Final Activity Report, 2011

6)http://www.cleansky.eu/content/page/green-rotorcraft

7)http://cleansky.stg.emakina-eu.net/contents/ page/grc-green-rotorcraft

8) Annual Report 2011-Summary Green Rotorcraft (GRC), Cleansky report, 2011

9) AINonline, "Diesel On Track To Replace Turboshafts On Light Helicopters," Mar. 4, 2013

10) Healey, A., "Project Clean Sky- Europena Takes Action," VERTIFLIGHT, Spring, 2009

11) http://www.aviastar.org/helicopters_eng/eurotilt.php

12) Stabellini, A., "The European Tilt-Rotor-Status of ERICA Design and Test Activities," EU FP6 workshop, Mar. 2011

13)http://ec.europa.eu/research/transport/project /items/nice_trip_en.htm

14) Leishmann, G., "The Helicopter - Thinking Forward, Looking Back," College Park Press, 2007

15) Anita Abrego, Danny Barrows, Alpheus Bumer, Larrry Olson, and Harriett Dismond, "Fundamental Aeronautics Program - Subsonic Rotary Wing Project," NASA Technical Conference, Mar. 2012

16) Gorton, Susan A., Lóopez, Isaac and Dr. Theodore, Colin R., "Subsonic Rotary Wing Project Overview," NASA Technical Conference, Mar. 2012

17) C. W. Acree, Jr. and Christopher A. Snyder, "Influence of Alternative Engine Concepts on LCTR2 Sizing and Mission Profile," AHS Future Vertical Lift Aircraft Design Conference, Jan. 2012

18) Yamaguchi, G.K. and Yung, L.A., "A Status of NASA Rotorcraft Research," NASA/TP-2009-215369, 2009

19) http://www.sesarju.eu/newsroom/sesar-and-rotorcraft-community-%E2%80%93-ready-steady-go

20) European Aeronautics : A Vision 2020, 2001

21) www.acare4europe.com

22) Aeronautics and Air Transport, Beyond Vision 2020 (Toward 2050), A Background Document from ACARE 2010, 2010

23) Success stories and benefits beyond aviation, ACARE Report, 2013

24) Background Fact Sheet, WTO Disputes-EU/US Large Civil Aircraft, Oct. 2012 friendcopter

25) Aeronautics and Air Transport : Beyond Vision 2020 (Toward 2050), A Background Document from ACARE, 2010