회전익 무인 항공기의 임무 요구 및 개발동향 *

이경태 ** · 오철준 ***

목 차

I. 서론
II. 개발과 임무 요구조건
III. 결 론

I. 서 론

UAV(Unmanned Aerial Vehicle : 이하 UAV라 칭함)의 기원은 19세기말까지 거슬러 올라가게 된다. 물론 UAV를 정의하는 방법에 따라 여러 가지의 다른 견해로 그 기원을 해석하는 경우가 많지만 가장 보편적으로는 영국에서 연에 풍속계를 장착하여 1,200 ft 상공의 풍속을 측정한 것과 미국-스페인 전쟁 당시 카메라를 장착해 사진을 촬영한 것이 각각 민간 부문과 군사 부문의 임무를 수행한 최초의 시도라고 알려져 있다.

연을 사용하였던 초창기의 시도 이후 다양한 종류의 UAV들이 개발되었고 지금까지도 사용되고 있으며 기술의 개발을 통해 그 활용의 폭을 넓혀가고 있다. 가장 최근에 입증된 결과는 아프가니스탄에서 보여주었듯이 정찰 임무뿐만 아니라 목표물에 무장을 발사하는 공격 용도로의 활용 역시 가능하다는 것이며 이는 UAV 개발과 활용의 또 다른 가능성에 대한 청신호일 것이다.

이렇듯 기술의 발전에 따라 다양한 임무를 수행할 수 있게 되면서 확대되고 있는 UAV 시장은 *Frost & Sullivan*사의 통계 자료에 따르면 2002년 현재 13.1%의 성장률을 보이며 그 규모는 30억$ 정도에 이르고 있다고 한다. 그리고 2008년까지 연 평균 성장률 12.2% 이상의 수준으로 꾸준히 증가할 것으로 예상되고 있다. 이와 같은 시장 상황의 주류를 이루고 있는 것은 고정익 전술(Fixed wing tactical)

*본 논문은 「한국항공우주학회지」 제 30권 8호(2002)에 발표되었던 내용의 수정 · 보완본 입니다.
**세종대 항공우주공학과 부교수, 세종대부설 세종-록히드 마틴 우주항공연구소장
***세종대학교 기계항공우주공학부 석사과정

UAV이며 그 외에 소수의 전략(Strategic) UAV와 회전익 전술(Rotary-wing tactical) UAV가 나머지 부분을 차지하고 있다.

본 논문에서는 이 중에서 회전익 전술 UAV에 초점을 맞추어 이들의 개발 역사와 군수용, 민수용 분야에서의 앞으로의 동향 그리고 회전익 비행체만의 고유한 특성으로 인해 요구되는 임무조건들에 관해 살펴볼 것이다.

II. 개발과 임무 요구조건

가. UAV의 정의

회전익 UAV에 관해 알아보기 전에 UAV 시스템이라는 용어의 정의를 명확히 해야 할 것이다. UAV시스템의 일반적인 정의는 조종자가 탑승하지 않으며 자동(autonomous) 또는 반자동(semi-autonomous)으로 원격 조종되고, 양력을 발생시킬 수 있는 구조에 탑재장비를 싣고 대기권 내에서 특정 임무를 수행하는 비행체와 관련 장비들 및 유지 보수에 관한 모든 것을 의미한다.

이러한 UAV 시스템은 그 용도에 따라 크게 군용과 민간용으로 구분 지으며 비행체의 기능과 형상에 따라 고정익과 회전익으로 분류할 수 있다.

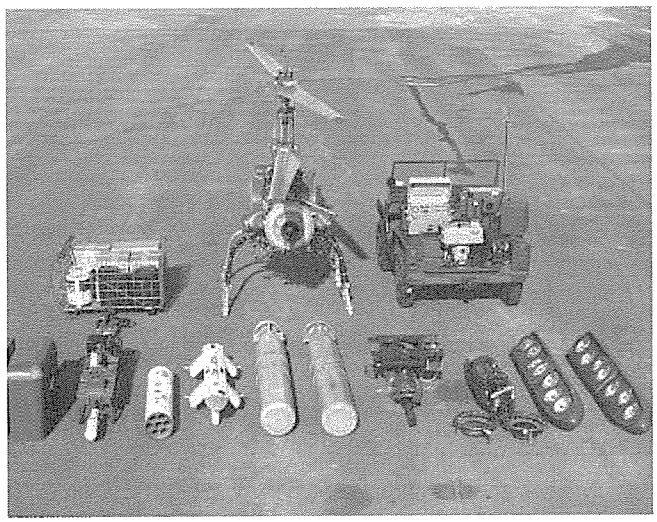
나. 회전익 UAV의 개발역사

1900년대 제2차 세계대전과 이후 베트남전쟁, 시리아와 이스라엘간의 베카계곡 전투, 걸프전쟁, 코소보 사태와 근간의 아프가니스탄에 이르기까지 현대 인류역사에 굵직한 분쟁들이라 기록되는 대부분의 사건들에 UAV 시스템의 활약이 등장하고 있다. 이러한 일련의 사건들을 통해 UAV의 필요성과 가능성이 부각되는 가운데 1960년대에 회전익 UAV가 처음 등장하게 된다.

이 시기에 등장한 미국 자이로다인 사의 QH-50은 회전익 UAV의 시초로 볼 수 있다. 당시 Canadair사 Bombardier 그룹의 CL-227 Sentinel과 같은 다른 기종들은 설계 연구 중이었으므로 비행시험 및 양산까지 가능했던 QH-50의 중요성은 상당한 것이었다. QH-50은 coaxial 로터의 개념을 입증하기 위한 개념 시연용 기체에서 시작하였는데, 1960년 8월 12일에 최초로 선보인 이래 1968년까지 무려 800대를 미 해군에 납품하였고 기관포에서 어뢰에 이르는 여러 종류의 무장을 장착하여 활용하는 시험 및 레이더 중계기로서의 활용을 위한 레이더를 장착한 변형도 선보였으나 실험도중 너무 잦은 추락사고로 인하여 1970년에 개발 및 납품이 중지되었고 현재까지는 소수만이 실험을 위하여 남아있다.

QH-50의 등장 이후 1980년대까지도 회전익 UAV의 가장 큰 장점이라 할 수 있는

< 그림 1> QH-50 의 다양한 무장



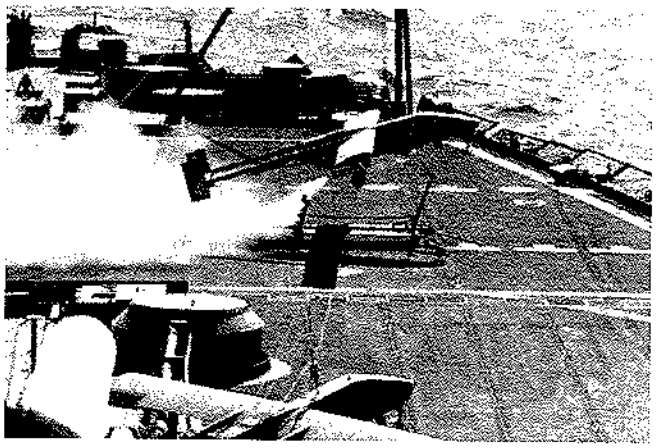
VTOL(Vertical Take-off and Landing) 기능에 대한 정확한 임무 구분의 명시는 없었다. 하지만 1985년 미 해군과 해병대가 AAI/IAI의 Pioneer UAV 시스템을 구매하면서 함상에서의 작전 능력에 대한 개념이 언급되었는데 이와 같은 시기에 미국 국방성 산하 JPO(Joint Project Office)에서 'Classes of UAV Systems'라 불리는 UAV에 대한 분류 체계를 계획하게되고 여기에서 함상에서의 이/착륙기능에 관한 내용이 언급된다.

그렇지만 QH-50 이후에 개발된 당시의 신뢰할만한 UAV 시스템들은 대다수가 고정익 비행체였으므로 이를 함상에서 운용하기 위해서는 Booster Rocket과 같은 사출 장비와 별도의 회수 시설이 필요할 수밖에 없었다. 이러한 시설들 중 특히 회수 장비들은 함정의 규모에 따라 그 사용이 매우 제한적일 수밖에 없었는데 특히 회수용 그물을 frigate함이나 여타 소형 선박에 장착하는 것은 공간적으로 상당한 한계점을 갖고 있었다. 또한 <그림 3>의 Pioneer UAV 회수 장면에서 볼 수 있듯이 회수용 그물의 경우 기체의 파손 위험을 내재하고 있는 불안정한 방법이기도 하였다.

이러한 문제점을 개선하기 위하여 Tail Sitter, Tilt Rotor/Wing, Pure Helicopter, Free wing들과 같은 Vertical Take-Off and Landing(VTOL)과 Short Take-Off and Landing(STOL) UAV에 관한 개발 및 연구가 활발히 진행되었다. 이 중 유인 항공기에서 VTOL을 구현하는데 사용되고 있는 것이 대부분 기존 Helicopter 형상의 기종들인데 이에 따른 개발 자료의 축적으로 UAV 분야 역시 유인 항공기의 경우에서처럼 Helicopter 형상의 기종들이 VTOL 기능을 구현하기 위한 주류를 이루게 되었다.

1980년대부터 VTOL의 필요성이 대두되면서 본격적으로 세계 각국에서 여러 가지 회전익 UAV 시스템들이 모습을 나타내기 시작했다. 물론 이러한 시스템들은 대

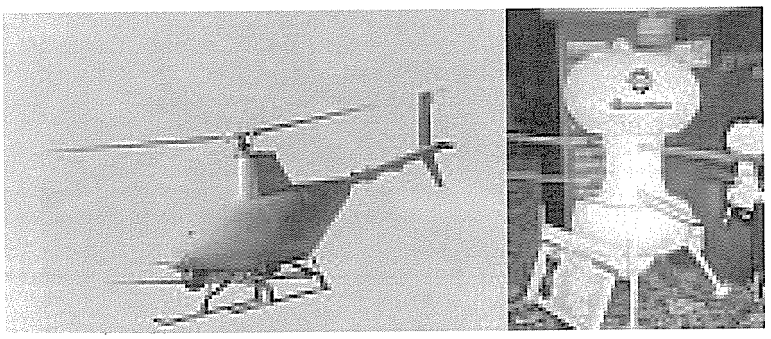
< 그림 2> 로켓 부스터를 이용해 함상 발진하는 Pioneer



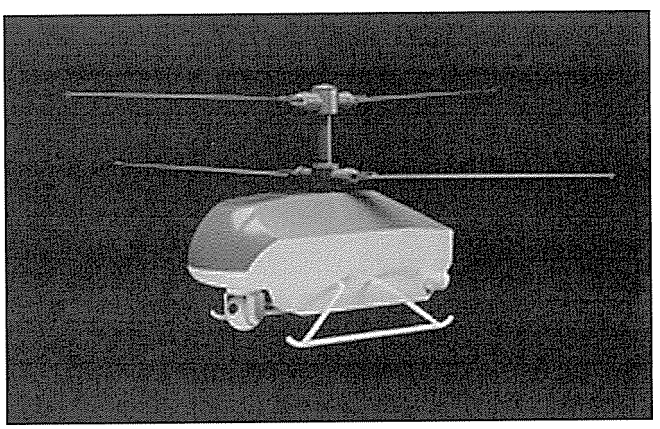
< 그림 3> 그물을 이용해 회수한 Pioneer

부분 60년대에 설계 연구가 진행되던 것들의 결과이기도한데 예를 들어보자면, 자이로다인의 QH-50 시스템을 바탕으로 한 Dornier사의 Geamos(이후 임무 요구의 전환에 따라 Seamos로 변경)가 독일 육군의 전장 정찰용 UAV 시스템 요구안에 따라 개발에 착수하였고, Bombardier 그룹의 CL-227 Sentinel이 감시 임무를 성공적으로 시연하였다. Sikorsky의 Cypher 와 Bell의 Eagle Eye가 설계연구에 착수하였으며 이외에도 스웨덴 TechMent Midgit의 RPG 시스템, 프랑스 Techno Sud의 Vigilant 시스템 등이 군사 분야의 개념 증명용으로서 개발을 시작하였다. 이례적인 경우로 군사 분야의 용도가 아닌 순수한 민간 농업용의 목적으로 개발된 회전익 UAV인 일본 Yamaha Motor의 R-50 시스템은 현재까지도 민간 UAV 분야에서 성공적인 기종으로 평가받고 있다.

< 그림 4> Fire Scout(좌) & CL-327 Guardian(우)



< 그림 5> Dornier Seamos



1960년대에서 현재에 이르기까지 세계 14개국 35개의 회사에서 46종류의 VTOL UAV 시스템을 생산 또는 개발 중에 있는데 이 중에 가장 주목할만한 사례는 지난 2000년 2월 9일 발표되었던 미해군/해병대에서 Pioneer를 대체하는 용도의 VTUAV사업자에 Northrop Grumman의 Fire Scout이 선정된 것이다. 당시 경합 대상자였던 Bombardier의 CL-327 Guardian이나 Bell의 Eagle Eye와 같은 경우 기존의 Helicopter 구조와는 다른 독특한 구조를 갖고 있었는데 최종적으로 여러 성능 및 여러 조건들을 고려하여 Fire Scout으로 선정되었다. 이를 통해, VTOL의 기능을 수행하는 데에 아직까지는 군에서 필요로 하는 유지 보수 및 운용의 용이성과 양산체계를 전제로 하는 기술 개발로는 기존 Helicopter 형상의 회전익 UAV가 다른 형태나 기능을 갖는 UAV 보다 보편적으로 신뢰성이 있다는 것을 확인할 수 있다.

Dornier사에서 독일 육군의 제안에 따라 개발하던 Geamos 시스템을 독일 해군

< 그림 6> Techno Sud Vigilant F 2000

외 요구에 맞추어 해상 정찰 및 목표 탐지용으로 개조하여 개발 중인 Seamos 의 경우 2005년부터 신형 K130 corvette함에 배치되어 운용할 계획에 있다. Seamos의 경우 개발이 완료되어 실전 배치된다면 독일뿐만 아니라 다른 NATO 회원국 해군에서도 사용할 것으로 예상되며 이는 Fire Scout의 선정 이후 또 다른 대규모 회전익 UAV 사업 계약으로 회전익 UAV의 개발과 운용에 있어서 매우 긍정적인 요소이다.

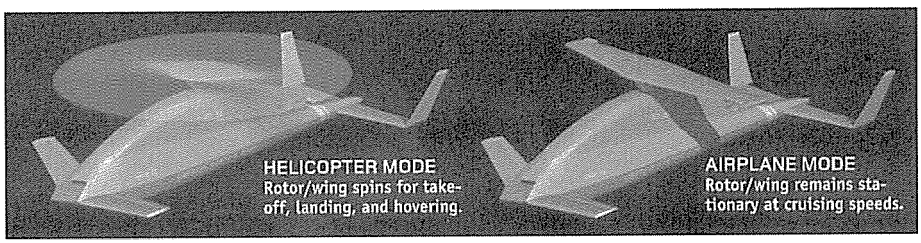
이러한 대규모의 군사용 UAV 사업 이외에도 아직 미미하긴 하지만 민간 부문에 있어서의 개발도 90년대부터 나타나기 시작했다. 앞서 80년대에 개발에 착수했던 프랑스 Techno Sud 의 Vigilant는 현재 양산 준비를 완료했으며 군사용인 F 2000 M과 함께 민간용인 F 2000 C도 함께 생산할 예정이다. 또한 유럽, 특히 Techno Sud사의 모국인 프랑스 민간 영공에서의 비행이 허가된 최초이자 현재까지 유일한 소형 회전익 UAV라는 점이 주목할만한 특징이다.

90년대 중반 각국의 에어쇼에서 Kamov의 Ka-137, Fuji의 RPH-2 등 민간 감시용이나 농업용 또는 다목적의 UAV가 등장하게 되었으며 Schweizer와 Kawada의 Robocopter 300 그리고 구 대우중공업(현 한국항공우주산업)과 Kamov의 ARCH-50(Ka-37) 등 다국적 합작에 의한 회전익 UAV의 개발도 시도되었다.

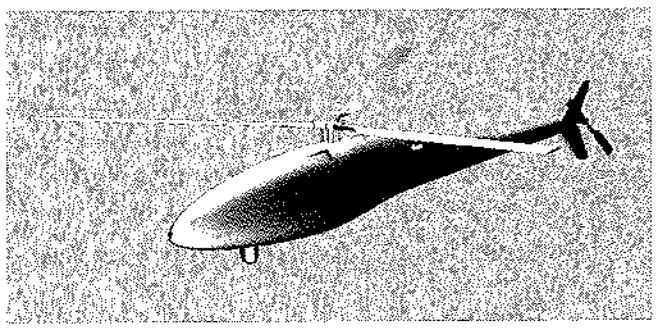
또한 과거의 기술을 바탕으로 새로운 개념을 도입하여 미국 DARPA(Defense Advanced Research Projects Agency)의 '*Advanced Air Vehicle Program*'에 따라 현존하는 기종들보다 월등한 성능을 갖는 차세대 회전익 UAV들의 개발 또한 진행 중에 있는데 보잉의 Canard Rotor Wing(CRW) Dragonfly와 Frontier Systems의 A160 Hummingbird 두 종류의 회전익 UAV로 현재는 시험 평가 단계에 있다.

CRW Dragonfly는 DARPA 에서 공격용이나 수송용으로 사용하기 위한 고속 회전익/고정익 UAV의 개념에 따라 개발되고 있는 기종이다. Dragonfly의 장점은 이/착륙 시에는 회전익 항공기와 같은 VTOL 특성을 살리며 비행 시에는 고정익

< 그림 7> Boeing CRW Dragonfly



< 그림 8> Frontier Systems 의 A160 Hummingbird



항공기의 특성을 살려 고속 비행을 가능케 하는 것을 전제로 하고 있다. 현재 풍동실험은 완료된 상태이며 아직 회전익 비행에서 고정익 비행으로 전환하는 부분에 대한 시험 평가가 완료되지 않았으나 2002년 여름 미국 아리조나주 소재 육군 Yuma 시험장에서 수행될 테스트를 통해 이를 검증할 계획이었으며 상세한 내용은 아직 공개되지 않고 있다. 또한, 두 대의 X-50A라 명명된 CRW 기술 시현을 위한 시제기가 2002년 말에 비행을 시도할 계획으로 밝혀져 있다.

A160 Hummingbird는 앞서 언급하였던 Dragonfly와 같은 고속의 임무를 수행하기 위한 기체가 아니라 30~40시간의 장기 체공을 위해 개발 중인 기체이다. 외형은 일반적인 회전익 항공기와 유사하나 변속 회전익 시스템을 사용하여 장기 체공을 가능케 한 것이 특징이다. 변속 회전익이란 기체 속도가 감소하면 로터의 회전속도 역시 감소시켜 불필요한 에너지의 낭비와 소음을 방지하는 기술이다. A160은 현재 미국 캘리포니아 주 빅토빌 근처의 구 공군기지에서 시험 비행을 마친 상태이다.

지금까지 QH-50에서부터 CRW Dragonfly와 A160 Hummingbird에 이르는 회전익 UAV의 개발 변천사에 관해 알아보았다. VTOL 기능의 장점을 살려 현재 Fire Scout에 이르러서는 Tactical UAV의 자리를 대체하고 있으며 회전익과 고정익 양

쪽의 장점을 모두 활용하는 Canard Rotor Wing으로까지 발전하고 있는 회전익 UAV의 향방은 매우 긍정적이라고 예측 할 수 있다.

다. 회전익 UAV의 임무 분석

UAV 시스템은 크게 군사용과 민간용으로 나누어 사용하게 되는데, 군용으로 사용되는 UAV 시스템의 경우 Reconnaissance, Combat support, Attack, Communications relay, Signals Intelligence & Collection, Target drone 등의 임무를 그리고 민간부분에서는 Mapping, Communications relay, Atmospheric research, Flight Research 등의 임무를 수행하고 있거나 이러한 임무에 사용될 예정이다. 다음으로는 군사용과 민간용의 임무 요구 조건을 통해 회전익 UAV 시스템의 장점과 단점에 대해 알아보겠다.

1. 군용 회전익 UAV

회전익 UAV의 개발역사에서 설명하였듯이 시스템의 대부분은 개발 중이거나 비행 시험 단계까지 진행되어 있다. 물론 10여대 미만의 시스템을 연구 개발을 위해 납품하는 경우는 소수 존재했었지만 다수의 시스템을 양산하여 실전배치가 이루어지는 경우는 Northrop Grumman의 Fire Scout이 최초일 것이며 그 뒤를 Dornier의 Seamos가 이을 것이다.

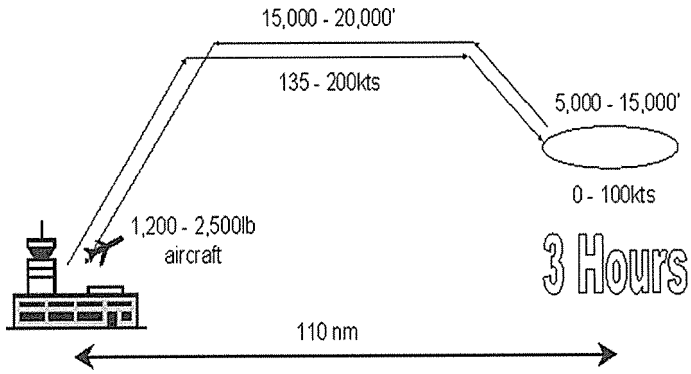
VTUAV라는 개념을 적용하기 전 단계에서 미 해군/해병대용 Pioneer가 속해있던 UAV 카테고리는 Tactical UAV(TUAV)이었다. 여기에 수직 이/착륙의 개념을 도입하면서 기존 TUAV가 수행하던 임무들을 원활히 수행할 수 있어야 하는 것이 VTUAV 시스템의 개요이다. 특히 UAV의 활용이 공군에서뿐만 아니라 해군 그리고 육군에까지 다양하게 확대됨에 따라 이/착륙을 위한 활주로의 제약을 받지 않는 UAV 시스템의 필요성 또한 증대되었다. 특히 함상에서 고정익 무인기를 운용해 보았던 미 해군/해병대와 같은 경우 그 필요성이 절실하였으므로 이러한 요구사항들을 통하여 VTUAV의 개념이 정립된 것이다.

그렇다면 어떠한 선정 기준에 따라 회전익 비행체인 Fire Scout이 고정익 비행체인 Pioneer를 대체하게 되었는지 미국의 Naval UAV Executive Steering Group에서 1999년 5월 27일 브리핑한 내용 중의 일부인 'VTUAV Mission Profile'을 통하여 살펴보겠다.

물론 회전익 VTOL UAV가 이러한 장점들만을 가지는 것은 아니다. 회전익 항공기의 구조적인 특징으로 인해 지니게 되는 본질적인 문제가 몇 가지 존재하게 되는데 동일한 임무 조건하에서 고정익 항공기와 비교되는 UAV 시스템 분야에서는 특히 이러한 점이 더 심각하게 작용할 수 있다.

<그림 9>는 VTUAV 개발에 대한 개념을 설명하는 'VTUAV Concept of Operations (CONOPS)'의 차트 중 Mission Profile에 관한 부분이다. 여기에서 주목할 부분은

< 그림 9> VTUAV Mission Profile



임무 수행지역 상공에서 세 시간동안 0~100 kts로 비행을 해야 한다는 부분이다. 즉, 정점 체공 또는 목표물에 대한 초 저속의 접근이 가능해야 한다는 것인데, 기존의 고정익 UAV로는 목표물에 접근하더라도 그 상공을 선회해야 하고 이 과정에서 최저 비행속도에 제한이 따르게 된다. 하지만 수직 이/착륙 및 호버링 기동을 전제로 하는 회전익 UAV의 경우 이러한 제약 없이 목표물에 저속 접근할 수 있다는 것이 장점으로 대두된다. 목표물에 접근하는데 필요한 선회 반경은 대상에 대한 접근성을 상대적으로 떨어뜨리게 되므로 평지가 아닌 험한 산지나 해안가의 절벽, 도심지 등과 같은 장애물이 많은 지역에 위치한 목표물에 대한 지속적이고 효율적인 임무 수행을 하기 어렵다.

우선 호버링 상태에서의 자세 및 기동의 자동화된 제어가 어렵다는 것인데 저속의 저고도 영역일수록 제어는 고고도 비행에 비하여 상대적으로 쉬워지게 되지만 임무 요구조건에 따라 고속의 고고도 비행을 하는 경우 급격한 대기의 변화에 의한 영향력이 커지므로 즉각적인 반응을 구현하는데 많은 어려움이 존재한다.

또한 기계적인 구조의 문제는 특히 엔진과 로터의 구동축에서 두드러지게 되는데 주로 터보샤프트 엔진을 사용하는 기종들의 기어박스에서 발생되는 문제점이다. 터보샤프트 엔진의 기어박스는 자체의 무게와 기어들의 복잡한 구성으로 인해 큰 중량을 지니며 이는 가격의 상승 또한 초래할 수 있다.

그리고 엔진의 결함으로 인한 실속 시 고정익 UAV는 날개로 활공을 하여 최소한의 자세 유지와 기체의 파손을 최대한 방지하는 방향으로의 회수가 가능하나 회전익의 경우 이러한 상황에서의 대처는 거의 기대하기 힘들다. 로터가 회전하지 않는 순간부터는 어떠한 양력도 발생시킬 수 없기 때문이다. 앞서 회전익 UAV의 개발에서 언급한 CRW Dragonfly 역시 회전익에서 고정익으로 전환 시 자세 유지의 불안정성 및 실속으로 인하여 고도가 떨어지는 등의 문제점을 안고 있다.

< 표 1> CINC/Service UAV Mission Prioritization Matrix-2000

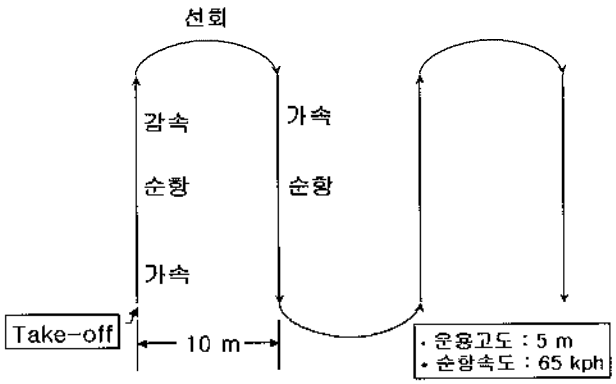
Mission	TUAV	VTUAV
Reconnaissance	1	1
Signals Intel.	7	4
Mine Countermeasures	4	5
Target Designation	3	2
Battle Management	5	7
Chem-Bio Reconnaissance	6	9
Counter CC&D	8	11
Electronic Warfare	9	10
Combat SAR	10	8
Communications / Data relay	2	3
Information Warfare	11	6
Digital Mapping	12	12

기타 회전익 UAV로 분류되는 기종들 간의 단점을 간략히 지적하자면 Tilt Rotor UAV는 수직비행에서 수평비행으로의 효율적이며 안정적인 전환이 문제가 되고 기존 Helicopter 형상의 UAV는 전진속도에 있어서 많은 제약을 받게 된다. 지금까지의 내용을 종합해 보면 이/착륙 및 목표지점 상공에서의 기동 그리고 활주로 조건의 제한이 있는 험지의 보급 및 운용에 있어서는 회전익 VTOL UAV가 우월하지만 항공기 자체의 순수한 비행성능과 엔진 결함과 같은 기체의 응급 상황에 대한 대처에 있어서는 고정익에 비해 여전히 부족한 점이 존재한다. 그리고 로터 구동축 부분의 기계적 구조 단순화가 어렵다는 점 및 효율적인 고속 비행에 제약이 있다는 단점을 안고 있다.

<표 1>은 미 국방성에서 2000년에 제시한 대표적인 4개의 UAV 시스템에 대한 임무별 우선 순위 도표의 일부분이다. 이에 따르면 TUAV와 VTUAV가 거의 대등한 우선 순위로 임무를 수행할 수 있음을 알 수 있는데 TUAV는 AAI의 Shadow 200을 VTUAV는 Northrop Grumman사의 Fire Scout을 선정하여 비교한 것이다. 이 내용을 본 보고서에서 알아보고자 하는 회전익 UAV의 관점에서 해석할 경우 고정익 UAV와 비슷한 수준의 우선 순위를 갖고 임무를 수행할 수 있다면 VTOL과 호버링의 기능이 첨가되어 임무 환경의 제약을 덜 받을 수 있는 회전익 UAV가 더 효과적인 임무 수행이 가능하다고 할 수 있다.

군사 분야에서는 다양한 임무 환경에 대한 적응의 필요성에 따라서 회전익 VTOL UAV가 고정익 UAV를 교체하기 시작하는 추세에 이르고 있으며 이러한 추세와 임무의 다양화에 발맞추어 회전익 UAV 시스템의 군사 부분 외에서의 활용 전망을 예측할 수 있을 것이다.

< 그림 10> ARCH-50 CONOPS



2. 민간용 회전익 UAV

*Frost & Sullivan*사의 UAV 시스템 시장에 대한 예상에서 2008년에는 68억$ 정도의 규모로 시장이 성장할 것이라고 하였지만 민간용 UAV 시장은 여전히 500만$ 미만의 수준에 머물 것으로 예상하고 있다. 물론 UAV가 민간 부분에서 활용되고 있는 분야의 종류도 꾸준히 증가하고 있지만 여러 가지 주변의 불확실성으로 인하여 아직까지 큰 성장을 기대하기는 어려운 요소가 있다.

민간 분야에서 UAV의 활용은 농업용을 비롯하여 법 집행을 위한 감시 및 통제 임무와 국경 감시, 마약 탐지, 통신 중계 및 각종 과학 연구를 보조하는 임무에까지 다양하다. 그러나 이러한 모든 활동들이 UAV의 민간 영공 비행 규제라는 법 조항에 의해 활성화되지 못하고 있는 실정이다. 유인 항공기의 경우 'See and Avoid'가 가능하므로 유사시 항공기간의 충돌을 회피기동을 통하여 예방할 수 있지만 UAV의 경우 이러한 대응책에 대한 기술 수준이 유인 항공기만큼 즉각적이지 못하므로 이러한 한계점이 민간 공역에서의 UAV 비행에 장애요인으로 인식되고 있다. 이와 같은 문제점은 아직 군사 분야에서도 역시 해결하지 못한 난관으로 군사 작전 시에도 유인항공기와의 연계가 아직 활성화되지 못했다는 데에서 확인할 수 있다.

현재 민간 UAV시장에서 가장 보편적으로 사용되는 임무중의 하나인 농업용의 경우도 <그림 10>의 ARCH-50 CONOPS에 따르면 5 m 정도의 상공을 65 km/h 정도로 저속 비행하는 정도로 제한하며 Yamaha의 R-50/Max 역시 20 km/h의 속도로 3-5 m 상공을 비행하는 것을 전제로 하고 있다. 일본의 경우 R-50/Max 그리고 Fuji의 RPH-2와 같은 농업용 UAV의 사용이 활성화되어 현재 2000대가 넘는 농업용 회전익 VTOL UAV가 제작되었으며 이의 보급을 위해 면허 제도를 따로 마련해 현재 4500명의 민간용 UAV 면허 소지자가 존재하고 있다.

Yamaha의 R-50/Max에 관해 좀 더 자세히 살펴보면, 1983년 RCASS(Remote-

Controlled Aerial Spraying System)라는 co-axial로터 형상의 비행체를 개발하며 얻은 기술을 바탕으로 1990년에 선보인 무인 헬리콥터로서 이후 1997년 10월 GPS수신기 및 자세제어센서, 고도계 등의 장비를 장착한 R-Max를 선보이게 된다. 2000년 4월 홋카이도 우수산의 분화구 관측과, 같은 해 7월 미야케지마섬 오야마 산 관측을 통해 재난 통제 임무를 원활히 수행할 수 있음을 입증하였다. 이후 R-50을 보급하면서 마련한 무인 헬리콥터의 운용을 위한 제도적인 뒷받침을 계기로 일본에서는 민간 부문의 무인 헬리콥터 활용에 많은 관심을 갖게 되었고 이러한 회전익 UAV의 활용분야는 계속 증가하는 추세이다.

그 이외에도 세계 각국에서 소형의 회전익 UAV를 방송 촬영용이나 기타 감시용으로 사용하고 있기는 하나 아직 그 활용 규모는 미미하다. 이와 같이 민간 부문에서 UAV의 활용은 제도적 뒷받침이 이루어 질 경우에는 활성화 될 수 있으나 그렇지 못할 경우에는 그 장점을 제대로 살릴 수 없게 된다.

그러므로 민간부문에서 회전익 UAV의 활용이 활성화되기 위해서는 민간 영공에서의 비행 허가 및 기존의 항공관제 시스템과 연계 가능한 통제 기술, 높은 유지 보수비용의 절감 및 소유권 문제 그리고 사고 발생 시 손해 배상에 관한 문제들에 대한 제도적 측면이 우선적으로 개선되고 확충된 이후에야 그 향방을 가늠하게 될 것이다.

III. 결 론

40여 년 남짓한 개발역사를 갖는 회전익 UAV는 한때 운용개념의 정립이 미비하고 기술 구현의 어려움으로 인하여 20년 정도의 침체기를 거쳤으나 80년대 이후 민/군 분야의 활용에 있어서 꾸준한 증가 추세에 있다.

군사용의 경우 활주로의 제약을 받지 않는 점과 임무 수행 시 목표물에 대한 접근이 용이하다는 장점들로 인해 육군과 해군/해병대의 요구사항을 만족시켜 지속적인 개발이 이루어지고 있다. 그리고 고유한 회전익 비행체 이외의 개념들을 접목시켜 성능상의 한계와 기술적인 단점을 해결해 나가고 있으며 이러한 추세는 향후 양산된 회전익 UAV 시스템들의 효용성이 입증될 경우 더욱 다양한 용도의 시스템 개발로 이어질 것이다.

민간용 회전익 UAV 시스템의 경우 군사용에 비해 형성된 시장의 규모도 작고 보편화되지 않았지만, 운용하는 속도와 고도 그리고 행동반경에 대한 요구치가 그렇게 높지 않으므로 군사용에서처럼 기술적인 한계를 갖고있지는 않다. 단지 민간영역에서 비행을 해야하는데 따른 제도적 그리고 항공관

제 분야의 기술적 제약이 있기에 활용이 미비하지만 현재 민간용 UAV 시스템의 활용에 대한 관심 또한 높아지고 있는 추세이므로 앞서 언급한 제약조건들을 해결한다면 이 분야에서 역시도 운용장소의 제약을 받지 않는 동의 장점을 살려 높은 잠재력을 갖고 있음을 예측할 수 있는 것이다.

참고문헌

Daniel P. Raymer (1999), *Aircraft Design : A Conceptual Approach*, AIAA Education Series, pp. 618-656.

R. Dogulas Archer & Maido Saarlas (1996), *An Introduction to Aerospace Propulsion*, Prentice-Hall INC., pp. 5.

Armand J. Chaput (2001), *Design of Unmanned Air Vehicle Systems*, Sejong- Lockheed Martin Aerospace Research Center, pp. I-1-5, VI-13-22.

Katrina Herrick (2000), "Development of the Unmanned Aerial Vehicle Market: Forecasts and Trends", *Air&Space Europe*, vol 2, No 2, pp. 25-27.

Paul G. Fahlstrom & Thomas J. Gleason (1998), *Introduction to UAV Systems*, UAV Systems INC.

Kenneth Munson (2001), *Jane's Unmanned Aerial Vehicles and Targets*, Jane's Information Group.

_____ (1991), "The UAV Industry", *Air&Space Europe*, vol 1, No 5/6, pp. 48-50.

Peter van Blyenburgh (1999), "UAVs : an Overview", *Air&Space Europe*, vol 1, No 5/6, pp. 43-47.

David R. Oliver & Arthur L. Money (2001), *Unmanned Aerial Vehicles Roadmap 2000-2025*, Office of the Secretary of Defense, pp. 5-9, 15-16.

Michael W. McKee, *VTOL UAVs Come of Age: US Navy Begins Development of VTUAV*, pp. 1-7, 9-10, 16.

http://uav.navair.navy.mil/home2.htm.

http://www.adroitnet.com/uavforum/index.shtml.

http://www.fas.org/man/dod-101/sys/ac/row/vigilant.htm.

http://www.boeing.com/phantom/crw.html.

김정엽 외 (2002.3), "미국의 국방과학 역사를 통해 관찰한 UCAV의 진화과정", 세종대학교/(주)세종무인항공기술, 『한국항공우주학회지』 제30권 2호, pp. 152-156, 165-168.

이경태 외 (2002. 4), "UCAV 시스템의 현재와 전망 (1)", 세종-록히드마틴 우주항공연구소, 『한국항공우주학회지』, 제30권 3호, pp. 170, 180.

이경태 외 (2002. 6), "UCAV 시스템의 현재와 전망 (2)", 세종-록히드마틴 우주항공연구소, 『한국항공우주학회지』, 제30권 4호, pp. 149-150.

이경태 외 (2000. 9), "UAV 총론 및 국내 UAV 연구개발 방향", 세종대학교, 『한국항공우주학회지』, 제28권 6호, pp. 142-150, 154-163.