

헬리콥터 꼬리로터(tail rotor)의 역할

이번 호에서는 헬리콥터의 꼬리로터는 왜 달려있는 것인지, 즉 어떤 역할을 하는지에 대해서 설명한다. 그리고 이 꼬리로터의 형태 또는 그 역할을 대신하는 부분의 형태에 따라 헬리콥터를 구분해 보기로 할 것이다.

헬리콥터는 몇 개의 날개(blade)를 가진 회전익(rotor)을 수직 축 주위에 회전시킴으로써 날개에 양력을 발생시켜 수직으로 이착륙할 수 있는 항공기의 한 형태이다. 동체에 탑재된 동력장치(엔진, 변속기 등)로부터 로터에 회전력(torque)을 전달하게 되는데 이 때에 그 반작용으로 동체는 로터 회전방향의 역방향으로 회전력(반작용 torque)을 받게 된다. 그러므로 헬리콥터의 로터에 회전 토크를 줄 때 반작용으로 생기는 동체의 토크를 어떻게든 상쇄시켜야만 비로소 헬리콥터의 비행이 가능해지는 것이다.

오늘날 우리가 볼 수 있는 헬리콥터가 탄생하기까지 바로 이 반작용 토크의 상쇄방법에 대해서는 꾸준히 연구되어 왔다. 결국 1941년 미국

의 Igor Sikorsky가 단일로터와 꼬리로터를 장치한 VS-300 헬리콥터를 소개함으로써 헬리콥터의 실용화가 시작되게 되었다.

이와같이 흔히 눈에 띄는 헬리콥터에서는 주로터(main rotor)가 양력과 추력을 발생시켜 비행할 수 있도록 해주며, 꼬리로터(tail rotor)는 주로터에 의한 동체의 반작용 토크의 상쇄와 고정익 항공기에서 방향타(rudder)와 같이 방향조종의 역할을 담당한다.

이러한 꼬리로터의 형태 또는 그 역할인 반작용 토크의 상쇄방식에 따른 現用 헬리콥터의 종류는, 단일로터 방식, 동축 로터 방식, 양축 로터 방식, 앞뒤 로터 방식, NOTAR 방식 등 크게 5가지 정도로 분류할 수 있다.

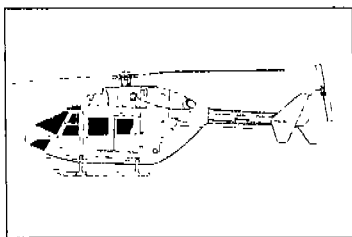
단일 로터(single rotor) 방식은 각각 하나의 주로터와 꼬리로터로 구성된다. 로터가 하나이기 때문에 조종이나 동력전달이 비교적 간단하며 구조가 단순하여 기체중량 면에서 유리하다는 등의 장점이 있는 반

면에 전체 동력의 3~10%를 소모시키는 꼬리로터는 양력이나 추력 발생에 조금도 도움이 되지 못한다. 또한 꼬리로터가 조종사 후방에 위치하기 때문에 꼬리가 지상의 물체에 부딪칠 위험이 크다는 문제점이 있다. 실제로 현재 발생하는 헬리콥터 사고의 많은 경우가 꼬리로터의 파손에 기인하고 있다.

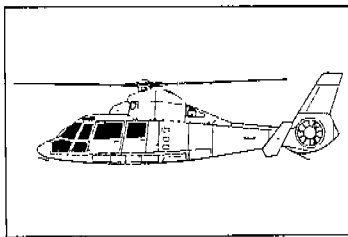
동 방식은 현재 실용화되어 있는 헬리콥터에서 가장 널리 쓰이고 있는 방식으로서 대한항공이 면허생산한 500MD나 UH-60 그리고 최근 국내에서 생산된 헬리콥터로서는 최초로 감항증명을 취득한 현대기술개발의 BK117 등도 이 방식을 채택하고 있다.

한편 꼬리로터를 외부의 물체로부터 보호하기 위해 tail-fan으로 꼬리로터를 수용하는 방식이 있는데 이를 'fan-in-fan' 또는 'fenestron' 이라고 하여 따로 분류하기도 하나 이 역시 단일 로터 방식의 한 형태라고 볼 수 있겠다. 이 형태의 헬리콥터에는 대한항공, 삼성항공 및 한국항공 등에서 운용하고 있는

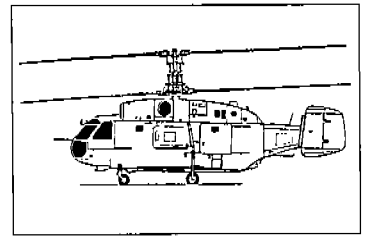
단일 로터(single rotor) 방식



fenestron 방식



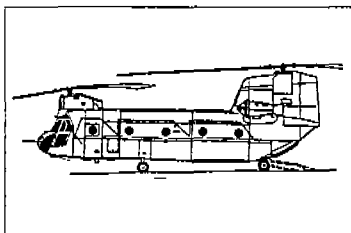
동축 로터(co-axial rotor) 방식



Eurocopter사의 AS365N2 Dauphin 이 있다.

동축 로터(co-axial rotor) 또는 이중반전식 로터 방식은 같은 축에 달려있는 두개의 로터를 서로 다른 방향으로 회전시켜 양력 및 추력을 얻음과 동시에 토크를 상쇄시켜 안정성을 확보하도록 되어 있다. 이 방식의 헬리콥터는 토크 상쇄용 꼬리로터가 없어도 되므로 전체크기를 줄일수 있고, 따라서 艦艇의 갑판과 같이 좁은 장소에서 운용이 가능하다는 장점이 있으나 동축로터를 구동시키기 위한 동력전달부분과 조종계통이 복잡하고 헬리콥터의 전체 높이가 커지는 등의 단점이 있다. 그러나 꼬리로터가 없어서 사고위험이 적고 조종성과 기동성이 우수하여 군용기나 특수목적용 등에 활용할 수 있는 전망이 밝다. 동축 로터 방식으로서 국내에 있는 헬리콥터로는 산림항공관리소에서 산불진화용으로 운용하고 있는 러시아산 Kamov KA-32T가 있다.

양축 로터(side-by-side rotor) 또는 병렬 로터 방식은 로터를 좌우 축에 각각 설치하여 서로 반대방향으로 회전시킴으로써 토크를 상쇄

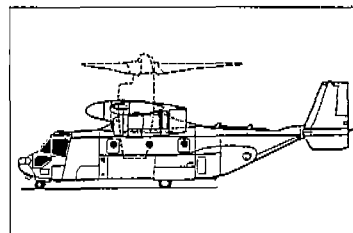


양축로터(side-by-side rotor) 방식

시키는 형태이다. 그러나 이 방식의 헬리콥터는 동력전달 및 조종 계통이 복잡하여 전체중량이 커지고 동일한 이륙중량을 가진 다른 방식의 헬리콥터에 비해 외형이 커지는 단점 때문에 널리 활용되지는 못하고 있다.

헬리콥터라고 보기는 어려우나 Bell사와 Boeing사가 공동개발한 VTOL 항공기인 V-22 Osprey는 양축로터 방식의 토크상쇄 방식을 사용하였다.

앞뒤 로터(tandem rotor) 방식은 로터를 앞과 뒤에 하나씩 두고 서로 반대방향으로 회전시킴으로써 토크를 상쇄시킨다. 또한 전진 비행에서 뒤 로터가 앞 로터의 소용돌이 속에서 작동하지 않도록 하기 위하여 뒤 로터는 앞 로터보다 높은 위치에 두고 있다. 이 방식 역시 동력 전달 계통이 복잡하고 전진비행에서 양력을 발생시키는 효율이 저하되는 단점이 있으나, 반면에 무게중심의 이동 범위가 크기 때문에 하중을 앞과 뒤 로터 사이 어디에 두더라도 안정성을 유지하기 쉽고 따라서 큰 중량물을 운반할 때 편리하다는 장점이 있다. 군용 헬리콥터로서 전세계에서 1,000대 이상 생산된 Boeing의 CH-47 Chinook가 동 방식을 채택



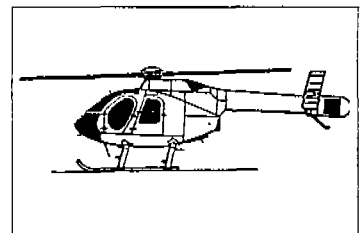
앞뒤 로터(tandem rotor) 방식

하고 있는 대표적인 헬리콥터이다.

NOTAR(no tail rotor) 방식은 단일 로터 방식의 최대약점인 꼬리 로터 대신 꼬리봄(boom)을 항공기의 날개와 같이 작동시켜 양력을 발생시킬 수 있도록 하고 이 양력으로 꼬리로터 대신 반작용 토크를 상쇄하도록 한다. 사실 헬리콥터 꼬리로터는 골치덩이다. 동체의 회전을 억제하는 것 이외에는 어떤 역할도 하지 않으면서 반면 꼬리로터가 파손되더라도 하면 순간적으로 안정성을 잃고 추락해 버린다. 이러한 문제 때문에 미육군에서는 Hughes사(현재의 MDHC사)와 계약을 맺어 NOTAR를 개발하게 된 것이다.

NOTAR 방식은 꼬리봄에 가는 다란 홈을 내고 여기에서 공기를 분출하도록 하는데 이 공기는 꼬리봄 주위를 따라 흘러 봄의 반대쪽 공기 사이에 압력차를 내어 봄을 회전시키는 힘을 발생하게 된다. 이 힘이 주로터에 의한 반작용 토크를 상쇄하게 되는 것이다. 이 방식의 헬리콥터로는 앞의 MDHC사에서 제작된 MD520N 또는 MD530N 등이 있으며, 우리나라에서도 볼 수 있다.

<강현택>



NOTAR(no tail rotor) 방식