

UAV 동력전달 원심 마찰 클러치에 관한 연구

Study on Centrifugal Friction Clutch for Power Transmission in UAV

*이광수¹, 김용배¹, 전의식², 김성관²

*J. S. Lee¹, Y. T. Kim¹, E. S. Jeon², #S.G.Kim(kimsg@kongju.ac.kr)²

¹ 공주대학교 기계공학과, ² 공주대학교 기계자동차공학부

Key words : UAV, Unmanned Aerial Vehicle, Centrifugal Friction Clutch

1. 서론

UAV는 무인 항공기를 말하는 Unmanned aerial vehicle의 영어 약자로, 지상에서 조종사가 원격 조종하여 임무를 수행하게 된다. 보통 임무, 비행고도, 크기 등에 따라 분류한다[1]. UAV에 사용되는 클러치는 엔진의 RPM에 따라 변하는 클러치 슈의 원심력을 이용, 동력을 전달하거나 차단하는 원심 클러치가 일반적으로 사용된다[2].

무인 헬리콥터의 엔진과 메인로터 사이의 동력전달에 사용되는 원심 클러치는 동력전달기능과 동력차단 기능을 수행하며 구조에 따라 다수의 부속으로 조립되었거나, 일체형 구조로 되어있다. 스프링으로 끌어 당겨져 있는 슈가 벌어져 바깥쪽의 벨(드럼)에 접촉함으로써 구동력이 기어에 전달되는 방식이 일반적이거나, 이러한 구조의 원심 클러치는 클러치를 구성하고 있는 부품의 수가 많고, 부품별 재질이 다양하여 물리적 특성을 해석하고 예측하는데 어려움이 있다. 반면, 단일소재의 일체형 원심 클러치는 구조가 단순하고 생산이 용이하며, 수명이 길다는 특징을 갖고 있기에 UAV에 사용되는 수요가 증가할 것으로 예상된다.

본 연구는 Fig. 1과 같은 실제 모형 헬리콥터에서 사용되고 있는 모형 헬리콥터의 원심 클러치에 관한 것으로서, 보다 상세히는 모형 헬리콥터에 적용되는 마찰 클러치의 원심력에 의해 변형이 발생하는 원심 변형부의 응력집중과 슈의 변형량을 해석하여 향후 UAV 원심 마찰 클러치 설계를 하는데 있어, 성능 및 수명을 예측하기 위한 것이다[3]. 이에 본 연구에서는 효율적인 해석 결과를 얻어 낼 수 있는 해석 전용 Ansys workbench 프로그램을 사용 하였으며, 회전 해석을 통해 원심 마찰 클러치의 원심변형부의 응력집중과 슈의 변형을 확인하였다.

2. 모델 및 해석 절차



Fig. 1 Clutch Assembly with Clutch

원심 클러치는 Fig. 1과 같이 엔진 회전축에 대하여 드럼, 마찰판, 클러치가 다음과 같이 조립되어 사용되며, 해석 대상인 원심 클러치의 모델은 Fig2와 같다.

클러치 슈가 마찰판과 너무 빨리 마찰을 일으키게 되면 안정적인 엔진 회전이 힘들어지고, 너무 늦게 마찰을 시작하면 UAV 엔진의 회전속도에 비해 동력전달이 늦어지게 된다[4][5]. 따라서 안정적으로 동력을 전달하기 위해 만곡부와 원심변형부의 치수를 조절하여 원하는 RPM에서 동력전달이 이루어지도록 설계

되었다.

본 클러치를 사용하는 모형 헬기의 경우 아이들링 속도는 약 1800 RPM이었으며, 비행제어에 있어 최대 22000 RPM 정도의 출력을 낼 수 있다. 마찰이 일어나는 슈와 마찰판 사이의 간격은 약 0.2mm이다. RPM이 점차 증가하면 원심력에 의해 슈가 벌어져 드럼의 마찰판과 마찰이 발생하여 동력을 전달하게 된다[3]. 그러나 약 7000 RPM이상 증가하면 원심력은 커지나, 슈는 마찰판에 밀착되어 더 이상 벌어지지 않는다.

원심 클러치는 S45C의 단일 소재이며, 원심 클러치의 각 주요 부위별 명칭과 치수, 재질 속성을 Fig. 3과 Table 1에 각각 나타내었다[5]. 해석은 아이들링 회전수인 1800 RPM부터 마찰판과 충분한 마찰력이 발생하는 7000 RPM까지 Rotational Velocity를 증가시키며 실행하였고, 회전에 따른 원심 변형부에 집중되는 응력과 슈의 변형량을 확인하였다.

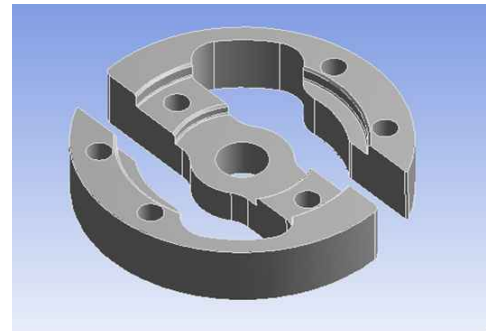


Fig. 2 Model of Centrifugal Friction Clutch

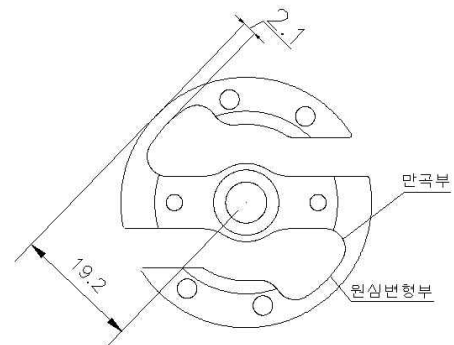


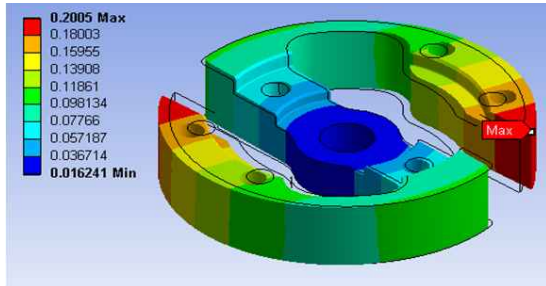
Fig. 3 Important Part Name and Dimensions of Clutch

Table 1 Material Properties

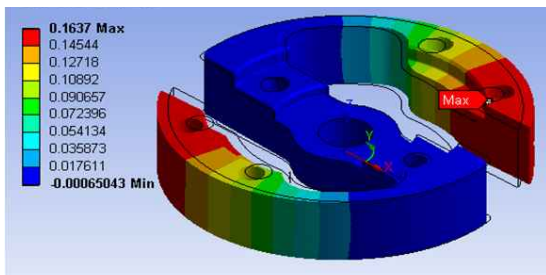
Structural Properties	
Young's Modulus	2.05e+005 MPa
Poisson's Ratio	0.29
Density	7.85e-006 kg/mm ³
Tensile Yield Strength	343. MPa
Tensile Ultimate Strength	569. MPa

3. 해석결과

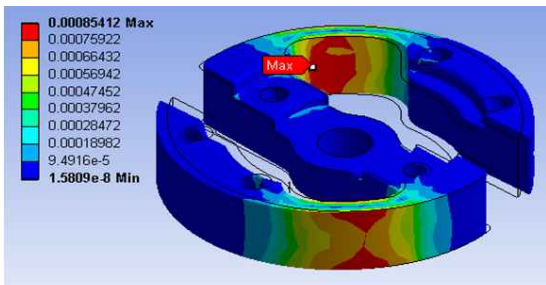
회전속도 7000 RPM일 때, 클러치 원심 변형부의 응력집중 및 슈의 변형량이 Fig. 4, Fig 5, Fig. 6 그리고 Fig. 7과 같다.



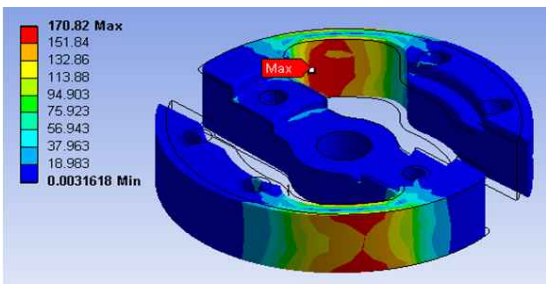
(a)



(b)



(c)



(d)

Fig. 4 (a) Total Deformation in mm, (b) Directional Deformation in mm, (c) Equivalent(von-Mises) Elastic Strain in mm/mm (d) Equivalent (von-Mises) Stress in MPa.

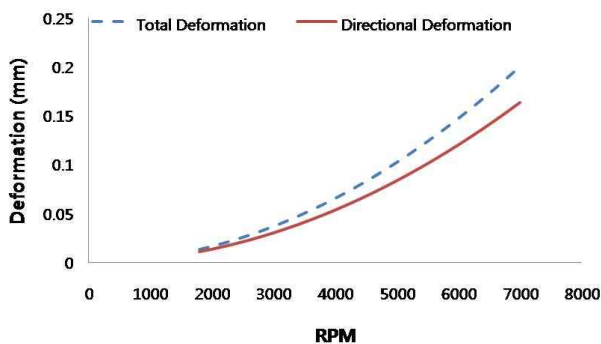


Fig. 5 Total and Directional Deformation of Clutch with respect to RPM

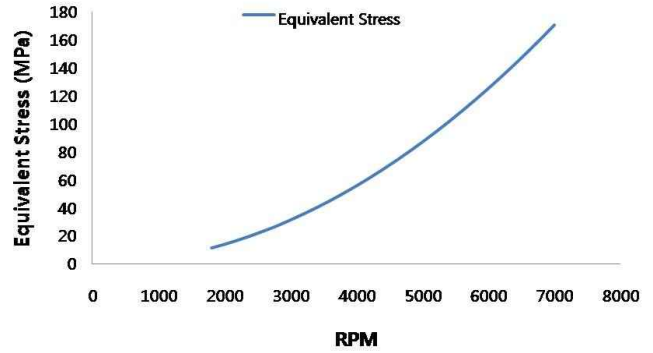


Fig. 6 Equivalent Stress of the Clutch with respect to RPM

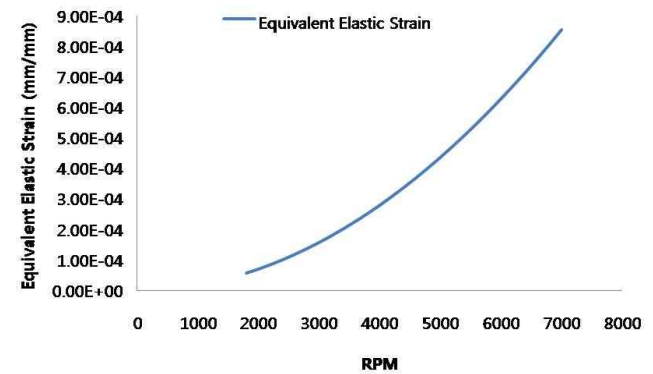


Fig. 7 Equivalent Elastic Strain of the Clutch with respect to RPM

Fig.4에서 보는 바와 같이 클러치가 회전할 때 변형은 슈의 끝 부분에서 가장 크게 발생하게 되며, 회전방향에 대한 변형량의 크기를 볼 때, 슈와 마찰판 사이의 마찰 부위가 예측 가능하다.

Fig. 5, Fig. 6 그리고 Fig. 7은 아이들링 속도인 1800 RPM 부터 동력전달 마찰 속도 7000 RPM 까지 회전 속도를 변화시켰을 때 슈의 변형량과 원심 변형부에 집중되는 최대 응력 값에 대한 결과를 보여주고 있다. 응력은 만곡부를 지나 원심변형부에 가장 집중되고 있으며, 이 부위에 대한 설계의 변형을 통해 응력의 집중을 감소시키거나 분산 시켜 원심 클러치의 성능과 수명을 향상시킬 수 있을 것이라 판단된다.

4. 결론

본 연구에서는 스프링을 사용한 복합구조의 클러치와는 다른 일종의 판스프링 개념을 적용한 단일 재료의 일체형 구조 원심 마찰 클러치에 대해 연구하였으며, 일정 RPM의 회전속도를 조건으로 하는 해석 결과를 얻기 위해 Ansys workbench를 활용하여, 원심변형부에 집중되는 응력의 크기와 클러치 슈 부위의 변형량을 확인하는 결과를 얻었다. 향후에는 클러치의 슈와 마찰판의 마찰에 의한 마모 감소와 마찰면적에 따른 동력전달 효율을 검증해 보기 위한 해석을 통해 실제 제품의 성능 및 수명을 예측하는 과정을 수행해야 할 것으로 사료된다.

참고문헌

1. <http://ko.wikipedia.org/wiki/UAV>.
2. 이재홍, 구영모, 신시균, “농용 무인헬리콥터의 원심클러치 설계”, 바이오시스템공학회지, 33, 14-20, 2008
3. 이중수, “모형 헬리콥터의 마찰 클러치”, 대한민국특허청, 20-0299504, 2002.
4. <http://blog.daum.net/nanceo/173982>
5. “무선모형”, 서울미디어텍, 2000년 2월호, 2005년 3월호.
6. <http://www.matweb.com/>