

회전익기에 장착되는 다기능시현기의 진동외란 영향성 고찰

A Study for Vibration Disturbance Effect about Multi Function Display installed in Helicopter

이 석 규†(LIG 넥스원) · 신 민 재*(국방과학연구소)

Lee sock kyu, Shin min jae

1. 서론

회전익기의 진동외란은 주회전날개(main rotor)와 꼬리회전날개(tail rotor) 및 기어박스등에서 유발되는 정현파 피크(sinusoidal peaks)와 운행에 의한 공기역학적 유동소음(aerodynamic flow noise)으로 유발되는 광대역 랜덤진동(broadband random vibrations)으로 나타난다. 진동외란의 수준을 정의하기 위해서는 실제 비행환경에서 발생하는 동적하중을 측정하여 수명주기(life cycle)를 고려한 시험레벨과 시험시간을 산출하여야 하나, 실제 대상 회전익기를 개발중이거나, 또는 적용할 회전익기를 직접 측정 및 분석하는데 필요한 시간과 비용이 많이 소요되어, 미 군사규격인 MIL-STD-810 에 따라 시험 규격을 산출하는 것이 통상의 예이다.

현재 개발중인 다기능시현기는 회전익기의 조종실 내 조종석 패널(panel)에 장착된다. 본 논문에서는 진동외란에 의한 다기능시현기의 구조적 영향성을 해석적 방법과 실험적 방법을 통해 고찰하였고, 구조적 안정성을 확인하였다.

2. 진동 해석

2.1 진동 외란

진동외란은 MIL-STD-810F 의 Category 14 Rotary wing aircraft-helicopter 를 따라 정의하였다.

랜덤진동입력과 정현파 진동입력은 아래 표 1 과 그림 1 과 같다.

표 1 랜덤진동 및 정현파진동입력

Random Vibration	W1	W2
Instrument Panel RMS G LEVEL (GRMS)	0.001	0.010
Sinusoidal Vibration		
1/rev	4.5	0.1
4/rev	18.1	1.3
8/rev	36.3	1.6
12/rev	54.4	1.1

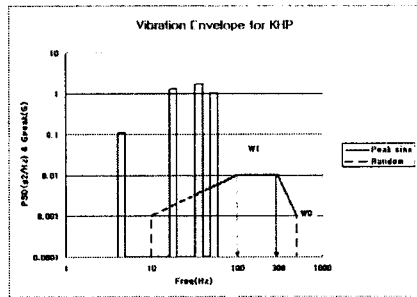


그림 1 회전익기의 진동외란

2.2 해석 모델

다기능시현기의 내부구성에 따라, 해석 모델을 구현하였다.

(1) 다기능시현기 구성

다기능시현기는 그림 2 와 같이 베젤부, LCD 부, 그리고 Control 부로 구성되며, LCD 부의 각 모서리 4곳에 #10-32UNF Captive Screw 로 조종석 패널에 체결된다.

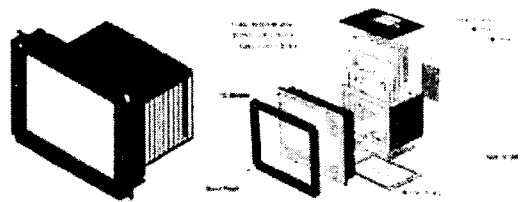


그림 2 다기능 시현기 구성

(2) Finite Element 모델

FE 모델은 Shell 요소와 Solid 요소로 구조물을 구성하였고, 보드와 EMI filter 및 inter-connection module 등은 점 질량요소로 구성하였다. 경계조건으로는 실제 조종석 패널에 체결되는 곳 외 LCD 모듈의 넓은 면적이 조종석 패널에 접촉되어 있어서 접촉면을 고정조건으로 가정하였다.

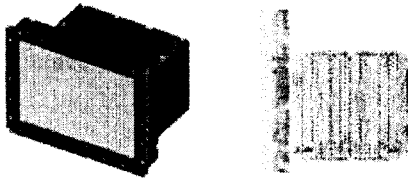


그림 3 다기능시험기 FE 모델

2.3 Normal Mode 해석 과 Response 해석
Normal Mode 해석 및 Response 해석을 진행하였다.

(1) Normal Mode 해석

그림 4 와 같이 1 차 고유진동수는 274Hz, 2 차 451Hz, 3 차 534Hz로 해석되었으며, 1 차 고유모드는 상하방향 모드이며, 2 차 모드는 좌우방향 모드이고, 3 차모드는 500Hz 이상의 모드로 진동의란 범위의외의 모드이다.



그림 4 Normal Mode 해석

(2) Response 해석

그림 5 와 같이 Response 해석 결과 최대응력이 약 2400Psi 나타났으며, 끝 단에서의 가속도 응답 그래프도 나타내었다.

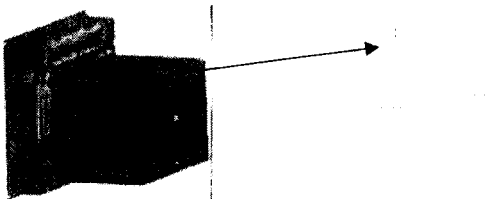


그림 5 Response 해석 및 가속도 그래프

3. 진동 실험

3.1 진동실험 및 실험모드해석

(1) 진동실험



그림 6 각 축별 진동실험

(2) 실험모드 및 가속도 응답

Star Modal 해석 S/W 로 측정신호의 모드를 분석

하였다. 그림 7 과 같이, 1 차모드는 285Hz, 2 차모드는 418Hz 에서 관찰되었다.

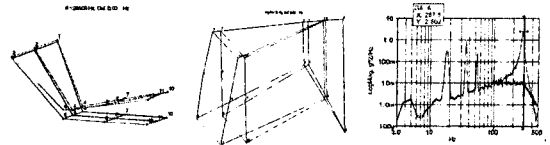


그림 7 실험모드 및 실험 가속도 응답

4. 결 론

회전익기에 탑재되는 다기능시험기의 진동해석 및 실험을 수행하여, 표 2 와 같은 결과를 얻었고, 결과를 통해, 구성한 FE 모델의 타당성을 입증하였다.

표 2 해석 및 실험 결과

	1 차	2 차
해 석	274Hz	451Hz
실 험	285Hz	418Hz

Response 해석을 통해 최대응력 2400Psi 를 얻었고, 그림 8 의 MIL-HDBK-5J 의 S/N curve 에서 볼 때 약 15000Psi 이하의 응력이 발생할 때는 반복횟수 10^8 이상에서도 파손이 있지 않음을 알 수 있다. 형상에 따른 응력집중 K (Stress concentration K)를 2 로 고려한 응력값 7500Psi 보다도 약 1/3 배 낮으므로, 랜덤입력에 의한 3 배 수응력까지 고려하여도 충분히 안정한 것을 알 수 있었다.

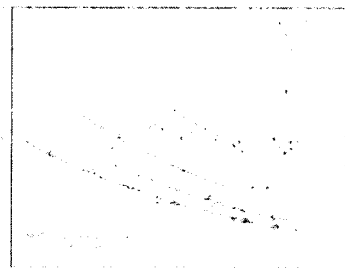


그림 8 Al 6061-T6 S/N curves

후 기

본 논문을 작성하는데 협조하여 주신 관계자 여러분께 감사드립니다.