

구조 변경에 따른 진동 특성 개선 Improvement in Quality of the Vibration under Changing the Structure

*#김성국¹, 광규용², 여보연³

*#S. K. Kim(Andrewskk@lignex1.com)¹, K. Y. Kwak², B. Y. Yeo³

¹LIG넥스원, ²LIG넥스원, ³LIG넥스원

Key words : Missile, Damping

1. 서론

미사일은 비행 중에 외부 진동을 받아서 미사일의 성능에 영향을 줄 수 있으며, 주요 부품의 신뢰성에도 문제를 야기 시킬 수 있다. 따라서 이러한 문제점들을 방지하기 위해 제품 개발 시에는 환경시험¹을 통해 사전 검증을 수행한다. 환경 시험을 통해 미사일 내부의 진동이 일정 수준 이하가 될 수 있도록 구조 설계를 검토하게 된다. 본 연구에서는 설계된 미사일의 비행 진동 시험 결과 값이 허용 범위 내에 있도록 하여 안정화된 미사일을 설계하고자 한다.

2. 본론

미사일을 구성하는 부품의 내부 구조는 Fig. 1 과 같다. 미사일로 가진 되는 진동의 전달 방향은 Frame -> Middle -> Top 이다. 진동이 Frame 을 통해 Top 으로 전달 되며 Top 으로 전달된 진동이 내부의 주요 부품과 성능에 영향을 미치게 된다.

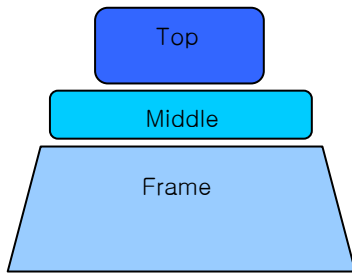


Fig. 1 Structure of missile

미사일 내부 부품 중에서 진동 특성에 영향을 미치는 인자는 여러 가지가 있겠지만 본 연구에서는 2 가지에 대해 언급하고자 한다. 첫째는 방진 링이며, 둘째는 마운트 이다. 방진 링의 경우 재질과 방진 링의 놀림 량, 경도에 따라 진동 특성 차이가 있으며, 마운트의 경우 형상의 변화에 따른 진동 특성의 차이가 있다.

첫번째로 미사일 내부 부품 중에서 진동 특성에 영향을 미치는 인자 중에서 방진 링에 대해 해석 및 시험을 통해 진동 특성을 개선해 보았다.

미사일의 Top 내부에 방진 링을 두어 Frame에서 Top에 전달 되는 진동을 흡수하도록 설계 되었다. 방진 링의 재질은 고무^{2,3,4}이다.

Top 내부에 실리콘 고무를 이용한 방진 링을 제작 하여, 각 축에 대한 진동 시험을 수행하여 보았으나, 각 축에 대한 진동 값이 크게 나타났다. 따라서 방진 링에 대한 재질 변경을 고려하였으며, 첫번째로 실리콘 고무 재질에서 천연 고무 재질로 변경 하여 해석을 통해 검증해 보았다.

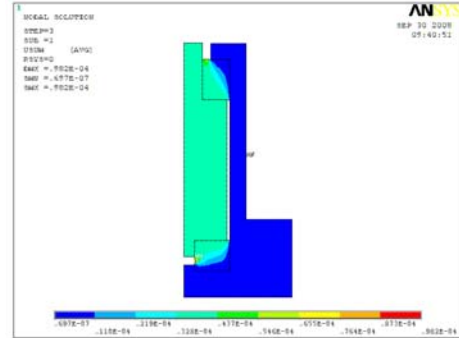


Fig. 2 Result of analysis for silicone rubber

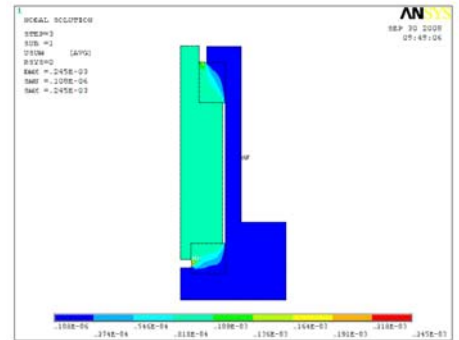


Fig. 2 Result of analysis for natural rubber

실리콘 고무 재질보다 천연 고무 재질로 해석 했을 때 상대 변위가 더 크게 나타나며, 이로 인해 댐핑 효과가 상대적으로 크게 발생함을 확인 할 수 있다.⁵

또한 방진 링 사이의 간격 유지기 두께를 변경하여 방진 링의 압축 량 즉, 놀림 량을 조절하여 진동 시험을 해 보고, 방진 링의 경도를 다양화 하여 간격 유지기의 놀림 량과 조합하여 최적의 간격 유지기 두께 및 방진 링의 경도를 선정하였다. Table 1 은 방진 링의 재질 변경 및 경도, 놀림량 등의 조합을 나타내었다. 각 시험을 진행하여 보았으며, 경도 35 인 방진 링을 가지고 간격 유지기 두께 0.3mm 일 때 최적의 진동 특성을 나타냄을 확인 할 수 있었다.

Table 1 Comparison of damping ring data

material	Hardness (Shore A)	Press thickness(mm)
Silicone rubber	15	0.7
		1.0
	30	0.8
		1.0
Natural rubber	35	0.1
		0.3
		0.7

두번째로 미사일 내부에 있는 여러 부품 중에서 진동 특성에 주요한 영향을 미치는 부분으로 고려된 것은 마운트이다. 실제로 이 마운트 위에 주요 부품이 조립된다.

Fig.3 은 마운트 변경 전의 형상이며, Fig.4 는 마운트 변경 후의 형상이다. 그림에서 보여 지는 부분 중 좌측 부분에 형상을 추가하여 강성을 보강하였다. 형상이 추가된 부분이 미사일에 직접 조립되어 강성이 증가함을 알 수 있다.

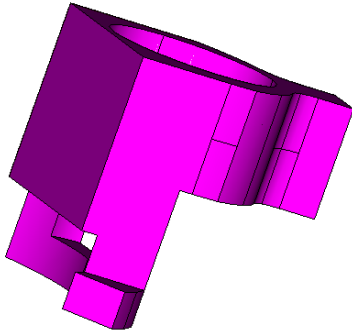


Fig. 3 Structure of mount A

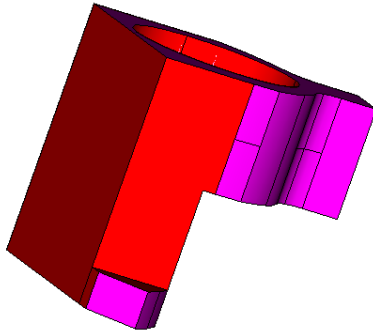


Fig. 4 Structure of mount B

미사일의 내부 구조 변경에 따른 진동 특성 개선을 수행해 보았다.

방진 링의 재질 변경을 통한 시험 결과는 Table 2와 Table 3과 같다.

Table 2 Vibration test

	Harmonic(1G sine)		Random(6.9Grms)	
	Roll	1st	214Hz	Peak
	Peak	4.3G	Avg.	8.9Grms
Pitch	1st	100Hz	Peak	7.98G
	Peak	3.5G	Avg.	7.5Grms
Yaw	1st	90Hz	Peak	11.1G
	Peak	3.0G	Avg.	11.1Grms

Table 3 Missile test

		Roll	Pitch	Yaw
Yaw Rate	Avg.	0.018	0.005	0.015
	Std.	0.027	0.029	0.030
Pitch Rate	Avg.	0.005	0.007	0.175
	Std.	0.015	0.024	0.244
Yaw sensing	Avg.	0.002	-0.001	-0.001
	Std.	0.068	0.067	0.200
Pitch sensing	Avg.	-0.001	-0.001	-0.006
	Std.	0.287	0.241	0.805

방진 링의 재질 변경 및 마운트 형상 변경을 통한 시험 결과는 Table 4와 같다.

Table 4 Missile test

		Roll	Pitch	Yaw
Yaw Rate	Avg.	-0.048	-0.050	-0.046
	Std.	0.061	0.056	0.061
Pitch Rate	Avg.	0.036	0.042	0.038
	Std.	0.056	0.058	0.101
Yaw sensing	Avg.	0.001	0.001	0.002
	Std.	0.031	0.035	0.061
Pitch sensing	Avg.	0.006	0.006	0.007
	Std.	0.069	0.044	0.257

3. 결론

본 연구에서는 방진 링의 재질 및 경도, 놀림 량과 마운트 형상 변경 등에 따른 해석 및 시험을 통해 미사일 내부 구조 변경에 따른 진동 특성 개선을 수행해 보았다.

방진 특성이 좋은 방진 링을 적용하고, 놀림 량을 최적화하여 미사일 내부의 진동 특성이 개선되었다.

- 진동 응답 레벨 개선 : 11.1Grms(개선 전 : 18.0Grms)
- 방진 링의 우수한 댐핑 효과로 미사일 내부 진동 응답 감소에 효과적임
- 놀림 량 변경 즉, 방진 링의 K 값을 변화시켜 시스템에 가장 적합한 값을 도출함(놀림 량 : 0.3mm)
- 진동 특성 개선으로 인하여 시스템의 성능이 향상됨(Rate : 0.101V(개선 전: 5.0V))

위와 같은 결과로 방진 구조 최적화에 대한 경험 축적 및 기술 획득을 할 수 있었다.

참고문헌

1. MIL-STD-810E, Method 514.4
2. 小山清, “고무의 동특성 에 대하여,” 日本 自動車 技術, Vol. 23, No. 8, 19
3. 김기세, “방진고무의 기계적 특성과 자동차 소음 진동 설계”, 한국정밀공학회지 제 18 권 제 1 호, 2001.
4. 김국원, “압축하중을 받는 방진고무의 동특성 해석 및 실험”, 한국소음진동학회지 제 8 권 제 5 호, pp.900~907, 1998.
5. 김성국, “방진 재질 변경에 따른 진동 특성 향상”, 2008년 소음진동학회 추계학술대회