

# 장착대 형상 변경에 따른 동특성 분석

## Dynamic Analysis according to Mount Configuration Change

김정민† · 김환구\*  
**Kim Jeong Min, Kim Hwan Ku**

**Key Words :** Mount(장착대), Isolator(방진기), Transmissibility(전달율), Environment Test(환경시험), Resonance(공진)

### ABSTRACT

External vibration occurred during vehicle's movement can affect performance of communication equipment and reliability of internal critical components of it. Therefore, through environmental testing, verification is performed prior to system test in order to prevent these problems. In this study, anti-vibration design is applied to compensate for the failure in certain frequencies during environmental test. Through the dynamic analysis according to the changes of mount configuration, optimization of the mount assemble structure was performed.

### 기 호 설 명

- $Q$  : 전달율
- $P_0$  : 입력힘의 최대값
- $F_0$  : 출력힘의 최대값
- $R_\Omega$  : 주파수비
- $f$  : 입력주파수
- $f_N$  : 고유진동수
- $R_C$  : 감쇠비

해 통신장비 내부 부품에 불량 발생하여 수리가 필요한 경우가 빈번하게 발생한다. 따라서 이러한 문제점을 사전에 방지하기 위해 환경시험을 실시하여 사전 검증을 수행한다. 본 연구에서는 통신장비에 대한 환경시험 결과가 특정 주파수 이상에서 만족스럽지 못해 이에 대한 보완을 위해 방진 설계를 수행하였다. 통신장비에 직접적으로 가해지는 외부 진동을 방진기 추가 및 장착대 형상 최적화를 통해 감쇠될 수 있도록 개선하였고, 최적화된 형상으로 실 제품을 제작하여 환경시험 및 차량 장착 시험을 통해 개선된 특성 검증을 수행하였다.<sup>(1)</sup>

## 2. 본 론

### 1. 서 론

차량에 장착되는 통신장비는 주행 중에 차량을 통해 전달되는 외부 진동을 받게 되어 통신장비의 성능에 영향을 줄 수 있으며, 내부 주요 부품의 신뢰성에도 문제를 야기시킬 수 있다. 실제로 진동에 의

### 2.1 통신장비의 장착 구조

통신장비는 차량 내부에서 외부장비와의 통신을 하기 위한 장비로 고가이고 크기는 30x40x30 cm (LxWxH) 이하이고 무게는 13 Kg이다. Figure.1은 통신장비가 차량에 장착되는 구조를 나타내며, 차량에 조립되어 있는 장착판 위에 통신장비가 설치되는 형태이다. 따라서, 차량에 가해지는 진동은 차량의 장착판을 통해 통신장비에 아무런 감쇠 없이 직접적으로 전달이 되며, 전달된 진동이 내부의 주요 부품과 성능에 영향을 미치게 된다.

† 교신저자; 정회원, LIG 넥스원 구미연구소  
E-mail : jmkim96@lignex1.com  
Tel : (054)469-8824, Fax : (054)469-8478  
\* LIG 넥스원 구미연구소

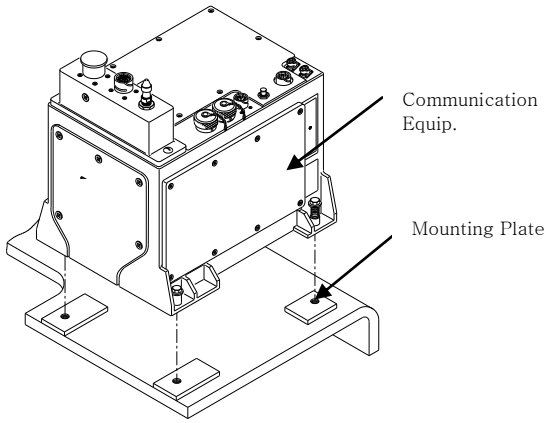


Figure.1 Mouting structure of Communication Equip.

## 2.2 통신장비의 환경시험 결과

통신장비의 진동시험은 MIL-STD-810E<sup>(2)</sup>, METHOD 514.4의 PROCEDURE I, CATEGORY 8 – GROUND MOBILE의 조건으로 랜덤 진동을 수행하게 되어 있고, 그 데이터는 Table.1과 같다.

Table.1 Random Vibration Input Data

FREQ(Hz)	PSD(g <sup>2</sup> /Hz)
5~40	0.0027
40~50	0.0859
50~80	0.0027
80~100	0.0352
100~120	0.0027
120~150	0.0193
150~160	0.0027
160~200	0.0110
200~250	0.0075
250~500	0.0027

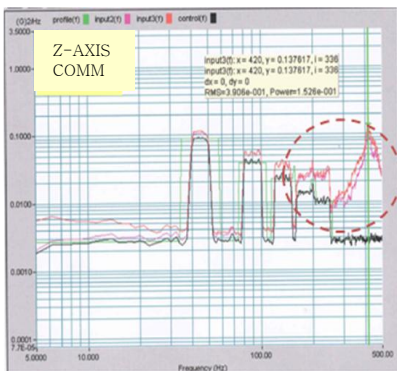


Figure.2 Test result of Vibration

통신장비의 환경시험 결과 Figure.2와 같이 100 Hz 이상에서 진동응답이 규격 대비 크게 나타났으며, 이로 인해 장착 구조 변경을 고려하게 되었다.

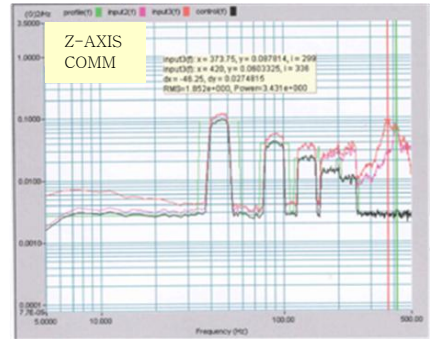


Figure.3 Test result of Vibration

## 2.3 방진기 선정

통신장비가 차량에 장착되는 위치에 공간이 협소하여, 타 장비나 부품에 영향이 없고 비용이 크게 소요되지 않는 방안으로 완충패드 부착을 검토하였고, 환경시험 결과 Figure.3의 결과와 같이 미 부착 시와 동일하여 고주파 대역에서의 개선 효과가 없음을 확인하였다. 이에 따라 고주파 대역에서의 진동 감쇠 효과에 적합한 방진기를 선정하여 통신장비에 입력되는 고주파의 진동을 감쇠할 필요성이 대두되었다. 진동에 대한 감쇠와 밀접한 관계가 있는 물리적 특성은 전달율<sup>(3)</sup>인데 이와 관련된 식은 아래와 같다.

$$Q = \frac{F_0}{P_0} = \sqrt{\frac{1 + (2R_\Omega R_C)^2}{(1 - R_\Omega^2)^2 + (2R_\Omega R_C)^2}} \quad (3)$$

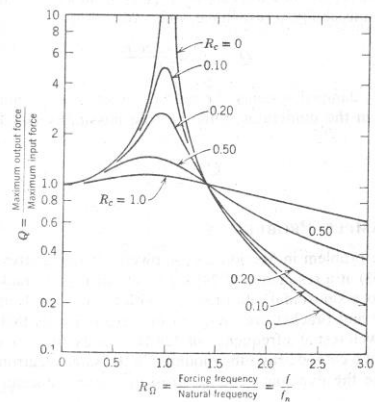
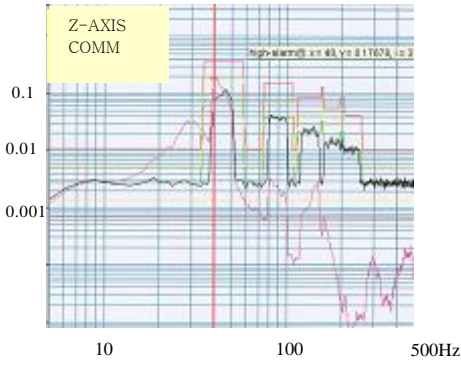


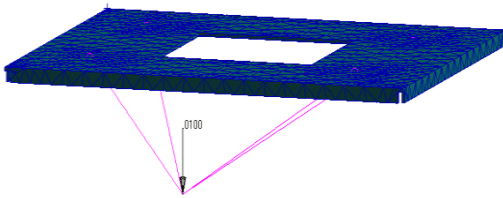
Figure.4 Transmissibility curve<sup>(3)</sup>



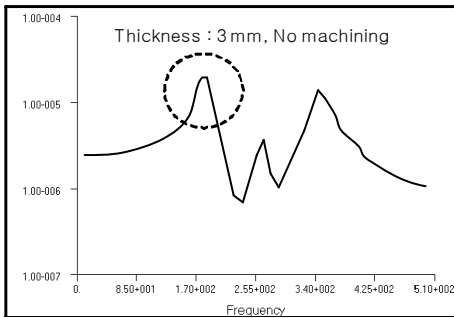


**Figure.8** Test result of Vibration, 3mm

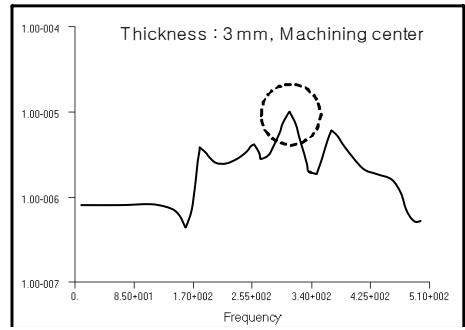
이에 대한 개선을 위해 장착대의 두께를 3mm로 변경하여 시험한 결과 Figure.8의 시험 결과와 같이 100Hz 이상의 고주파 대역에서 입력된 값에 비해 출력 값이 감소됨을 확인할 수 있었다. 이와 같이, 스테인리스 재질 두께 3mm의 장착대로 적용 가능한 것으로 보이나, 작업성 및 방진 성능 향상을 고려하여 장착대의 두께 및 형상을 변경하여 적합한 장착대 모델 선정이 필요하므로 Figure.9에 보는 바와 같이 CAE 모델을 생성 후 NASTRAN<sup>®</sup>을 이용하여 주파수응답해석을 실시하여 형상 및 두께에 대한 영향성을 확인해 보았다.



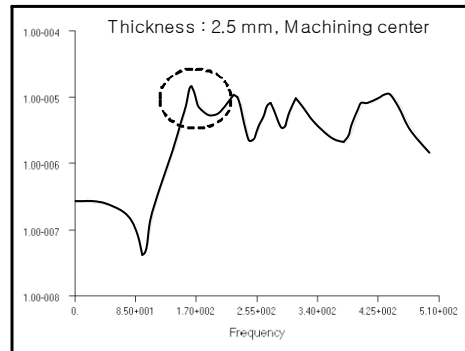
**Figure.9** CAE Model of Mount



**Figure.10** Frequency Response Analysis Result

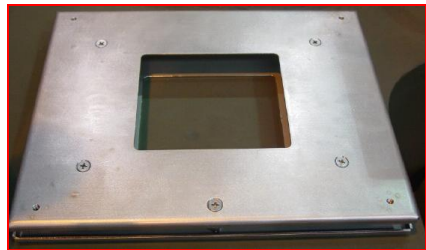


**Figure.11** Frequency Response Analysis Result



**Figure.12** Frequency Response Analysis Result

주파수응답해석 결과는 Figure.10~12와 같으며, Figure.11의 결과와 같이 두께 3mm, 중앙부를 가공한 모델이 진동에 대한 응답 특성이 가장 양호한 현상을 보임을 알 수가 있다. 이러한 결과를 바탕으로 Figure.13과 같은 최종 형상으로 장착대를 제작하였고, 최종 제품에 대한 검증을 위해 Table.1에 제시된 규격으로 진동시험을 실시하였다. 진동시험 결과 Figure.14와 같이 100 Hz 이상의 고주파에서의 진동응답이 규격 대비 감소됨을 확인하였으며, 장착대 형상 변경이 타당함을 알 수 있다.



**Figure.13** Final Configuration of Mount

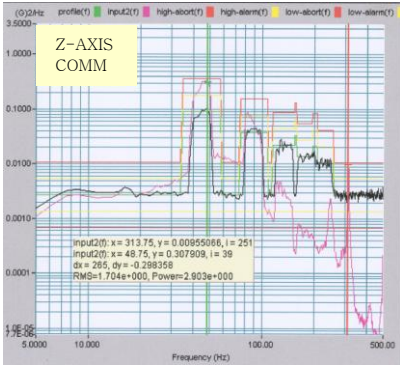


Figure.14 Test result of Vibration

### 2.5 차량 장착 시험

최종 개선된 장착대를 적용하여 통신장비가 차량에 장착되는 구조는 Figure.15와 같다. 차량에 조립되어 있는 장착판 위에 변경된 장착대 설치 후 통신장비가 그 위에 설치되는 형태이다. 장착대의 형상 변경에 의해 차량에 가해지는 진동이 장착대에 동적 특성에 의해 감소된 후 감소된 진동이 통신장비에 전달되게 된다. 장착대의 단품 특성은 Figure.14의 결과와 같이 규격 대비 만족하였으나, 차량에 장착된 후에 통신장비에 가해지는 진동에 대한 영향성을 검증하기 위해 통신장비를 차량에 장착 후 시속 30km로 주행하여 장착대 추가에 따른 진동 감소 효과를 검증하였다.

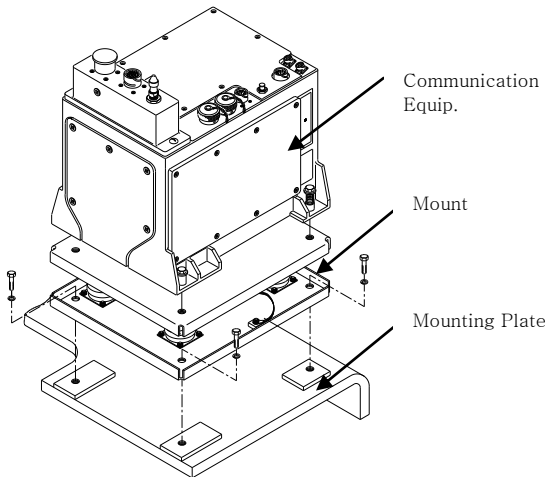


Figure.15 Mounting structure of Communication Equip.

30Km 주행시험 결과 차량 및 통신장비에 부착된 진동분석기<sup>(6)</sup>를 통해 측정된 가속도(g)값은 Figure.16 및 Table.3과 같다. 50Hz 부근에서 방진기의

고유진동수에 의해 차량에 가해지는 가속도(g)값보다 2배 정도 높아지는 현상이 있으나 이는 통신장비의 성능에 영향을 주는 주파수 대역이 아니고 100Hz 이상의 고주파 영역에서의 진동 감쇠 효과를 위해서는 감안해야 하는 영역으로 보인다. 그리고, 고주파 대역에서는 차량에 가해지는 가속도(g)값에 비해 전구간에 걸쳐 감쇠되는 현상을 보임을 알 수 있으며, 특히 차량에 큰 진동이 가해지는 101, 411 Hz에서 15% 이하의 수준으로 감쇠됨을 확인할 수 있다. 주행 완료 후 통신장비의 성능 점검 결과 규격 대비 성능을 만족함을 확인하였고, 장착대 추가에 따른 방진 특성 개선 효과가 양호함을 확인할 수 있었다.

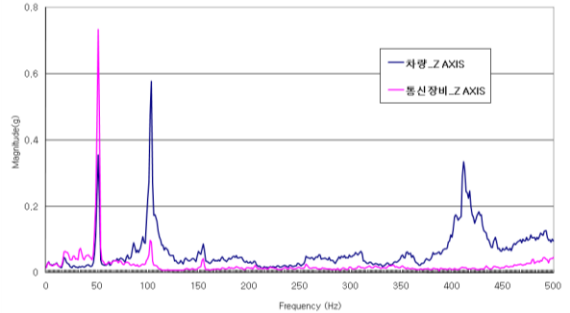


Figure.16 Test result of Vehicle Travel

Table.3 Test result of Vehicle Travel

FREQ(Hz)	Accel.(g), Vehicle	Accel.(g), Comm.
5	0.0245	0.0210
50	0.3781	0.7470
101	0.7922	0.1038
151	0.0872	0.0414
203	0.0646	0.0279
254	0.0530	0.0375
300	0.0583	0.0148
411	0.2651	0.0156
454	0.0954	0.0306
500	0.1049	0.0801

### 3. 결 론

차량에 장착되는 장비는 차량을 통해 전달되는 진동에 영향을 받게 되고, 통신장비와 같은 전자장비는 특정 주파수 이상에서의 진동을 감쇠시켜 장비의 고장을 예방할 필요성이 있다. 본 연구에서는 진

동에 의해 고장이 빈번하게 발생하는 통신장비에 대해 방진기 추가 및 장착대 형상 최적화를 실시하였고, 이에 대한 진동시험 및 차량 장착 검증 시험을 통해 방진기 선정 및 장착대 형상 최적화가 타당함을 확인하였다. 이를 통해 향후 차량에 장착되는 전자장비의 장착대 설계 시 신뢰성을 가지는 장착대를 설계할 수 있는 기반을 마련하였다.

## 후 기

본 연구를 위해 함께 노력해 주신 분들께 감사 드립니다.

## 참 고 문 헌

- (1) Kwon, B. H., Kim, J., Kim, J. C. and Seo, S. H., 2000, Isolation Mount Design for the Combat Computer Console Installed in Surface Ship, Proceeding of the KSNVE Annual Spring Conference, pp. 1772~1777.
- (2) Department of Defense(US), 1989, MIL-STD-810E, Environmental Test Methods and Engineering Guidelines.
- (3) Dave, S. STEINBERG, 1973, Vibration Analysis for Electronic Equipment.
- (4) Barry Controls, Selection Guide for BARRY CONTROLS Isolators and Mounting Systems.
- (5) MSC. Software Corporation, Dynamic Analysis using Nastran and Patran
- (6) Data Physics Corporation, 2004, SignalCalc Dynamic Signal Analyzer Training.