

# 함정운용 유도탄 全機體의 진동충격 환경시험

## A Vibration and Shock Environmental Tests for the Missile Installed in the Naval Vessels

° 권병현\* · 권중화\*\* · 안성우\*\*\* · 이호준\*\*\*

**Kwon Byung Hyun, Kwon Jong Hwa, Ahn Sung Woo and Lee Ho Jun**

**Key Words :** Sine Sweeping Test (정현파 시험) Resonant Frequencies(공진주파수) Environment Test(환경시험) SRS(Shock Response Spectrum) G level(가속도 수준) Shock Duration (충격 지속시간)

### ABSTRACT

This paper explains environmental tests of vessel - launched missiles, verifying if a fully assembled missile performs properly from disturbance on delivery by vehicles or naval vessels. We also have operated vibration tests by ground and naval transportation as well as shock tests by naval transportation before firing. The environmental tests have adopted Military Standard Specification and confirmed missile's reliability by performance tests, followed by missile's development. However, this significant testing which have meaning was done by the missile's body and not with parts.

### 1. 서론

함정운용 유도탄은 함정에 탑재하여 적 함정을 공격하는 무기체계로서 제원과 정확성에 있어서 미국의 Harpoon 유도탄과 프랑스의 Exocet 유도탄을 능가하는 성능을 보유하고 있으며 국내에서 개발되었다. 본 연구는 유도탄 전기체를 육상에서 수송할 때와 함정에 장착하여 운용할 때의 조건을 고려하여 환경시험을 미국방규격(Military Specifications)으로 실시하여 전기적, 기계적 성능을 확인한 시험 연구다.

유도탄을 구성품 상태가 아닌 전기체의 형태로 시험은 처음으로 실시하였기에 함정에서 운용되는 장비에 대한 진동 및 충격시험에 적용하는 규격을 만족할 수 있을지 확인하였고 大重量의 시험물에 대하여 제한된 시험기로 가능한지 검토하여 실시하였다. 수송진동환경은 MIL-STD-810E<sup>(1)</sup>에 의한 육상수송진동시험(Random Vibration)의 규격을 따랐으며 해상진동환경은 MIL-STD-167-1<sup>(2)</sup>(SHIPS)의 Type I을 실시하였다. 해상충격환경으로는 비접촉 수중폭발을 함정에 실시하고 생존성을 확인하든지 이를 대신하는 MIL-STD-901D<sup>(3)</sup>의 High Impact Shock Test를 실시하여야 하나 유도탄 전기체의 형상과 시험기의 허용하중(Payload)의 부족으로 MIL-STD-810E 비행체의 Functional Test를 Modify하여 실시하였다.

### 2. 함정운용 유도탄의 환경시험 조건

#### 2.1 환경시험 규격

환경시험은 서론에서 언급한 바와 같이 진동시험과 충격시험을 수행하게 되었고 폭발성 구성품을 더미로 대체하여 유도탄 전기체를 구현하였다. 시험은 각 시험규격에 따라 X,Y,Z의 3축 방향으로 가진 하였다.

MIL-STD-810E에 의한 육상수송진동 시험(Random Vibration)의 규격은 유도탄이 일반적인 수송차량으로 일반포장도로를 운반하였을 때 시험시간을 60분간 1000mile 거리와 같다고 한 수직방향으로의 시험규격이며 본 연구의 유도탄 전기체는 국내 운송거리를 고려한 500mile로 간주하여 30분간 Fig.1의 Profile로 가진하였다.

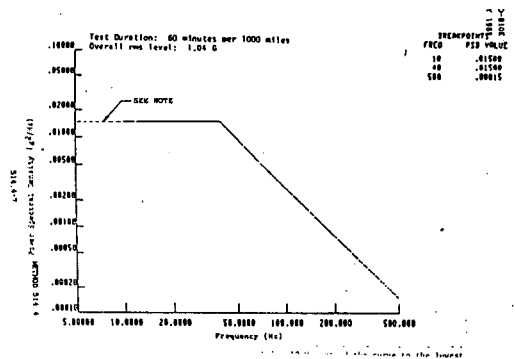


Fig. 1 육상수송진동시험 규격

10 ~ 40Hz, 0.015 g<sup>2</sup>/Hz (PSD) ,  
40 ~ 500Hz, 0.00015 g<sup>2</sup>/Hz (PSD)

해상진동환경은 MIL-STD-167-1의 Type I

\* 넥스원퓨처(주)

E-mail : bhkwon@nex1.co.kr  
Tel : (054) 469-8580, Fax : (054) 461-8065

\*\* 넥스원퓨처(주)

\*\*\* 국방과학연구소



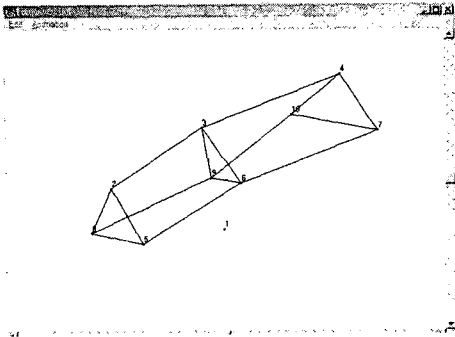


Fig. 4 함대함유도탄의 Y축 가진시험 결과

Fig. 4와 같이 전, 후방이 유도탄 중심을 기준으로 밴딩 모드(Bending Mode)를 나타내고 있다. 발생하는 모드는 “가운데가 고정된 양 끝에 질량이 있는 자유단의 빔(Free-Free Beam with End Masses)”<sup>[4]</sup>의 모드와 같이 발생하는데 이론적으로 Rayleigh Method와 Trigonometric Function으로 해석하면 질량 중심을 Nodal Point로 하여 밴딩 모드가 앞뒤로 크게 발생함을 알 수 있다.

### 3. 유도탄 전기체의 진동환경 시험

#### 3.1 시험절차

진동시험은 3축 중 Y축과 Z축을 같은 방향으로 보고 수행하였으며 여기서는 가장 큰 외란을 받는 유도탄 전기체의 축 방향인 Y축 시험을 나타내었다.

시험치구에 유도탄 전기체를 장착한 후 Y축 방향으로 진동시험을 실시하기 이전에 유도탄의 전기적 성능을 확인하고 육안검사를 실시하여 최초의 상태에서 기계적 결함이 없는 지 확인하였다. 입력 신호가 가진기 및 시험치구를 거쳐 과도한 힘이 유도탄 전기체에 가해지지 않도록 유도탄 전기체의 공진주파수에 의해 영향을 받지 않으며 유도탄에 가장 근접하게 위치하여 입력 신호를 줄 수 있는 위치를 찾아 입력 가속도센서를 유도탄의 후방 지지블럭에 설치하였다. (이 방법은 MIL 규격에서도 추천하는 시험 방법으로 과도한 힘이 들어오는 주파수 대역에 노치를 주는 방법과 더불어 흔히 사용된다.)

#### 3.2 시험절차

입력 신호인 No 1, 센서는 후방 치구에 부착하였고, 출력 신호인 No 2, 센서는 유도탄의 후방

기미부에 부착하였다.

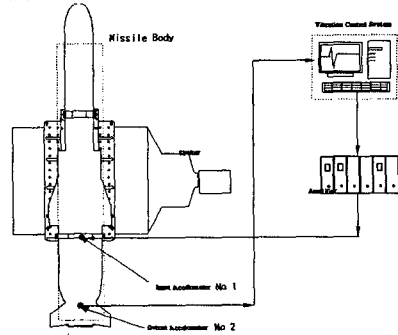


Fig. 5 유도탄 전기체를 시험치구에 장착한 후 Y축으로 가진시험 셋업

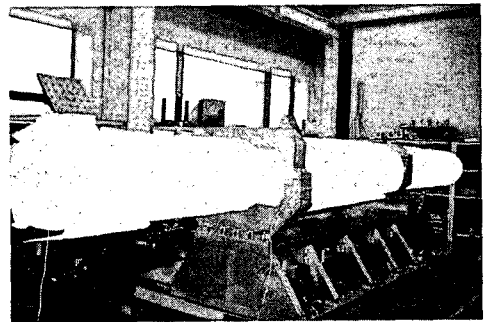
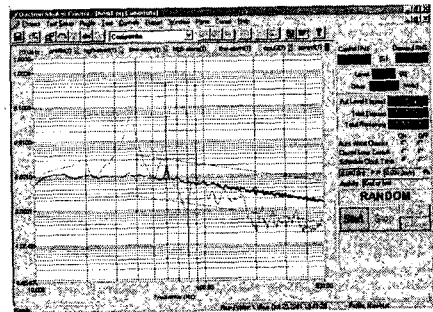


Fig. 6 유도탄 전기체를 시험치구에 장착한 후



Y축으로 가진시험 모습

Fig. 7 육상수송진동시험의 Y축 프로파일

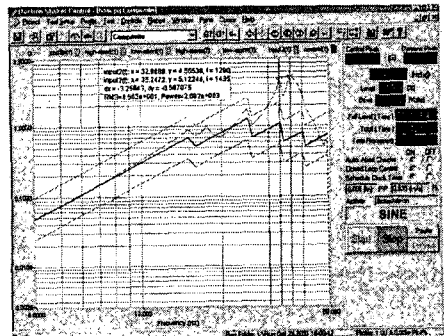


Fig. 8 해상수송진동시험의 Y 축 프로파일

Fig. 7, 8 과 같이 육상수송진동시험과 해상수송진동시험을 실시하고 공진주파수에서 2 시간동안 가진하였다. 시험 후 성능시험을 실시한 결과 정상동작을 하여 유도탄 전기체의 안정성을 확인하였다

#### 4. 유도탄 전기체의 충격환경시험

##### 4.1 시험절차

유도탄 전기체를 국내에서 충격시험하기 위해서는 20G 11ms Half Sine 가진 시에 전자식 시험기에서 30,000 kgf 의 force rating 을 가져야 한다. 항공우주연구소의 V994(LDS : 20,700 kgf) 또는 국방과학 연구소의 A340-1(Ling Electronics : 15,422 kgf) 시험기가 국내에서 제일 대용량이나 허용하중을 벗어나게 된다. 이에 대응하는 충격시험방법으로 SRS(Shock Response Spectrum) Test 를 사용하였다. 이 시험방법은 인공위성, Missile, 항공기등에 사용되는 Modern Shock Test 방법이고 Classical Shock Test 인 Saw Tooth, Half Sine Test 등보다 상대적으로 긴 Shock Duration 에 낮은 G Level 로 동등 이상의 효과로 Force 를 줄 수 있다. 그러나 이 또한 전자식 가진기에서는 가용하지만 주파수범위가 작은 유압식시험기(~ 500 Hz)에서는 시도한 바 없었다. 그러나 본 연구에서는 함대함유도탄을 치구에 설치하여 유압식 가진기에서 SRS 기법에 의한 충격 가진을 실시 하였다. X 축과 Y 축 두 방향으로 각 3 회씩 충격 가진을 하였다.

##### 4.2 충격시험

유도탄 전기체의 충격시험 규격인 Half Sine 20G 11ms 의 규격을 SRS 로 전환하기 위해 속도를 구하고, 주파수별 가속도를 구하여 6dB 기울기로 초기 조건을 콘트롤러에 입력하여 최대 속도와 가속도를 충분히 주고 주파수 범위는 5 ~ 500 Hz 로 가진 하였다.

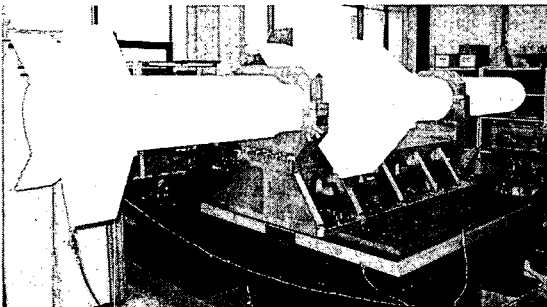


Fig. 9 Y 축 충격시험 모습

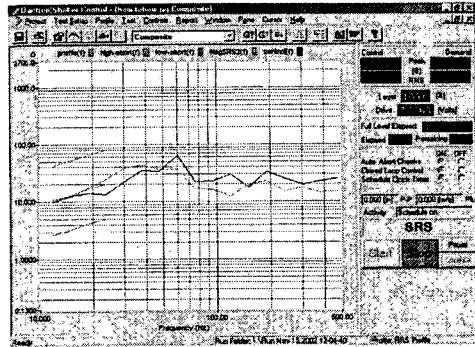


Fig. 10 Y 축 충격시험 응답 프로파일

유도탄 전기체를 각 축 방향(X, Y 축)으로 3 회씩 충격 가진한 후에 성능시험을 한 결과 정상 상태이므로 유도탄의 안정성을 확인하였다.

#### 5. 결론

유도탄 전기체를 환경시험조건에 따라 육상수송진동, 해상수송진동, 해상충격시험을 수행하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) 함대함유도탄 체계의 첫 번째 공진주파수가 밴딩 모드임을 확인하여 이론적 해석이나 동특성시험 결과와 같음을 확인하였다.
- 2) 진동시험을 절차에 따라 육상수송진동시험과 해상수송진동시험을 실시한 결과 성능 시험으로 함대함유도탄 체계의 안정성을 확인하였다.
- 3) 충격시험을 해상충격시험조건으로 SRS Test 한 결과 성능 시험으로 함대함유도탄 체계의 안정성을 확인하였다.

본 연구에서는 유도탄 개발 중 처음으로 전기체를 환경시험을 실시하여 보았으며 (폭발물은 더미 처리함) 시뮬레이션과 시험값의 일치를 확인하였고 함대함유도탄 체계의 운용 시에 안정성을 확인하였다.

#### 참고 문헌

- (1) Department of Defense(US), 1989, MIL-STD-810E
- (2) Department of Defense(US), 1974, MIL-STD-167-1(SHIPS), TYPE I
- (3) Department of Defense(US), 1989, MIL-STD-901D
- (4) Dave S. Steinberg, "Vibration Analysis for Electronic Equipment", 1973 Wiley-Interscience