

## 선박용 기기의 진동시험 표준 (ISO 10055 와 MIL-STD-167-1)

### Vibration testing requirements for shipboard equipments (ISO 10055:1996(E) & MIL-STD-167-1)

김 병 현\*

ByungHyun Kim

#### 1. 서 론

선박에 탑재되는 기기나 장비는 선박으로부터 받게 되는 진동환경에서 성능이 지속적으로 유지되어야 하므로 이에 대한 내구성능이 요구된다. 일찍이 미국 해군에서는 함정 탑재기기의 환경진동시험에 관하여 MIL-STD-167-1<sup>[3]</sup>에 규정하고 이에 따라 환경진동에 대한 내구성능 입증을 요구하고 있다. 우리나라 해군도 이 표준을 그대로 적용하여 시행하고 있다. 반면에, 일반선박의 경우에는 함정에서와 같이 엄격하게 탑재기기의 진동 내구성능시험을 요구/시행되고 있지 않다. 1996년에 국제표준화기구(ISO)에서 ISO10055(선박용 기기와 기계부품에 대한 진동시험 요구사항)<sup>[1]</sup>을 제정·발표하였고, 우리나라는 2001년도에 이를 한국산업표준 KSBISO10055:2001<sup>[2]</sup>로 채택·제정하였다. 최근에 새로운 고성능 전기, 전자 기기들의 급속한 개발과 이들을 선박에 탑재하려는 시도가 이루어지면서 일반선박 기기의 진동 내구성능시험에 대한 관심도 점차 높아지고 있다. 따라서 앞으로 일반선박 기기에 대한 시험표준으로 이 표준 적용이 일반화 될 것이라 여겨진다.

여기서는 ISO10055 시험기준을 함정 탑재기기의 시험기준으로 기존에 적용하고 있는 MIL-STD-167-1의 환경진동 시험기준과 비교/고찰하였다.

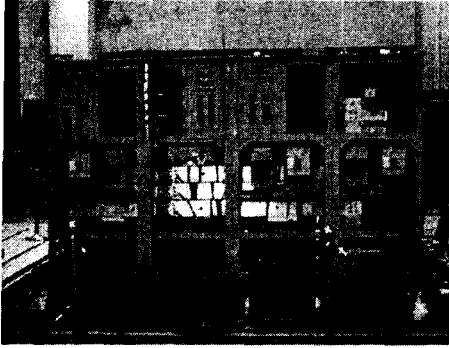
#### 2. ISO 10055와 MIL-STD-167-1 진동시험 기준의 비교 고찰

##### (1) 일반 현황

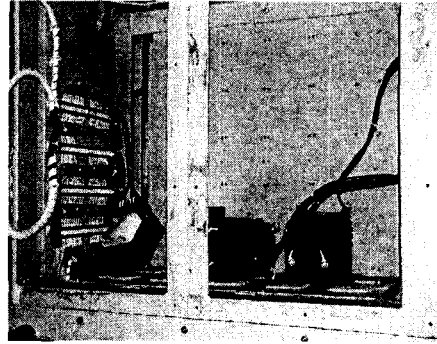
앞에서 언급한 바와 같이 우리나라에서 건조되는 함정에 탑재하는 주요 기기들은 미 국방표준인 MIL-STD-167-1의 진동 요건을 만족하도록 요구하고 있다. 자체 기진력이 없는 기기는 Type I 기기로 분류되고 환경진동시험을 수행하여야 한다. 최근에 함정기기들이 국산화가 이루어지면서 이들에 대한 MIL-STD-167-1 진동시험이 국내에서 수행되고 있다. 이들 시험 대상 기기의 대부분은 전기, 전자기기들이다. 이 시험을 처음 수행하는 제작업체들은 최초 설계상태에서 시험에 합격하지 못하고 보완설계를 하여야하는 경우가 많다. 이는 시험기준이 제작업체들이 예상하는 것 보다 가혹하며, 대부분의 제작업체들이 진동관련 전문 인력이 없어 미리 이를 고려한 설계가 이루어지지 못하였기 때문인 것으로 판단된다. 그림 1은 함정용 전기기기의 진동시험장면과 시험에서 부품이 탈락·손상된 사례를 보여주고 있다.

한편, 일반 대형선박의 경우에는 지금까지 진동 내구성능시험을 실질적으로 요구/시행하고 있지 않다. 주요 기기들은 선주가 직접 지정하거나 그동안 많이 사용되던 제품을 탑재하는 것이 통례였다. 따라서 ISO10055가 1996년에 제정·발표되었으나 우리나라에서 이를 적용하여 시험 수행이 이루어진

\* 정회원 · 한국기계연구원 구조연구부



(A) 시험 장면



(B) 시험중 부품 탈락·손상 상태

그림 1 MIL-STD-167-1 진동시험 예

경우는 거의 없다. 그러나 최근 새로운 고성능 전기, 전자 기기들의 급속한 개발과 이들을 선박에 탑재하려는 시도가 이루어지면서 이들 새로운 기기들이 선박에 탑재되었을 때 신뢰성 평가가 중요하게 대두될 전망이다. 그러므로 이 표준은 앞으로 일반선박 기기에 대한 진동 내구성능시험 기준으로 활발히 적용되어질 것으로 여겨진다.

### (2) 시험 기준

ISO10055 와 MIL-STD-167-1의 시험은 모두 정현파 가진시험이며, 공진 진동수 파악과 내구성 확인시험으로 이루어진다. 선박에 탑재되었을 때 세 방향의 직교축 각각에 대해 수행한다. 기기는 시험 중과 후에 오동작을 야기 시킬 수 있는 주된 손상이 발생하지 않아야 한다.

ISO10055의 시험기준은 표 1과 같다. 내구성 확인시험 전에 표 1의 진동수 범위에서 해당 진폭으로 진동수 간격을 1 Hz로 각 진동수에서 약 15초 동안 가진시킨 시험이나 소인시험을 통해 공진 진동수를 파악한다. 내구시험은 공진 진동수 파악시험에서 얻은 4개의 가장 중요한 공진 진동수(또는 공진 진동수가 4개보다 작을 경우는 모든 공진 진동수) 각각에서 1.5시간동안 표 1의 해당 진폭으로 가진 시킨다. 공진이 발견되지 않은 경우에는 30Hz로 2시간 동안 시험을 수행한다.

MIL-STD-167-1의 시험기준은 표 2와 같다. 여기서는 내구성 확인시험으로 가변진동수 시험과 내구시험을 하도록 되어있다. 공진 진동수 파악은 4 - 33Hz에서는 0.254mm 진폭으로 34 - 50Hz에서는 0.025mm 진폭으로 1 Hz 간격으로 각 진동수에서 약 15초 동안 가진시킨 시험을 통해 수행한다. 가변주파수 시험은 표 2의 진동수 범위에서 해당 진폭으로 진동수 간격을 1Hz로 각 진동수에서 5분 동안 가진시켜 시험하고, 내구시험은 주요 공진 진동수들에서 표 2의 해당 진폭으로 총 시간이 최소 2시간 동안 가진 시험한다. 공진이 발견되지 않은 경우에는 50 Hz로 시험을 수행한다.

### (3) 비교/고찰

디젤엔진이나 공기압축기 또는 다른 가혹한 환경조건에 탑재되는 기기에 대해서는 MIL-STD-167-1에는 규정되어 있지 않다. 따라서 여기서는 이에 대한 논의는 제외한다.

ISO1005와 MIL-STD-167-1의 시험 진폭을 그림 2에 비교하여 도시하였다. 마스트탑재 기기에 대한 MIL-STD-167-1 기준이 그림에 나타나 있지 않지만 표 2에서 알 수 있듯이 4 - 10Hz까지는 ISO1005 기준과 거의 같고 11 Hz 이상에서는 MIL-STD-167-1의 일반 기기에 대한 기준과 같다.

이 그림에서 보듯이 일반기기의 시험 진폭은 14Hz 이하에서는 ISO1005 기준이 MIL-STD-167-1 보다 약간 크고, 15Hz 이상에서는 ISO1005 기준이 일부 큰 부분이 있으나 MIL-STD-167-1 보다 약간 작다고 평가된다. 마스트탑재 기기에 대해서는 10Hz까지는 두 기준이 거의 같고, 11Hz 이상에서는 ISO1005 기준이 훨씬 크다. 또한, 고려하는 진동수 범위를 보면 ISO1005의 경우는 일반기기에 대해

표 1 ISO10055 시험기준

범 주	진동수 범위 Hz	변위 또는 가속도 진폭 (0 - 피크값)		시험시간
		변위, mm	가속도, m/s <sup>2</sup>	
일반기기(통신 항해기기, 제어 계측기기, 다른 기기와 기계부품)	2 에서 13.2	1.0	-	내구시험 : 4개의 공진 진동수에서 각 1.5시간 (공진이 없는 경우 30Hz에서 2시간)
	13.2 에서 100	-	7	
디젤엔진이나 공기압축기 또는 다른 가혹한 환경조건에 탑재되는 제어 및 계측기기	2 에서 25	1.6	-	
	25 에서 100	-	40	
마스트탑재 기기	2 에서 15	2.5	-	
	15 에서 50	-	22.5	

표 2 MIL-STD-167-1 시험기준

범 주	진동수 범위 Hz	변위 진폭 (0 - 피크값) mm	시험시간
일반기기	4 에서 15	0.762	가변주파수시험 : 1Hz 간격으로 각 진동수에서 5분 내구시험 : 공진 진동수들에서 최소 총 2시간(공진이 없는 경우 50Hz에서 시험)
	16 에서 25	0.508	
	26 에서 33	0.254	
	34 에서 40	0.127	
	41 에서 50	0.076	
마스트 탑재 기기	4 에서 10	2.54	
	11 에서 15	0.762	
	16 에서 25	0.508	
	26 에서 33	0.254	

100Hz 까지, 마스트탑재 기기는 50Hz까지인 반면, MIL-STD-167-1은 일반기기에 대해 50Hz 까지, 마스트탑재 기기는 33Hz까지로 ISO10055가 더 넓은 진동수 범위를 고려하여 시험하도록 되어 있다.

시험 시간을 보면 ISO1005는 각 방향에 대하여 공진 진동수에서 최대 6시간(4개의 공진 진동수에서 각 1.5시간)이며, MIL-STD-167-1은 가변 진동수로 약 2.5 - 3.0시간(일반기기 : 약 3시간, 마스트 탑재 기기 : 약 2.5시간)과 공진 진동수에서 2시간이다. 따라서 ISO1005 기준 시험시간이 MIL-STD-167-1 기준보다 시험시간이 길다.

종합적으로 평가한다면 일반기기에 대해서는 ISO1005 기준과 MIL-STD-167-1 기준이 비슷하거나 ISO1005 기준이 약간 가혹한 수준이며, 마스트탑재 기기는 ISO1005 기준이 더 가혹하다. 일반적으로 대형 일반 선박은 함정에 비하여 기진력 진동수도 낮고 진동 환경이 양호하다는 점을 감안하면 대형 일반 선박에 탑재되는 기기 측면에서 보면 ISO1005 기준은 상대적으로 훨씬 가혹한 조건이라고 판단된다. 다만, 방진 마운트를 사용하여 선체에 설치되는 기기에 대하여 MIL-STD-167-1은 마운트를 제외하고 시험하도록 규정하고 있으나 ISO1005는 마운트를 포함하여 시험할 수 있도록 되어 있으므로 이러한 기기에 대해서는 ISO1005가 상대적으로 덜 가혹하다고 할 수 있다.

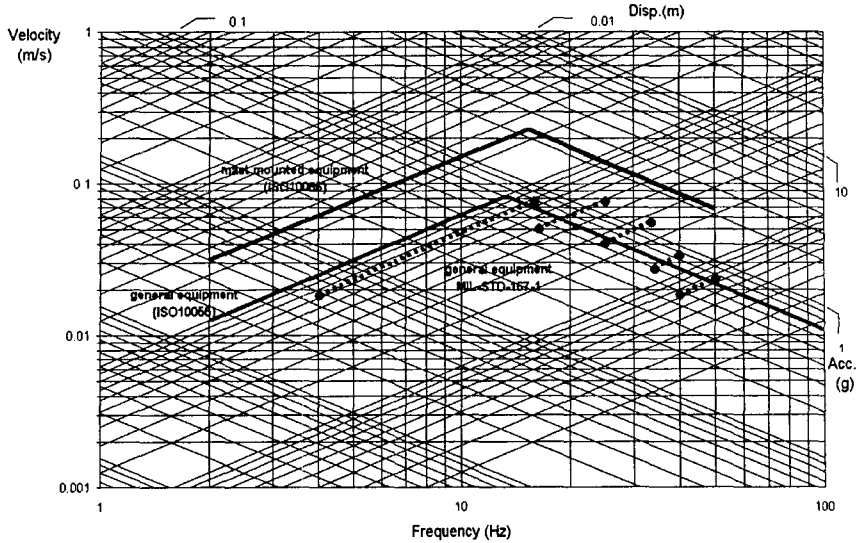


그림 2 ISO10055와 MIL-STD-167-1 시험기준 비교

### 3. 결 언

ISO10055 시험기준을 함정 탑재기기의 시험기준으로 기존에 적용하고 있는 MIL-STD-167-1의 환경진동 시험기준과 비교/고찰하였다. 종합적으로 보면 ISO10055 기준이 MIL-STD-167-1 기준과 비교할 때 비슷하거나 상황에 따라서는 더 가혹한 수준이라 평가된다. 현재까지 MIL-STD-167-1에 따른 시험 수행에서 빈번히 시험에 통과하지 못한 사례가 발생하여 왔음을 감안하면 향후 일반선박용 기기의 진동시험 기준으로 ISO10055를 적용하는 경우에 기기 제작업체는 방진 마운트의 채용 등 진동 내구설계에 보다 각별한 주의가 요구된다. 최근 ISO/TC 108/SC 2에 기존의 선박 진동 계측 표준인 ISO 4867과 ISO 4868을 개정하여 하나의 표준으로 제정하려는 New Work Item<sup>[5]</sup>을 제안되었다. 이 초안에는 ISO10055의 시험기준을 근거로 선체 진동 평가 기준치를 설정하고 있다. 우리나라가 세계 제일의 조선국이고 일반 선박과 함정에 국산 기기의 탑재가 점차 확대되고 있는 상황임을 고려하면 앞으로 이들 표준에 대한 제정이나 합리적 적용 방안 마련에 적극적인 관심과 역할을 하여야 할 것이라 사료된다.

### 참고문헌

1. ISO 10055:1996(E) "Mechanical vibration - Vibration testing requirements for shipboard equipment and machinery components"
2. KSBISO10055:2001, "기계적 진동 - 선박용 기기와 기계부품에 대한 진동시험 요구사항"
3. MIL-STD-167-1(SHIPS) 1974, "Military Standard - Mechanical vibrations of shipboard equipment"
4. ISO 6954 (R2000) "Mechanical vibration and shock - Guidelines for the measurement, reporting, and evaluation of hull and superstructure vibration in merchant ships(habitability)"
5. NP ISO 20283-2 "Mechanical vibration - Measurement of vibration on ships - Part 2: Guidelines for the measurement, evaluation and reporting of global structural vibration in merchant ships(Revision of ISO 4867 + ISO 4868)"