

함정 탑재장비의 내충격 성능시험 사례 연구

A Case Study on the Shock Test of Shipboard Equipments based on the MIL-S-901D

정종안† · 허영철*

Jong-Ahn Jeong, and Young-Cheol Huh

1. 서 론

전시에 핵무기 혹은 재래식 무기의 영향으로 발생 가능한 충격 부하에 대한 함내 탑재물의 내충격 안전성을 검증하기 위해서는 미 해군 규격(MIL-S-901D (NAVY) 1989) [1]에 규정된 요구조건을 만족해야 한다. 대한민국 해군의 전력증강을 위한 중장기적 전략에 따라 국내에는 많은 신조함이 건조되고 있는데, 기존함에서는 수입에만 의존했던 함정 탑재 기기류, 장비 및 시스템 등이 국산화되면서 국내 기업에 의해 제작 및 납품이 가능해짐에 따라 탑재장비의 내충격 성능에 대한 검증요구가 한층 강화되고 있다.

본 논문에서는 한국기계연구원이 보유 중이며 미해군 규격을 만족하는 충격시험기를 이용하여 수행된 함정 탑재장비의 내충격 성능시험 절차를 소개한다. 아울러 충격시험 후 장비의 구조적 손상이나 기능의 오작동 등의 문제가 발생했던 사례에 대하여 검토 하였다.

2. 충격시험의 절차 및 방법

충격시험기는 탑재장비의 중량 및 외관 크기에 따라 세 가지로 분류한다. Anvil Table위에 설치되는 중량의 합이 250 kg 미만이며 외관의 크기가 550×700mm를 넘지 않는 경우에는 경중량 충격시험기(Lightweight Weight Shock Test Machine)를 이용하고 중량의 합이 3,356 kg 미만이며 외관의 크기가 1250×1550mm를 넘지 않는 경우에는 중간중량 충격시험기(Medium Weight Shock Test Machine)를 이용한다. 3,356 kg ~ 181,000 kg의 탑재장비의 경우에는 특별히 부유식 중중량 충격시험기(Heavy Weight Shock Test Machine)를 이용하는데 적당한 수심을 갖는 연못에 바지선 형태의 부유식 구조물을 띄우고 수

중에서 실제 폭약을 터뜨려 충격시험을 수행한다. 본 논문에서는 한국기계연구원이 보유 중인 경중량 충격시험기와 중간중량 충격시험기를 활용한 충격시험 사례를 다루고자 한다.

미 해군 규격에 의하면 충격등급이 A로 분류되는 장비는 함정의 안전 및 전투능력에 필수적인 장비로써 충격시험기에 설치한 후 운항 중 작동과 동일한 조건에서 충격시험을 진행한다. 시험의 종료 후에는 장비의 정상적인 기능에 치명적인 영향을 줄 수 있는 오작동(malfunction)이 없어야 한다. 충격등급이 B로 분류되는 장비는 충격시험 직후에 장비의 구성품이 본체로부터 이탈되지 않거나 혹은 이탈되더라도 주변의 일정거리에 위치해 있을 승조원 및 A급 장비 등에 위협적이지 않음을 보여야 한다.

대표적으로 경중량 충격시험기의 외관을 그림 1에 보았다. 그림 1에서 볼 수 있듯이 육면체 형상의 해머(Hammer)가 일정한 높이에서 자유낙하 하면서 장비가 탑재되어 있는 Anvil table을 타격한다.

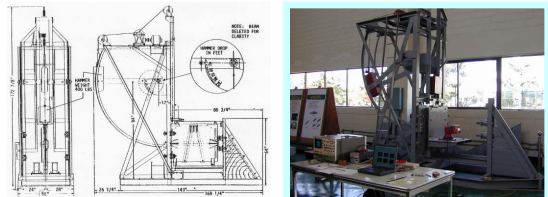


그림 1 경중량 충격시험기

경중량 충격시험기의 시험방법은 Hammer가 각각 1ft, 3ft, 5ft의 높이에서 자유낙하 하면서 Top Blow, Side Blow, Back Blow 방향으로 총 9회를 타격한다.

그림 2에 보인 중간중량 충격시험의 타격 방향 및 횟수는 수직설치 방향에서 3회, 경사설치 방향에서 각각 3회를 타격하며 장비의 방향성이 정의되지 않는 경우 3회를 추가한다. Anvil table 위에 설치될 탑재장비와 고정용 지그를 포함한 총 중량에 의해 해머의 타격 높이가 결정되고, 결정된 높이로부터 반원의 궤적을 따라 해머가 자유낙하하면서 Anvil table의 하부를 타격한다.

† 교신저자: 한국기계연구원
E-mail : jajeong@kimm.re.kr
Tel : (042) 868-7427 Fax : (042) 868-7418

* 한국기계연구원

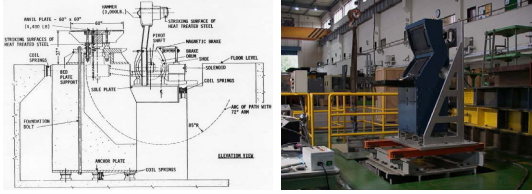


그림 2 중간중량 충격시험기



그림 5 부품이 이탈된 결함



그림 6 도어가 이탈된 결함

3. 충격 성능시험 결함 사례

한국기계연구원에서 보유하고 있는 경중량 및 중간중량 충격시험기를 사용하여 합성 탑재장비에 대한 내충격 성능 시험을 수행하였다. 지난 10년간 수행된 충격시험은 경중량 충격시험기에 의한 시험이 212건, 중간중량 충격시험기에 의한 시험이 318건으로써 총 530건의 충격시험이 수행되었다. 이 중에서 주요 결함으로 판명되어 재시험을 수행한 경우는 전체의 16%에 해당하는 85건으로 파악되었다.

주요 결함이 발생한 장비를 품목별로 분류한 결과를 표 1에 보였다. 제어반, 변환기 등의 전장품에서 발생한 결함이 41건, 모터, 펌프 등의 회전 기기류에서 발생한 결함이 39건 그리고 기타 열선창문, 쿨러 등의 비회전 기기류에서 발생한 결함은 5건으로 파악되었다.

탄성마운트의 부착 유무와 결함이 발생한 내용별로 분류한 결과를 표 2에 보였다. 탄성마운트를 부착한 장비의 경우 전체의 44%인 234건의 충격시험이 수행되었는데 탄성마운트가 부착되었음에도 불구하고 234건의 22%에 해당하는 51건의 결함이 발생하였다. 반면 탄성마운트를 부착하지 않은 장비의 경우 296건의 12%에 해당하는 34건의 결함이 발생하였다. 결함 사례 별로 분류한 결과를 좀 더 살펴보면 구조적 결함에 의한 요인이 총 85건 중 59건(69%)으로써 결함의 주요 원인으로 볼 수 있으며 마운트 자체의 결함은 15건, 그리고 부품의 결함은 11건으로 파악되었다.

탄성마운트가 부착된 장비의 결함 사례가 그렇지 않은 경우보다 약 2배 정도 높다는 것은 시사하는 바가 크다. 즉, 탄성마운트의 선정 및 배치를 위한 보다 정밀한 검토가 요구된다. 마운트 자체에서 발생한 결함이 15건이란 사실은 이러한 필요성을 뒷받침해 준다. 한편, 그림 3~그림 6은 충격시험 후의 대표적인 결함 사례이다.



그림 3 구조 결함



그림 4 마운트 자체 결함

표 1 장비의 품목별 결함 사례의 분류

전체시험건수 : 530건 (결함 : 85건)			
226건 (5건)	154건 (41건)	150건 (39건)	
열선창문 5건(0건)	제어반 38건(13건)	모터 11건(6건)	
쿨러 12건(0건)	변환기 7건(5건)	펌프 43건(12건)	
Light 7건(0건)	안테나 12건(2건)	조수기 9건(2건)	
연결기 9건(0건)	Chiller 3건(1건)	예열기 7건(2건)	
밸브 185건(4건)	Fan 17건(3건)	정유기 7건(3건)	
필터 8건(1건)	유압작동기 9건(4건)	Actuator 23건(5건)	
-	배전반 31건(6건)	Hoist 11건(3건)	
-	통신기 30건(5건)	공조기 9건(2건)	
-	Rack 7건(2건)	압축기 12건(0건)	
-	-	발전기 2건(0건)	
-	-	기타 16건(4건)	

표 2 결함 사례 85건 중 탄성마운트 부착 유무

		탄성마운트 부착		계
		유	무	
결함 사례	구조적 결함	28	31	59
	마운트 결함	15	0	15
	부품의 결함	8	3	11
	소 계	51	34	85
무결함 사례		183	262	445
합 계		234	296	530

4. 결 언

지난 10년간 수행되었던 합성탑재 장비의 충격시험 결과를 바탕으로 결함 사례를 분석한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

열선창문, 압축기, 발전기 등의 일반적인 강재 구조물의 경우 상대적인 결함 발생 건수가 매우 낮음을 알 수 있다. 제어반, 변환기 등의 전장품의 경우 그 구성품의 고착 방법에 대하여, 모터 등의 회전 기기류의 경우 고정단 부분의 구조강성 확보 측면에서 충분한 사전 검토가 필요하다. 아울러 탄성마운트의 선정 및 배치에 관해서도 좀 더 정밀한 검토가 요구되며 그렇지 않을 경우 아무리 고가의 탄성마운트라 할지라도 탑재장비의 내충격 성능을 확보할 수 없음을 인지할 필요가 있다.