

함정탐재장비의 민군겸용 규격통일화 현황(II)

김영주 | 한국기계연구원

1. 서론

지난번 논문에서는 함정탐재장비 규격통일화 사업의 연구목표 및 내용, 추진체계, 관련기술 개발전망, 규격현황, 충격시험기준의 종류 등에 대해 소개한 바 있으며, 계속해서 함정탐재장비에 대한 특수환경시험으로 구분되는 충격시험의 이론적 배경, 진동 및 소음시험에 대한 국내외 민수규격(KS, ISO, IMO, IEC, 선급규칙)과 군사규격(국방규격, MIL)의 비교, 통일규격의 내용 및 기술적 차이점 등을 기술코자 한다.

2. 충격시험기준 검토

미국 해군에서는 주기관, 보일러, 발전기, 갑판기계와 같은 무겁고 대형구조인 경우에는 수중폭발에 의한 충격 성능을 USA(Underwater Shock Analysis)-NASTRAN(미국 Macneal Schwendler사의 범용 구조유한요소해석 프로그램)을 이용하여 확인하고 있으나 국내 건조함에 대해 용골충격계수(keel shock factor, KSF) 0.3ft-lb 적용하는 것은 국내 연구소의 수중폭발시험에 대한 연구결과를 근거로 할 때 함정크기, 선체구조 및 용도에 따라 이를 조정할 필요가 있다.

수중폭발에 의한 충격시험의 충격레벨을 결정하는 용골충격계수는 아래와 같이 폭약무게와 폭발거리에 지배되고 함정의 크기에는 무관하게 적용되므로 소형함에 탑재되는 장비의 경우 과도한 충격에 노출되고 있다.^{[4][17]}

$$KSF=W(1+\sin\theta)/(2R)$$

여기서, W : TNT 폭약(HBX-1)의 무게(lb), R: 폭발 최대반경(ft), θ :충격 각(deg)

상기의 검토결과로 볼 때 EU지역 해군의 함정탐재장비에 대한 충격시험레벨을 2,000톤 이상 수상전투함 선체 벽에 설치되는 경우 상하방향 287.8G, 좌우방향 255.1G, 2,000톤 이상 잠수함 선체 벽에 설치되는 경우 상하방향 408.2G, 좌우방향 357.1G, 전후방향 178.6G 등으로 함정의 종류와 장비의 설치위치에 관계없이 장비의 중량에 의해서만 충격레벨을 조정하고 있으며, NRL 권고치인 최대충격레벨 600G는 전자에 비해 수상함 2~2.5배, 잠수

함 1.5~2배 정도 높기 때문에 이를 전반적으로 재검토할 필요가 있다. 탐재장비에 충격시험을 적용하지 못할 경우 선체 외부로부터 선체구조물이나 갑판을 거쳐 장비에 전달되는 충격하중으로 장비의 안전성을 검토하는 방법으로 사용하는 동역학적 충격해석 방법(DDAM)의 경우도 장비의 설치위치 및 충격방향에 따라 설계를 차등화하고 충격파로 인한 1~5차 범위의 진동모드별로 충격응답을 검토해야 한다.^{[5][18]}

현재까지 함정탐재장비의 충격시험기준으로 가장 많이 사용하고 있는 MIL-S-901D의 기계적 충격시험기의 주요사양을 보다 더 상세하게 소개하면 표 1과 같이 요약된다. 중간하중 충격시험기에 대한 미국해군연구소(NRL)에서 제안한 시험제품 중량에 따른 충격 레벨은 그림 1에 보이는 바와 같다. 여기서 탄성 지지되는 중량 550lbs인 시험제품에 대한 충격시험을 위해 충격해머를 높이 1.75ft에서 낙하하여 Anvil에 부착한 가속도센서의 신호를 저역통과주파수 1,000Hz로 여과시키면 충격레벨은 330~340G 정도로 예상된다.

주요 함정탐재장비에 대한 통일규격의 충격시험기준을 국방규격과 MIL규격과 비교하면 표 2에 보이는 바와 같

표 1. 기계적 충격시험기의 주요사양

| 구분 | 경 하중충격시험기 | 중간 하중충격시험기 | 비고 |
|---------|------------------------------------|--|---------------|
| 시험품 중량 | 550 lbs 이하 | 6,000 lbs 이하 | 반현파 충격파 |
| 해머/받침대 | 해머 중량 400 lbs | 3,088/4,200 lbs 이하 | 해머 자유낙하 |
| 시험회수/방향 | 1', 3', 5' 에서 상하, 좌우, 전후방향으로(총 9회) | 시험 중량별 해머 높이, 수직, 좌우 30°경사 3방향 2회씩(총 6회) | 전자기식 : 9~18회 |
| 받침대 틈새 | 해당 없음 | 중량에 따라 1.5~3인치 | 2단파 충격발생 |
| 파형 유지시간 | 0.5~2ms | 0.5~1.2ms | 전자기식 : 1~18ms |

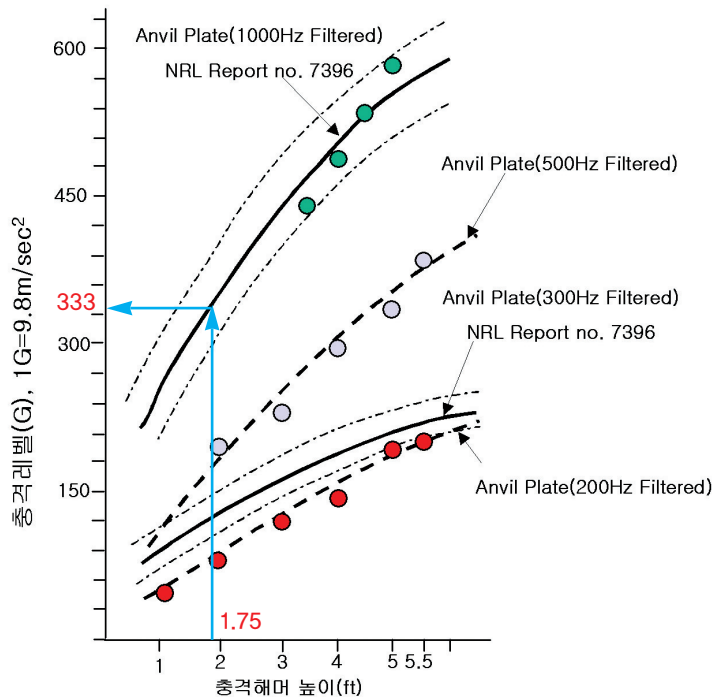


그림 1. 중간하중 충격시험기의 충격레벨

이 정리된다. 가변피치 프로펠러(CPP), 클러치, 창 닻이, 시동공기압축기, 펌프조속기, 보일러, 조타기에 대한 국방규격은 구성부품에 대한 규격이기 때문에 충격시험기준이 없지만, 감속기어, 조수기, 정유기, 항해등, 탐조등, 선속계, 풍향풍속계, 냉동장치 및 펌프 등의 조립체에 대한 국방규격은 MIL규격에서와 같이 대부분 MIL-S-901D를 적용하고 있기 때문에 통일규격에서는 조립체의 경우 기계적 충격시험을 적용하고, 부속장치나 부품의 경우는 소형 경량이므로 KS V 0818에 의한 전자기적 충격시험으로 대체하였다.

표 2. 품목별 충격시험 내용 및 검토결과

| 장비 명칭 | 국방규격 | 미국 국방규격 | 통일규격(안) |
|-----------|------------|------------|-----------------------------|
| CPP | 충격시험 없음 | MIL-S-901D | 조립체 : DDAM, 부품 : 전자기 충격 |
| 클러치 | 충격시험 없음 | MIL-S-901D | 조립체 : 기계적 충격, 제어반 : 전자기 충격 |
| 창 닻이 | 충격시험 없음 | MIL-S-901D | 조립체 : 기계적 충격, 제어반 : 전자기 충격 |
| 가스터빈 제어기 | K S C 0241 | MIL-S-901D | 조립체 : 기계적 충격, 부속장치 : 전자기 충격 |
| 감속기어 | MIL-S901D | MIL-S-901D | 조립체 : 기계적 충격, 제어반 : 전자기 충격 |
| 테스트밸브 | 충격시험 없음 | MIL-S-901D | 조립체 : 기계적 충격 |
| 시동공기압축기 | 충격시험 없음 | MIL-S-901D | 조립체 : 기계적 충격, 제어반 : 전자기 충격 |
| 역삼투 조수기 | MIL-S-901D | MIL-S-901D | 민수장비 탄성지지, 부속장치 : 전자기 충격 |
| 펌프 조속기 | 충격시험 없음 | MIL-S-901D | 조립체 : 기계적 충격, 제어반 : 전자기 충격 |
| 정유기 | MIL-S-901D | MIL-S-901D | 조립체 : 기계적 충격, 제어반 : 전자기 충격 |
| 보일러 | 충격시험 없음 | MIL-S-901D | 부품 및 제어반 : 전자기 충격 |
| 오수처리장치 | 충격시험 없음 | MIL-S-901D | 조립체 : 기계적 충격, 제어반 : 전자기 충격 |
| 조타기 | MIL-S-901C | MIL-S-901D | 조립체 : 기계적 충격, 제어반 : 전자기 충격 |
| 크레인 | 충격시험 없음 | MIL-S-901D | 조립체 : DDAM, 부품 : 전자기 충격 |
| 항해 · 조명장치 | MIL-S-901D | MIL-S-901D | 조립체 : 기계적 충격 |
| 선속계, 풍속계 | MIL-S-901D | MIL-S-901D | 조립체 : 기계적 충격 |
| 냉동장치 | MIL-S-901D | MIL-S-901D | 조립체 : 기계적 충격, 제어반 : 전자기 충격 |
| 펌프 | MIL-S-901D | MIL-S-901D | 조립체 : 기계적 충격, 제어반 : 전자기 충격 |

3. 진동 · 소음시험기준 비교

함정탐재장비의 특수환경시험으로는 충격시험 이외에 진동시험과 소음시험 및 내후성시험이 있지만, 내후성시험은 민수규격과 유사하기 때문에 설치면적에 비해 출력이 높고, 민수선박의 운항조건에 비해 가혹한 부하조건으로 운전되는 동력 및 추진장치의 진동과 소음레벨은 증가하기 때문에 탐재장비의 내구성과 전투능력 향상을 위해서 이를 최소화하는 것은 매우 중요하므로 이에 대한 시험기준이 민수규격에 비해 엄격하다고 할 수 있다.

국방규격의 진동시험기준으로 보편적으로 적용되고 있는 미군사규격인 MIL-STD-167-1의 type I 은 탐재장비에 인접한 다른 기계장치로부터 설치대나 배관장치를 경유하여 전달되는 외부진동에 의한 탐재장비의 내구성을 확인하기 위해 가진기를 이용하여 규정된 진동레벨, 주파수 및 시험시간에 대한 규정이며, MIL-STD-167-1 type II는 탐재장비의 운전 중 불평형력, 축심불량, 토크변동, 유체역학적 변동, 추력변동으로 인한 자려진

동(횡진동, 종진동, 비틀진동)의 회전수에 따른 진동허용기준에 대한 규정이다. 외부진동의 경우 표 3에 보이는 바와 같으며, 자려진동의 경우 국방규격은 그림 2에서와 같이 베어링 하우징과 축에서의 진동레벨로 구분하고 있는데 회전축과 베어링의 진동허용곡선은 각각 ISO 1940 및 표 4에 보이는 ISO 9905의 허용치와 유사하다.^{[1][18]}

한편, 소음시험기준에는 공기소음의 경우 표 5에 보이는 허용기준을 적용하는 ISO 4412/1과 유사한 MIL-STD-470B를 공기소음시험기준으로, 그림 3에 보이는 ISO 2923과 유사한 MIL-STD-740-2를 고체소음시험기준으로 국방규격에 적용하고 있기 때문에 ISO규격을 통일규격의 소음시험기준으로 대체하였다.

표 3. 외부진동 시험기준 비교

| 규격 | 소인 주파수 | 소인시험 | 내구시험 |
|---------------------------------|--|---|--|
| 국방규격 MIL-STD-167-1 type I | 4 ~ 15Hz 16 ~ 25 26 ~ 33 34 ~ 40 41 ~ 50 | 0.762mm, 5분 0.508mm, 5분 0.254mm, 5분 0.127mm, 5분 0.076mm, 5분 | 공진 없을 때 50Hz, 0.076mm 공진 있을 때 공진주파수, 좌 동 각 방향 2시간 |
| 한국산업규격 KSV 8016 | 5 ~ 16Hz 16 ~ 60 | ±1.0mm, 10분 1g, 10분 | 공진 없을 때 16Hz, ±1.0mm 공진 있을 때 공진주파수, 좌 동 각 방향 1.5시간 |
| 통일규격(안) | 5 ~ 16Hz 16 ~ 60 | ±1.0mm, 10분 1g, 10분 | 공진 없을 때 16Hz, ±1.0mm 공진 있을 때 공진주파수, 좌 동 각 방향 1.5시간 |

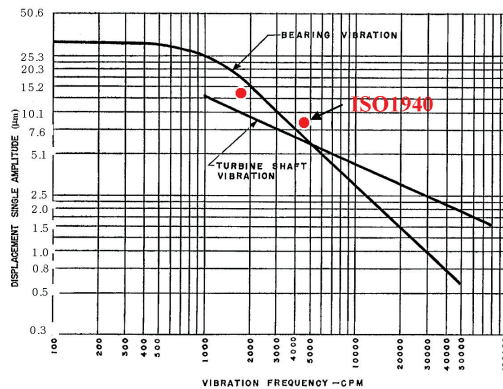


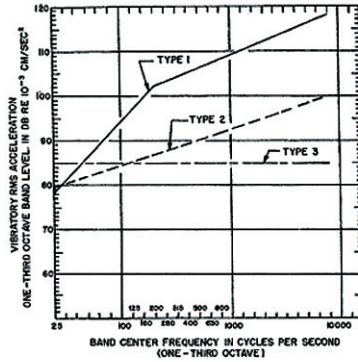
그림 2. 자려진동 허용곡선 (MIL-STD-167-1 type II)

표 4. 회전기계의 자려진동 허용치(ISO 9905)

| 회전속도, N min ⁻¹ | 축심 높이(h) ⁸⁰ 별 진동허용치 rms, mm/s | |
|------------------------------|---|-----------|
| | h ≤ 225mm | h > 225mm |
| N ≤ 1,800 | 2.8 | 4.5 |
| 1,800 < N ≤ 4,500 | 4.5 | 7.1 |
| 수직형 회전기계 | 7.1 | |

표 5. 공기소음 허용기준(ISO 4412/1)

| 측정조건 | 표준 옥타브 ~ 밴드 중심 주파수(Hz) | | | | | | | | |
|-------------|------------------------|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------|
| | 31.5 | 63 | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 | 8000 |
| A - 보정치(dB) | 122 | 117 | 112 | 107 | 97 | 92 | 92 | 92 | 92 |



비고 1 : Type I - 왕복운동 장비, Type II - I 이외의 회전장비, Type III - 기타
 2 : 선저와 연결되지 않고 견고하게 설치되는 장비의 경우
 Type II의 허용곡선에서 15dB 상향조정 가능

그림 3. 함정탑재장비의 운동형식별 고체소음 허용곡선

4. 년차별 통일규격(안) 도출 및 KS 등록 결과

년차별 검토대상 품목과 관련된 국방규격을 국제규격이 부합된 민군겸용이 가능하도록 하여 관련기관(해군, 조달본부, 국방품질관리소, 기술표준원, 선급단체, 제작업체 등)의 의견 수렴 후 통일규격으로 도출하여 KS 규격으로 등록되도록 하였으며, 그 결과를 요약하면 표 6에 보이는 바와 같다. 제정의 경우는 통일규격을 제안하기 전까지 KS규격이 제정되지 않아 본 사업을 통하여 최초로 선박용 규격으로 채택된 것이며, 개정의 경우는 KS규격이 등록되어 있었지만 민군겸용이나 국제규격 부합화에 미흡한 점이 있어 이를 통일규격(안)으로 대체된 규격을 말한다.

년차별로 검토된 국방규격 640여종은 대부분 부품규격이므로 이를 KS 및 미국 군사규격에서와 같이 조립체에 대한 성능형 규격으로 통합하거나 KS 전환하였다.

표 6. 년차별 통일규격 도출 현황

| 년차별 | 등록구분 | 규격번호 | 규격명칭 | 비고 | |
|--------------|------|-----------|-----------------------|---|--|
| 1차년 (5종) | 제정 | KS V 3991 | 해수용 로타리펌프 | 기술표준원 고시 제2003-0541호 (2003.05.28) | |
| | 제정 | KS V 3992 | 선박용 기름 이동 로타리펌프 | | |
| | 제정 | KS V 3993 | 선박용 편흡입 단단형 원심펌프 | | |
| | 제정 | KS V 3994 | 선박용 양흡입형 원심펌프 | | |
| | 제정 | KS V 3995 | 선박용 다단형 원심펌프 | | |
| 2차년 (16종) | 제정 | KS V 3988 | 선박용 구멍 부환 | 기술표준원 고시 제2003-0421호 (2003.04.30) | |
| | 제정 | KS V 3989 | 선박용 소화 호스 물노즐 | | |
| | 제정 | KS V 4002 | 선박용 소화호스 및 관 결합 금속구 | | |
| | 제정 | KS V 3987 | 선박용 구멍동의 | 기술표준원 고시 제2003-0541호 (2003.05.28) | |
| | 제정 | KS V 3996 | 선박용 물노즐 어플리케이션터 | | |
| | 제정 | KS V 3997 | 선박용 소화호스 포말노즐 | | |
| | 제정 | KS V 3998 | 선박용 이동 소화펌프 | | |
| | 제정 | KS V 3999 | 선박용 살수장치용 헤드 | | |
| | 제정 | KS V 4003 | 선박용 소화호스 | 기술표준원 고시 제2003-0589호 (2003.06.04) | |
| | 제정 | KS V 4000 | 잠수용 호흡공기 압축기 | | |
| | 제정 | KS V 4001 | 선박용 이동용 탄산가스 소화기 | | |
| | 제정 | KS V 4004 | 선박용 팽창식 구조정 | | |
| | 제정 | KS V 4005 | 선박용 팽창식 구멍땀목 | | |
| | 제정 | KS V 4006 | 선박용 미수분무 소화장치 | | |
| | 제정 | KS V 4007 | 선박용 냉동장치 | | |
| | 제정 | KS V 4008 | 선박용 포말 소화액 | | |
| 3차년 (24종) | 제정 | KS V 8111 | 선박용 납축전지 | 제2004-0682호(04.09.30) | |
| | 제정 | KS V 4009 | 선박용 유압구동 크레인 | 기술표준원 고시 제2004-0534호 (2004.08.31) | |
| | 제정 | KS V 8864 | 선박용 디젤엔진 구동 발전기 | | |
| | 제정 | KS V 9508 | 선박용 선속계 | | |
| | 제정 | KS V 9509 | 선박용 풍향 풍속계 - 싱크로형 | 제정 예고 | |
| | 제정 | KS V 1(안) | 선박용 단상 변압기 | | |
| | 개정 | KS C 1708 | 교류-직류 변환기 | 제2005-0514호(05.04.01) | |
| | 제정 | KS V 3(안) | 선박용 고무절연 클로로프렌 시스 케이블 | 제2004-0870호(04.11.20) | |
| | 제정 | KS V 8865 | 선박용 랜즈 및 글로브(백열등 용) | 기술표준원 고시 제2004-1166호 (2004.12.30) | |
| | 제정 | KS V 8866 | 선박용 항해등 및 신호등 | | |
| | 제정 | KS V 8867 | 선박용 자기 접화등 | 개정 고시 준비 | |
| | 개정 | KS C 8104 | 고압 수은램프용 안정기 | | |
| | 개정 | KS C 7522 | 네온 램프 | 개정 고시 준비 | |
| | 개정 | KS C 3338 | 폴리에스테르 나일론 동선 | 제2005-0240호(05.05.11) | |
| | 개정 | KS V 8411 | 선박용 램프 홀더 | 제2004-1167호(04.12.30) | |
| | 개정 | KS V 8417 | 선박용 전구 | 개정 예고 | |
| | 개정 | KS V 8424 | 선박용 방수형 백열등 | 기술표준원 고시 제 2004-1166호 (04.12.30) | |
| | 개정 | KS V 8427 | 선박용 백열전구형 투광등 | | |
| | 개정 | KS V 8434 | 선박용 휴대 전등 | | |
| | 개정 | KS V 8445 | 선박용 형광등 | | |
| | 개정 | KS V 8451 | 선박용 방수형 통로 등 | | |
| | 개정 | KS V 8465 | 선박용 주간 신호등 | | |
| | 개정 | KS V 8469 | 선박용 백열전구형 탐조 등 | | |
| | 개정 | KS V 8831 | 선박용 방수형 소형 접속 상자 | | |
| 4차년 (39종) | 제정 | KS V 1(안) | 선박용 비닐절연 비닐시스 전화케이블 | | |
| | 제정 | KS V 2(안) | 선박용 고정 피치형 프로펠러 | | |

표 6. 년차별 통일규격 도출 현황 (계속)

| 년차별 | 등록구분 | 규격번호 | 규격명칭 | 비고 |
|--------------|-----------|--|---------------------|------------|
| 4차년 (39종) | 제정 | KS V 3(안) | 선박용 클러치 | 제정 예고 준비 중 |
| | 제정 | KS V 4(안) | 선박용 스트러트 베어링 | |
| | 제정 | KS V 5(안) | 소형선박용 가변 피치형 프로펠러 | |
| | 제정 | KS V 6(안) | 선박용 조향타 | |
| | 제정 | KS V 7(안) | 선박용 창 닙이 | |
| | 제정 | KS V 8(안) | 선박용 선화 창 | |
| | 제정 | KS V 9(안) | 선박용 디젤엔진 흡배기밸브 | |
| | 제정 | KS V 10(안) | 선박용 가스터빈 | |
| | 제정 | KS V 11(안) | 선박용 감속기어 | |
| | 제정 | KS V 12(안) | 선박용 단식 기름 거르개 | |
| | 제정 | KS V 13(안) | 선박용 쥐 마개 | |
| | 제정 | KS V 14(안) | 선박용 공기 부양식 비닐 펜더 | |
| | 제정 | KS V 15(안) | 선박용 계류 및 표지용 펜더 | |
| | 제정 | KS V 16(안) | 선박용 엔진 흡배기밸브 시트 | |
| | 제정 | KS V 17(안) | 선박용 엔진의 흡배기밸브 가이드 | |
| | 제정 | KS V 18(안) | 선박용 디젤엔진 테스트 밸브 | |
| | 제정 | KS V 19(안) | 선박용 주유구 덮개 | |
| | 제정 | KS V 20(안) | 선박용 엔진 실린더 라이너 | |
| | 제정 | KS V 21(안) | 선박용 엔진 배기관 | |
| | 제정 | KS V 22(안) | 선박용 엔진 피스톤 | |
| | 제정 | KS V 23(안) | 선박용 시동공기 압축기 | |
| | 제정 | KS V 24(안) | 선박용 완충재 충전형 고무 펜더 | |
| | 제정 | KS V 25(안) | 선박용 역 삼투압식 조수기 | |
| | 제정 | KS V 26(안) | 선박용 증기터빈펌프 조석기 | |
| | 제정 | KS V 27(안) | 선박용 스위블 | |
| | 제정 | KS V 28(안) | 선박용 원심 정유기 | |
| | 제정 | KS V 29(안) | 선박용 보일러 | |
| | 제정 | KS V 30(안) | 선박용 고압호스 조립체 | |
| | 제정 | KS V 31(안) | 선박용 주유 구 | |
| | 제정 | KS V 32(안) | 선박용 메탈 베어링 | |
| | 제정 | KS V 33(안) | 선박용 날개형 횡요 감쇄장치 | |
| | 제정 | KS V 34(안) | 선박용 생물화학적 오수처리장치 | |
| | 개정 | KS V 3311 | 선박용 앵커 | |
| | 개정 | KS V 4311 | 선박용 수랭식 4사이클 디젤 주기관 | |
| 개정 | KS V 7238 | 선박용 다공관형 소음기 | | |
| 개정 | KS V 7409 | 선박용 연료유 탱크의 비상 차단 밸브 | | |
| 개정 | KS V 8205 | 선박용 전기 설비 제 204부 : 시스템 설계 - 전동 및 전동 유압 조타 장치 | | |

이 가운데 KS 제정 또는 개정안으로 도출된 통일규격은 국방규격에서 인용한 미국 군사규격이 상당부분 민수 전환과 신제품 개발에 따라 폐지되었기 때문에 최근 ISO, IEC, IMO 등의 국제규격을 부합화한 KS규격으로 대체하고 특수 환경시험기준 가운데 기계적 충격시험 장비를 구성하는 부속장치의 중량과 설치조건에 따라 전자기계 충격시험과 DDAM으로 적극적으로 대체하도록 권장하였다.

1) 1차년도 : 펌프 및 펌프 구성부품 관련규격

국방규격 25종은 대부분 펌프 구성부품에 대한 규격이고 펌프의 종류가 디젤엔진에 부착된 고무임펠러형 해수

펌프, 원심펌프, 기어펌프와 전동기로 구동되는 양흡입 원심펌프, 다단펌프로 구분할 수 있기 때문에 이를 5종의 펌프 조립체(해수용 로타리펌프, 기름용 로타리펌프, 편흡입 원심펌프, 양흡입 원심펌프, 다단형 원심펌프)에 대한 민군겸용 통일규격으로 도출하여 기술표준원 고시 제2003-0541호(2003.05.28)에 의거 KS규격으로 등록하였다.

2) 2차년도 : 소화·구멍장비 및 냉난방장비 관련규격

소화펌프, 냉난방장치, 소화장비, 구멍장비에 대한 국방규격 44종을 KS, MIL, IMO, KR 및 정부형식승인규격과 비교하여 통일규격 24종을 KS제정(안)으로 도출하고 선풍기, CO₂ 고정장치, 소화용 도끼와 관련된 5종의 국방규격은 KS전환하였다. 구멍장치와 소화장치는 대부분 IMO(국제해사기구)의 SOLAS(해상인명안전협약)를 적용하여 정부형식승인 대상품목에 해당하며, 미국해군에서도 국제규격을 적용하여 이미 민수 전환한 바 있다.

3) 3차년도 : 전기·제어 및 항해장비 관련규격

144종의 국방규격 가운데 변압기, 변환기, 전선, 조명장비, 축전지, 발전기, 선속계, 크레인 등의 93종은 KS제·개정안으로 통일규격을 도출하고 51종은 KS전환토록 하였다. 표 15에 보이는 24종의 통일규격은 KS제정 11종, KS 개정 14종으로 구분된다. 나머지 검토대상 국방규격 가운데 85종은 최근에 제정되어 5년이 경과하지 않는 국방규격이나 KDX-II에 탑재되는 무기체계 장비의 전원공급용 터미널 서버용 회로용 기관 등은 특수용도이므로 민·군 겸용이 불가능하기 때문에 유지하는 것으로 정리하였다.

4) 4차년도 : 주기관, 보일러, 보조기계, 갑판장비, 배관장치 관련규격

177종의 국방규격 가운데 121종은 KS제정, 10종은 KS개정, 나머지 48종은 KS전환토록 하였다. 비닐절연 비닐시스 전화선의 경우는 당초 3차년도 검토대상 품목으로 국제규격 부합화에 따라 제정된 KS C IEC60092-350을 적용하여 전환토록 하였으나, 성능시험이나 전선의 구조에 대한 규정이 미흡하여 이를 보완한 것이다.

(1) KS V-1 제정안(전화선) : KS규격의 성능 및 시험기준이 사용상 미흡하고 선심의 꼬임 수에 따라 2종으로 구분된 것을 전선의 시스종류와 외부보호 상태에 따라 구분하고 시험 종류에 가열감량시험과 시스의 도금 시험을 추가함으로써 현장적용이 가능한 통일규격을 제정하였음. 관련된 국방규격은 6145-0074, 1229, 1276 3종임.

(2) KS V-2 제정안(FPP) : 고정 피치형 프로펠러의 KS 규격이 없으며, 프로펠러 관련 국방규격 5종은 함정의 종류 및 프로펠러 형상별로 설계도면에 따라 적용되는 상세형 규격이므로 MIL의 고정 피치형 프로펠러 통칙을 근거로 하여 민군겸용 통일규격으로 도출함.

(3) KS V-3 제정안(클러치) : KS B 4081(유압 다판식 클러치)는 육상용 클러치를 규정하고 있어 선박의 추진 장치에 사용이 불가능하므로 미 국방규격 MIL-C-18087A(SH)를 근거로 4종(변속형 유압, 변속형 마찰, 원심력 이용형, 자동제어 변속형)으로 구분하여 진동, 충격, 소음시험을 추가하여 선박용 클러치에 대한 통일규격으로 도출함.

(4) KS V-4 제정안(스트러트 베어링) : KS규격은 프로펠러 부착부에 대한 규격으로 고무재료 베어링에 대한 규격은 없기 때문에 미 국방규격 MIL-B-1792(선미재 고무베어링)의 규격을 근거로 모든 선박이나 함정의 고무로 된 원통형 및 터널형 선미베어링에 적용가능토록 함.

(5) KS V-5 제정안(CPP) : 가변 피치형 프로펠러 KS규격이 없으며, 가변피치 프로펠러에 대한 국방규격은 부

- 품규격이므로 미국 군사규격 DOD-A-17254A(가변피치 프로펠러)를 근거로 선박용 가변피치 프로펠러의 통일규격으로 도출함.
- (6) KS V-6 제정안(조향 타) : KS V 1211(소형 선박용 러더 캐리어) 규격은 조향 타를 구성하는 부품규격이므로 타두, 핀틀, 부상, 캐리어 등을 조립한 러더 전체의 규격을 KS 기관규정(타)의 규격을 일부 인용하여 러더의 종류를 6종으로 구분하고, 수밀시험과 강도시험을 추가하여 통일규격을 제정함.
- (7) KS V-7 제정안(윈도우 와이퍼) : 윈도우 와이퍼에 대한 KS규격이 없기 때문에 구매요구 사양서를 근거로 블레이드를 위주로 한 국방규격에 구동장치인 전기모터의 전기적 시험, EMI시험, 진동시험 및 소음시험을 추가하여 통일규격으로 제정하였음.
- (8) KS V-8 제정안(선회창) : 선회창의 KS규격은 없으며, 국방규격에서 누락된 경사시험과 누수시험을 구매 사양서를 근거로 추가하여 통일규격을 제정하였음.
- (9) KS V-9 제정안(흡·배기밸브) : 엔진의 흡배기밸브에 대한 국방규격 9종은 부품규격으로 재료와 가공치수 등에 대한 규정에 치중하고 있기 때문에 KS R 3005(자동차 기관용 밸브)를 토대로 밸브에 조립되는 코터의 조립상태를 감안하여 선박용 엔진에 적용 가능토록 함.
- (10) KS V-10 제정안(가스터빈) : 가스터빈에 설치되는 연속 발생기 모듈, 연료조절 모듈 및 가스터빈 제어장치에 대한 국방규격 3종을 통합한 가스터빈 제어장치의 통일규격을 MIL-E-17341(합정용 가스터빈 엔진) 및 제어반, 여과기에 대한 국방규격을 근거로 하여 제정하였음.
- (11) KS V-11 제정안(감속기어) : 선박용 감속기어는 디젤엔진이나 가스터빈을 병렬구동하거나 추진기를 전진 혹은 후진시키기 위해 주 기관과 추진기 사이에 부착되는 것으로 기어, 클러치, 제동장치 등의 부속장치로 조립된다. 국방규격은 부품규격이므로 MIL-C-18087(합정 추진용 감속기어)와 국방규격을 조합하여 추진 장치용과 보조기계 장치용의 감속기어 조립체에 대한 통일규격을 제정하여 선박용 감속기어 모든 형식에 적용되도록 하였음.
- (12) KS V-12 제정안(오일 필터) : 연료유 및 윤활유에 사용되는 필터 엘리먼트와 조립체에 대한 국방규격을 통합하여 KS V 7212(선박용 복식 기름거름개)와 MIL-F-3623(윤활유용 여과기 엘리먼트)을 토대로 엔진에 공급되는 연료유와 윤활유의 여과를 위해 사용이 가능한 여과기 조립체에 대한 성능형 규격을 제정하였음.
- (13) KS V-13 제정안(취 마개) : 함정이 부두에 정박 중 위의 출입을 막는 취 마개에 대한 KS규격이 없기 때문에 MIL-G-2767C(취 마개)를 토대로 모든 선박에 적용 가능토록 함.
- (14) KS V-14 제정안(플라스틱 펜더) : 공기부양식 플라스틱 펜더에 대한 국방규격은 KS V ISO 17537(공기부양식 고무 펜더)와 외부의 피복재가 달라서 적용할 수가 없기 때문에 MIL-F-23788A(비닐펜더)를 토대로 국방규격을 보완하여 통일규격을 제정하였음.
- (15) KS V-15 제정안(표지용 부이) : 표지용 부이에 대한 국방규격과 KS V 3318(앵카 부이)은 용도와 구조가 상이하여 1:1 전환이 불가능하여 MIL-B-16115G(계류 및 표지용 부이)를 토대로 선박의 계류 및 표지(앵카 표지 포함)를 위해 공통으로 사용할 수 있는 통일규격을 제정하였음.
- (16) KS V-16 제정안(흡·배기밸브 시트) : 흡·배기밸브에 대한 국방규격 3종은 부품규격으로 엔진의 형식에 따라 치수 및 구조가 상이하지만, 형상이 버섯형 흡·배기용 밸브의 시트로 사용되는 것은 동일하므로

민수선박의 디젤엔진에 사용되는 흡·배기밸브와 결합되는 밸브시트를 삽입형(인서트)과 조립형으로 구분하여 모든 선박의 디젤엔진 흡·배기밸브의 시트에 대한 재료, 가공 및 성능에 관련되는 기준을 중심으로 통일규격을 제정하였음.

- (17) KS V-17 제정안(흡·배기밸브 가이드) : 밸브가이드에 대한 국방규격 2종은 엔진의 흡·배기밸브를 실린더 헤드 또는 밸브 조립체(valve cage)와 조립되어 밸브의 상하운동 중 밸브 스프링이 좌우로 요동하지 않도록 하여 밸브시트에 정확하게 접합되도록 하는 것으로 KS R 3006(자동차 기관용 밸브 가이드)과 유사하지만 국방규격에서 요구하는 원통도와 밸브와의 조립을 위한 측정부의 규정을 보완하여 통일규격으로 제정하였음.
- (18) KS V-18 제정안(테스트밸브): 선박용 디젤엔진의 실린더 헤드에 설치되는 테스트밸브에 대한 국방규격 4종은 대부분 GM엔진용이지만 밸브의 구조와 치수 및 사용재료가 상이하고, 재료 및 가공방법에 대한 기준이므로 이를 MIL-V-24086A(1/4" 및 1/2" 니들밸브)에 대한 규정을 보완하여 수압시험 및 충격시험 등의 성능시험기준을 보완하여 선박용 디젤엔진 대부분의 테스트밸브에 적용 가능한 통일규격을 제정하였음.
- (19) KS V-19 제정안(주유구 덮개) : 국방규격의 주유구 덮개는 볼트 조립형이므로 KS V 3011(선박용 측심관 덮개)를 참고하여 볼트 조립형과 민수선박에서 많이 사용되는 힌지 형을 복합한 통일규격을 제정하였음.
- (20) KS V-20 제정안(실린더 라이너): 실린더 라이너에 대한 국방규격 5종은 엔진의 형식별로 제정된 것이므로 KS R 3002(자동차 기관용 실린더 라이너)를 참고하여 선박용 4행정엔진 뿐만 아니라 2행정 엔진에도 적용 가능한 실린더 라이너에 대한 통합규격으로 제정하였음.
- (21) KS V-21 제정(엔진 배기관) : 국방규격은 재료 및 가공에 대한 기준을 다루고 있어 배기소음 저감효과 등의 성능시험기준을 KS V 7252(배기관 장치)와 MIL-M-52590(내연기관용 소음기)을 토대로 선박용 엔진의 배기관에 대한 통합규격을 제정하였음.
- (22) KS V-22 제정안(피스톤) : 피스톤에 대한 국방규격 3종은 엔진형식에 따라 적용되는 피스톤의 재료 및 가공에 대한 기준이고, KS R 3003(자동차 기관용 피스톤)은 알루미늄 재료의 피스톤에 대한 규격이므로, 선박용 엔진에서 많이 사용되는 주철재료 피스톤을 포함한 모든 종류의 피스톤에 적용이 가능한 통합규격을 제정하였음.
- (23) KS V-23 제정안(시동공기 압축기) : 상용압력의 공기압축기는 이미 상용전환상태이지만 선박의 디젤엔진 압축공기에 의한 시동용 압축기의 규격은 KS규격이 없기 때문에 시동공기압축기의 구성부품인 실린더, 헤드, 연접봉, 베어링, 밸브 등의 국방규격을 KS B 6236(소형 왕복 공기 압축기) 및 MIL-C-16645A(전동기 구동 엔진시동용 공기압축기)를 토대로 모든 선박용 엔진의 공기시동 압축기 조립체에 적용가능한 성능형 규격을 제정하였음. 특수선의 경우에만 MIL-S-901D의 기계적 충격시험을 적용하고 제어반, 계기류 등의 경량부품은 KS 규격의 전자기적 충격시험을 할 수 있도록 하였음.
- (24) KS V-24 제정안(완충재 충전형 고무펜더) : 선박이 타 선박이나 부두에 계류할 때 충격을 완화시켜 선체의 손상을 방지하기 위해 사용되는 펜더의 종류에는 외피와 내피의 재료, 충전 재료의 형상과 재료, 기계적 특성에 따라 다양하므로 각각의 펜더에 적용되는 규격이 요구된다. 국방규격은 고무스펀지 충전형 고무펜더이므로 이를 민수선박에도 적용이 가능한 펜더의 규격을 KS V ISO 17357(공기 부양식 고무펜더) 및

- MIL-F-29248(발포제 충전 팬더)을 토대로 제정함.
- (25) KS V-25 제정안(역 삼투압 조수기) : 선박이나 잠수함, 수상함에 널리 탑재되고 있는 역 삼투압 조수기에 대한 국방규격 2종은 MIL규격을 토대로 제정되었으며, 특수 환경시험(충격 및 소음)을 제외하고는 민수선박에도 적용이 가능하므로 MIL규격과 구매요구사항서(2HD-502001-00)를 보완하여 통일규격을 제정하였음.
- (26) KS V-26 제정안(펌프 조속기) : 증기터빈으로 구동되는 선박용 보조기계인 보일러 급수펌프, 복수펌프, 화물펌프, 소화펌프 등의 비교적 토출 량과 압력이 높은 원심펌프의 유량 및 압력을 원격으로 조절하기 위한 증기터빈 조속기에 대한 국방규격은 구성부품의 재료 및 가공 위주의 규격이므로 KS V 4211(선박용 증기터빈 주기 육상시험 방법)의 시험기준과 MIL-T-17523D(기계구동 증기터빈)의 보조기계 구동 증기터빈의 기계식 조속기에 대한 구조 및 성능에 대한 규정을 보완하여 증기터빈의 모든 종류의 조속기(주조속기, 비상조속기, 과속도 차단장치 및 비상차단장치)에 대한 통일규격을 제정하였음.
- (27) KS V-27 제정안(스위블) : 선박의 하역작업을 위한 인양 훅, 계류용 펜더, 표지용 부이 등을 로프에 연결되도록 하는 스위블에 대한 국방규격 3종은 부품의 구성, 사용재료 등이 유사하지만 인양하중에 따라 외형 치수가 상이할 경우 별도로 제정된 상세형 규격으로 성능 및 시험기준이 미흡하여 MIL-S-30506(부이용 새클)의 스위블의 종류, 구조에 대한 규정을 보완하여 통일규격을 제정하였음.
- (28) KS V-28 제정안(정유기) : 선박의 연료유 및 윤활유에 사용되는 원심식 정유기의 부품(마찰 링, 분리기) 및 조립에 대한 국방규격 4종을 통합하고, KS V 6611의 성능시험기준 및 MIL-P-20632B(SH)(원심식 연료유/윤활유용 정유기)의 과속도 시험을 추가하여 통일규격 도출함.
- (29) KS V-29 제정안(보일러) : 선박의 추진을 위해 증기터빈에 공급되는 고압증기를 발생하는 주 보일러와 보조보일러의 부품 및 보조보일러 조립체에 대한 국방규격 12종은 내화벽돌, 모르타르, 내화물 및 브랭킷에 대한 KS규격(KS V-3201, 3202, 3513, 9104)을 보완하여 보일러 조립체에 대한 성능형 규격으로 제정하였다. 특히 특수선에 적용되는 소음시험과 충격시험을 MIL-B-18381D(SH)(함정용 고압 보일러)를 활용하여 추가하여 민·군 겸용이 가능토록 함.
- (30) KS V-30 제정안(고압호스) : 선박의 주 기관, 보조기계 및 갑판기계의 유압장치에 사용되는 고압호스에 대한 국방규격 7종은 사용압력과 호스의 치수에 따로 별도로 제정되고 인용규격이 대부분 KS B 6383(액압용 섬유보강 고무호스)을 이용하고 있으나 KS 및 MIL-H-24136A(SH)(액압용 섬유보강 고무호스 조립체)의 저온성, 내진공성, 내노화성능 등의 규정이 누락되어 이를 보완하여 성능형 규격으로 제정하였음.
- (31) KS V-31 제정안(주유구) : 선박의 연료유 및 윤활유를 공급받는데 사용되는 주유구는 모든 선박에 설치되고 있지만, KS규격이 없기 때문에 주유구에 대한 국방규격 및 MIL-F-8839A(윤활유 보급용 배관재)를 토대로 통일규격을 제정하였음.
- (32) KS V-32 제정안(메탈베어링) : 선박용 엔진 및 기계장치에 사용되는 메탈베어링(슬리브, 추력베어링)에 대한 국방규격 11종은 엔진의 형식에 따라 베어링 치수 및 재료의 사용이 상이하여 별도로 제정되어 있음. KS규격(KS R 3001)의 반분할 미끄럼 베어링의 통합규격에 대한 미 국방규격 MIL-B-18189B(메탈베어링) 및 DOD-B-24668(잠수함 추진축에 사용되는 추력베어링)의 성능 및 충격시험기준을 보완하여 수상함이나 잠수함 또는 민수선이나 함정의 모든 반분할 미끄럼베어링에 적용가능토록 함.

- (33) KS V-33 제정안(함 안정기) : 고속선박의 주행 중 선체의 동요를 저감시키는 날개형 횡요 감쇄장치는 국방규격은 물론 KS 및 MIL 규격에도 없기 때문에 최근 국내 고속선박 건조 실적이 증가하고 있음을 감안하여 구매요구 사양서를 근거로 격납식과 유압모터 구동형 감쇄장치를 추가하여 민·군 겸용 통일규격인 KS V-33 제정(안)을 제정하였음. 감쇄장치의 전기장치와 부속장치에 대한 충격시험은 전자기적 충격시험을 활용할 수 있도록 충격시험을 보완하여 통일규격을 제정하였음.
- (34) KS V-34 제정안(오수처리장치) : 오수처리장치는 IMO 해양오염방지협약(MARPOL)의 규격강화로 대양을 항해하는 모든 선박에 의무적으로 탑재해야하는 장치이며, 국방규격도 이를 근거로 제정되었으며, 정부형식승인기준(해양수산부 고시 제 1993-50호)로 제정된 분뇨처리장치 또한 IMO규격을 근거로 하고 있지만 함정의 특수 환경시험에 해당하는 진동 및 충격시험기준이 미흡하여 미국국방규격 MIL-S-24603A(Swage Comminutor, and Associated Motor, Controller, and Drive Mechanism for Shipboard Use)의 진동 및 충격시험기준을 보완하여 민·군 겸용이 가능한 통일규격으로 KS V-34 제정안을 도출하였음.
- (35) KS V 3311 개정안(앵커) : KS V 3311의 선박용 앵커 규격은 함정에 사용되는 비자성체 앵커에 적용할 수 없고, 국방규격의 경우 함정의 종류와 앵커의 중량에 따라 별도로 제정된 국방규격 5종은 PB, LST, 소화함 등의 함정별, 앵커 형식별로 요구하는 성능기준이 상이하므로 이를 통합하고, MIL-A-15707D(경중량 앵커)에서 요구하는 내력시험과 비자성시험이 미흡하기 때문에 KS규격에 이를 보완하여 통일규격으로 개정하였음.
- (36) KS V-4311 개정안(디젤엔진) : 선박용 수랭 4행정 디젤엔진의 조립체에 대한 국방규격은 역전장치가 부착되어 함정 추진장치에서 요구하는 성능 및 검사방법을 규정하고 있기 때문에, 선박용 수랭 4사이클 디젤 주기관에 대한 KS V 4311 규격에 진동, 소음, 충격, 경사에 대한 MIL-E-23457B(ships)(함정용 증속주·보기용 디젤엔진)의 특수 환경시험기준을 추가하여 민·군 겸용이 가능한 선박용 수랭 4사이클 디젤 주기관의 통일규격으로 개정하였음.
- (37) KS V 7238 개정안(머플러) : 선박용 내연기관의 배기소음을 저감시키기 위한 머플러에 대한 국방규격은 MIL-M-52590B(일반용 내연기관 배기 소음기)의 소음저감, 배기누출, 배기배압, 내식성 등의 성능 및 시험기준이 누락되어 이를 추가하고 KS V 7238(선박용 다공관형 드레인 소음기)의 아연도금시험을 보완하여 민·군 겸용 통일규격으로 개정하였음.
- (38) KS V 7409 개정안(레버식 게이트밸브) : 선박의 연료탱크나 육상 저유시설에 사용되는 레버작동 비상차단밸브에 대한 국방규격은 레버 위치가 밸브 핸들과 같은 방향으로 설치된 고압형 밸브로 구분하여 KS V 7409에 추가하여 민·군 겸용 통일규격으로 개정하였음. 내압시험 압력을 사용압력이 상이할 경우에도 적용할 수 있도록 사용압력을 도입하였음.
- (39) KS V 8205 개정안(조타기) : 선박 운항 중 주행방향을 조종하는 조타기는 매우 중요한 탐재장비의 하나이지만 아직까지 국방규격은 제정된 바 없으며, 신조함정의 경우 이에 대한 구매요구 사양서의 요구사항 및 시험기준을 적용하여 조타기의 적정성을 판단하고 있다. 따라서 구축함용 조타기의 구매요구 사양서의 시험기준과 MIL-S-17803(전동유압 조타기)의 온도환경시험기준을 추가하여 KS V 8205(전동 및 전동·유압 조타장치)를 개정하여 민·군 겸용 통일규격으로 도출하였음.

5. 결 론

4년간의 함정탑재장비 관련 국방규격의 통일화사업을 수행한 결과는 아래와 같이 요약된다.

- 함정 및 민수선박의 장비목록, 사양서, 국방규격 등의 기술자료(KS, MIL, IMO, ISO, IEC 등) 1,000여종을 수집하였으며, 이를 이용하여 년차별 검토대상 탑재장비의 선정 및 국방규격 정비방안을 도출하였다.
- 선박용 펌프, 구멍·소화장비, 전기·제어장치, 항해·조명장비, 동력·추진장치, 보조기계, 갑판기계, 해양오염방지장치, 배관장치 등의 탑재실적 조사 및 통일화에 따른 경제적 효과분석
- 함정 및 민수선박의 성능에 크게 영향을 미치는 추진·동력, 갑판·보조기계 등의 탑재장비 관련 국방규격 국제규격 부합화, 통일화에 의한 KS 제·개정 및 전환 640여 종
- 소화펌프, 항해등, 조수기에 대한 특수 환경시험(진동, 소음, 충격)을 실시하여 민수장비의 함정탑재 가능성을 확인하고 경량 소형 제어반, 부속장치에 대한 충격시험을 MIL-S-901D에서 요구하는 기계적 충격시험 대신 전자기적 충격시험으로 대체토록 규격통일
- 중량 대형장비의 경우에도 충격시험시간, 절차, 비용 등이 기계적 충격시험에 유리한 동역학적 충격해석방법으로 대체하고 충격시험 레벨을 독일해군의 충격시험규격 BV-043 및 DDAM에서와 같이 함정의 종류와 장비의 설치장소에 따라 조정해야 한다.
- 규격통일화에 따른 경제적 효과는 규격관리비 2.7억원/년, 시험경비 20% 이상, 정비유지를 위한 부품 및 대체장비의 조달경비 10% 이상 절감할 수 있다.
- 국내 함정의 충격성능을 확인하기 위해 적용되는 충격시험 및 설계기준을 보다 정확하게 분석하고 국내 실정에 적합한 성능시험방법을 확립하기 위해서는 충격시험 성능평가를 위한 추가적인 연구가 수행되어야 한다.

❁ 참고 문헌

- [1] 정균양, 이수목, 선박진동 평가기준에 관한 국제표준화기구(ISO)의 개정 동향, 技術現代, Vol. 18, No. 1, 1999
- [2] 신윤길 외, 함정 탑재장비의 내충격성 평가, 옥포 조선 기술, 제2호, 통권 제52호, 2001
- [3] 김극수 외, 선내 탑재 장비용 마운팅 시스템의 진동특성 평가 프로그램 개발, 옥포 조선 기술, 제1호, 통권 제 51호, 2001
- [4] Cunniff, P.F. and O' Hara G.J., A Procedure for Generating Shock Design Values, Journal of Sound and Vibration, Volume 134, No.1, 1989
- [5] BV043(Draft 1984), Shock Resistance- Experimental and Mathematical Proof, Building Specification for Ships of the Federal Armed Forces, March 1985(in English)
- [6] MIL-STD-810F, Department of Defense Test Method Standard for Environmental Engineering Considerations and Laboratory Tests, Jan. 2000
- [7] MIL-STD-202G, Department of Defense, Test Method Standard- Electronic and Electrical

Component Parts, Feb. 2002

- [8] 국방부, 민군 규격통일화사업, 국내·외 규격조사 분석, 국방품질관리소 연구보고서 DQAA-03-881-R, 2003. 8
- [9] 산업자원부, 선박부품 로드 맵 기술개발사업, 한국산업기술재단, 2003. 6.
- [10] Blazek S.M., Philosophy in the Shock and Vibration Bulletin, No.23, pp25~30, 1956
- [11] 해양수산부 고시 제2001-73호, 선박용 물건의 형식승인 및 시험기준 및 검정기준, 2002. 9.
- [12] 한국선급, KR Rules & Trans Version 6.0 , 2002. 7.
- [13] JIS C 3410, Cables and flexible cords for electrical equipment of ships('99)
- [14] 해군 조함단, 함정의 소음/충격/진동 설계 및 관리 지침서, 2003
- [15] NAVSEA 0908-SP-000-3010, Shock Design Criteria for Surface Ships, Sept. 1995
- [16] Hartsough, K., The Navy Shock Qualification Process, Lecture Note of Tutorial Course in 73rd Shock & Vibration Symposium, 2002.
- [17] Spang, K., Underwater Explosion Tests with the Swedish Full-Scale Test Section "STALMYGGAN", Interpretation of Results of Shock Measurements, Shock and Vibration Bulletin, Vol. 43, 1973
- [18] 국방부, 민군규격통일화사업, 함정탑재장비의 규격통일 및 민수장비의 통합방안 연구, 한국기계연구원 보고서 DQAA-04-1007-R, 2004. 8.



김 영 주

- 한국기계연구원 에너지기계연구센터 책임연구원
- 관심분야 : 선박동력/추진, 축계진동, 회전체동역학, 유막베어링, 진동감쇄댐퍼
- E-mail : yjukim@kimm.re.kr