

군수품 환경시험을 위한 한반도 해수 온도 및 염분 기준 설정에 관한 연구[†]

김영래¹ · 윤재형² · 나재현³ · 김장은⁴ · 김시욱⁵ · 김동길⁶ · 홍연웅⁷

¹²³⁴⁵국방기술품질원 · ⁶경일대학교 로봇공학과 · ⁷동양대학교 경영학과

접수 2017년 5월 30일, 수정 2017년 6월 22일, 게재확정 2017년 6월 29일

요약

환경시험은 시험대상품이 수명주기 동안 겪을 수 있는 환경에 노출되었을 때 정상기능을 수행할 수 있는지 확인하는 과정이다. 군수품의 경우 민수품과는 달리 극한 환경에 노출되는 경우가 많으므로 환경시험에 대한 중요성은 상당히 높다고 할 수 있다. 하지만, 한반도 내에서 운용하는 무기체계 환경시험 기준 설정을 위한 기후 데이터는 거의 없는 실정이다. 수출용 군수품의 경우 운용 환경이 전 세계이므로 전 세계 기후 데이터 기반으로 환경시험 기준을 테일러링 하는 것이 타당하다, 그러나 국내에서만 사용하는 군수품을 전 세계적 환경시험 기준으로 설계/제작할 경우 과도한 설계로 인해 불필요한 비용이 발생할 수 있다. 따라서, 본 논문에서는 한반도 주변 해수의 온도와 염분에 대한 분석 결과를 제시하였다. 이 분석을 통해 환경시험 중 염분부무시험 기준으로 활용할 수 있는 한반도 주변 해수의 최고 온도, 최고 염분, 온도와 염분의 발생빈도값을 산출하였다.

주요용어: 발생빈도값, 수온, 염분, 한반도 해역, 환경시험.

1. 서론

환경시험은 시험대상품이 수명주기 동안 겪을 수 있는 환경에 노출되었을 때 정상 기능을 수행할 수 있도록 설계/제작되었는지 확인하는 과정이다. 특히, 군수품의 경우 민수품과는 달리 극한 환경에 노출되는 경우가 많으므로 환경시험에 대한 중요성은 상당히 높다고 할 수 있다.

미국 군수품의 경우 일반적으로 최신 환경시험 표준인 MIL-STD-810G (군수품 환경 적합성 평가)를 이용하여 환경시험을 수행하며, 이 표준은 전 세계적으로 이용되고 있다. 하지만, MIL-STD-810G는 시험 기준값을 시험대상품의 수명주기프로파일 (LCEP; life cycle environment profile)에 따라 테일러링 (tailoring) 하도록 되어 있다. 그리하여 미 국방부는 테일러링 시 적용할 수 있는 ‘군수품 개발을 위한 세계 기후 데이터’ MIL-HDBK-310을 제작하여 세계 권역별 기후 데이터를 제공하고 있다. 그러나

[†] 이 논문은 2015년 민·군기술협력사업 (Civil-Military Technology Cooperation Program)의 지원으로 수행된 연구임 (No. 15-DU-UNI-04).

¹ (42037) 대구광역시 수성구 동원로 28길 52-8, 국방기술품질원, 연구원.

² (42037) 대구광역시 수성구 동원로 28길 52-8, 국방기술품질원, 연구원.

³ (42037) 대구광역시 수성구 동원로 28길 52-8, 국방기술품질원, 연구원.

⁴ (42037) 대구광역시 수성구 동원로 28길 52-8, 국방기술품질원, 연구원.

⁵ (42037) 대구광역시 수성구 동원로 28길 52-8, 국방기술품질원, 선임연구원.

⁶ (38428) 경상북도 경산시 하양읍 가마실길 50, 경일대학교 로봇공학과, 교수.

⁷ 교신저자: (36040) 경상북도 영주시 풍기읍 동양대로 145, 동양대학교 경영학과, 교수.

E-mail: hong@dyu.ac.kr

MIL-HDBK-310에서 해수 온도는 전세계의 최고/저 해수 온도와 그 발생빈도값 (FOO; frequency of occurrence)만 제시되어 있으며, 염분의 경우 홍해와 아라비아해의 평균 및 최고 염도만을 제시하고 있다.

국내에는 환경시험 표준으로 KDS 0010-0003 (국방환경시험표준, 1975)이 제정되어 있으나, KDS 0010-0003은 MIL-STD-810B의 일부분을 번역 제정한 것으로 과거 미국 환경시험 표준을 준용하고 있는 실정이다. 따라서, 환경시험의 기준값은 MIL-HDBK-310의 전세계 기후 데이터를 이용한다고 볼 수 있다.

수출용 군수품의 경우 사용환경이 전 세계이므로 전 세계 기후 데이터 기반으로 환경시험 기준을 테일러링 하는 것이 타당하다, 하지만, 국내에서만 사용하는 군수품을 전 세계적 환경시험 기준으로 설계/제작할 경우 과도한 설계로 인해 불필요한 비용이 발생할 수 있다. 그러므로 한반도 주변의 기후 분석을 통해 군수품의 개발 및 운용유지비용의 절감을 기대할 수 있다.

본 연구에서는 한반도 주변 해수의 온도와 염분에 대한 분석 결과를 제시한다. 분석 데이터는 1961년부터 2014년까지 한반도 주변 해역 207개 지점에서 측정된 자료를 이용하였다. 이 분석을 통하여 한국형 환경시험 기준으로 사용할 수 있는 한반도 주변 해수의 수온 및 염분의 최고값과 발생빈도값을 제시한다.

2. 한반도 주변 해수 온도 및 염분 데이터 수집

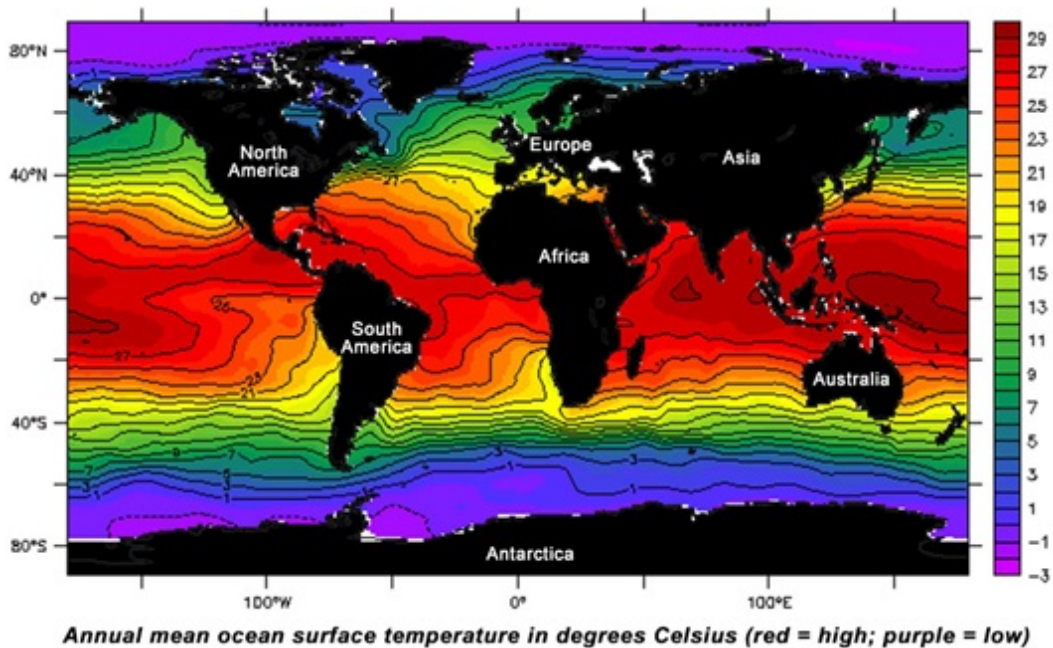


Figure 2.1 The water temperature distribution of seas in the world (NASA)

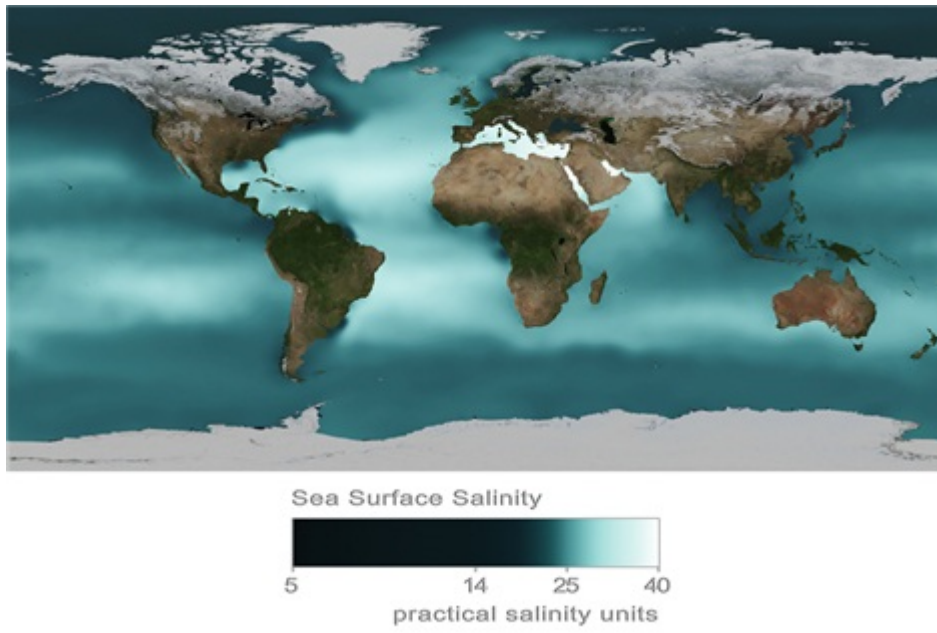


Figure 2.2 The salinity distribution of seas in world (NASA)

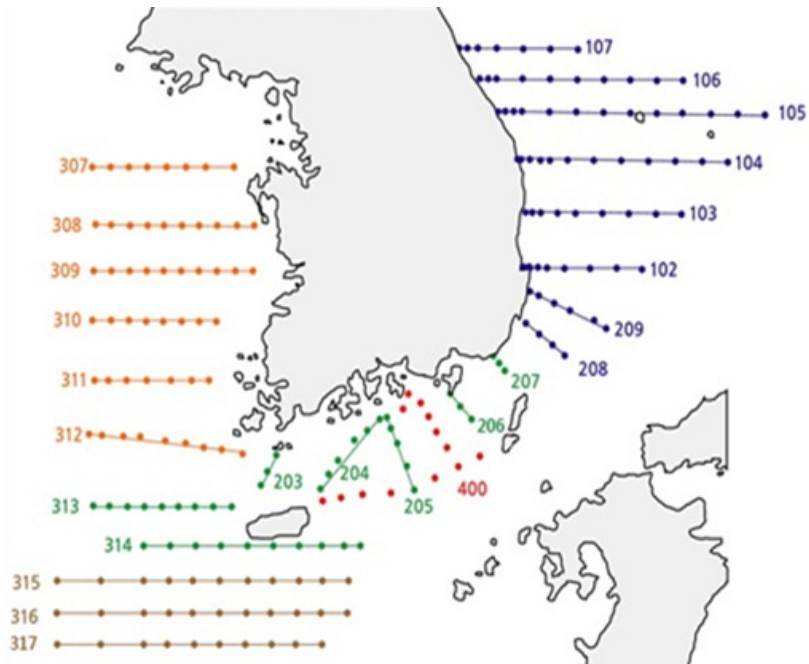


Figure 2.3 The acquisition points in the Korean coastal seas

Figure 2.1의 NASA에서 발표한 해수면 온도 분포 자료를 보면 전 세계의 연 평균 해수 온도는 $-3 \sim 29^{\circ}\text{C}$ 의 분포를 갖는 것을 확인할 수 있다. 또한, Figure 2.2에서 전 세계의 해수 염분 분포는 약 25 ~ 40psu (practical salinity units)임을 알 수 있다. 하지만, 이 자료를 통해 한반도 주변 해수 온도 및 염분에 대한 상세 데이터를 획득하기는 어렵다.

본 연구에서는 한반도 주변 해수 온도 및 염분 데이터를 이용하였으며, 이는 한국해양자료센터 홈페이지의 정선해양 관측정보 탭에서 확인할 수 있다. 한반도 주변 해역의 해양 관측 자료 수집 위치는 동해, 서해, 남해, 동중국해로 구분되어 분포하고 있으며, 총 25개 정선의 207개 정점에서 데이터가 측정된다. 또한, 각 정점은 표층수인 수심 0m부터 500m까지 14개 수심의 해수 온도 및 염분 데이터를 수집한다. 수집된 데이터는 1961년부터 2014년까지의 정점, 수심별 수온 및 염분 데이터이며, 총 수집된 데이터의 크기는 수온 378,078건, 염분 368,172건이다. 한반도 주변 해역의 정선관측지점 위치도는 Figure 2.3과 같다.

3. 한반도 주변 해수 온도 데이터 분석

측정된 한반도 주변 해역의 수온 데이터 분포를 그려보면 Figure 3.1과 같다. 하지만, 정선 및 정점별 관측 데이터의 수가 적게는 10건에서 많게는 4,000여 건으로 서로 상이하기 때문에 전체 수온 데이터에 발생빈도법을 적용하기는 어렵다. 또한, 본 연구의 목적 자체가 한반도 주변 전체 해역의 최고 수온과 발생빈도값을 제시하는 것이므로 해역 구분 없이 관측치를 분석하였다.

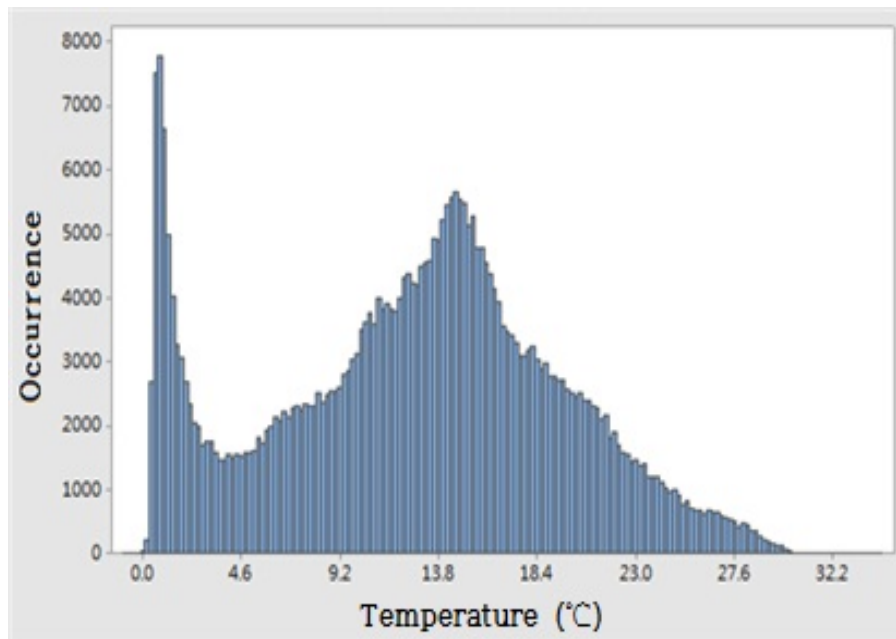


Figure 3.1 The distribution of acquired water temperature in the Korean coastal seas

Figure 3.2에서 한반도 주변 전체 해역의 연도별 수온 분포를 살펴보면 평균 수온은 변화가 거의 없는 것을 확인할 수 있다. 따라서, 수온의 발생빈도값 산출 시 연간 수온변화를 무시할 수 있을 것으로 판단된다.

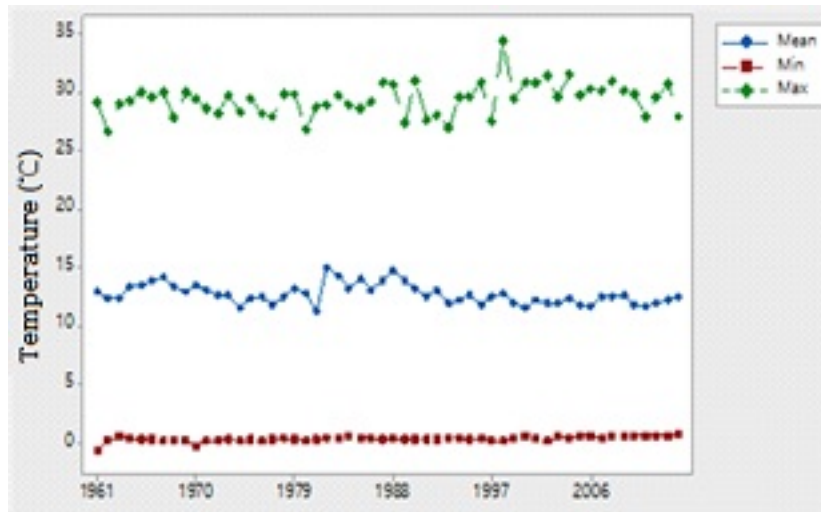


Figure 3.2 The water temperature trend in Korean coastal seas

Table 3.1 The water temperature statistics in Korean coastal seas from month to month

Month	Mean (°C)	Max (°C)	The No. of data
1	11.2	19.7	3296
2	9.6	19.2	54471
3	8.5	19.4	9483
4	9.5	20.1	55918
5	13.1	22.7	8897
6	12.3	25.2	56816
7	15.1	28.5	5743
8	15.7	34.4	61023
9	16.8	29.3	5776
10	15.2	28.6	57080
11	16.8	28.7	7749
12	12.1	21.7	51826

Table 3.2 The water temperature statistics in Korean coastal seas from month to month

FOO (%)	Depth							
	0m	10m	20m	30m	50m	75m	100m	
Max	34.4	31.3	30.3	29.8	28.9	28.7	23.4	
0.1	30.8	30.1	30	29	26.9	25.8	22	
0.5	30.1	29.8	29.2	28.2	25.4	22.8	20.1	
1	29.9	29.5	27.8	27.5	24.6	21.5	19.3	
2	29.6	29.2	28.1	26.6	23.4	20.2	18.4	
5	29.1	28.5	26.9	24.8	21	18.6	17.2	
10	28.5	27.8	25.7	23	19.1	17.4	16.2	

월별 해수 온도의 평균과 최고치는 Table 3.1에 나타난 바와 같이 8월이 34.4°C로 가장 높고 평균 해수온도는 9월과 11월이 16.8°C로 가장 높게 관측되었다. 일반적으로 해수의 온도는 기온과 밀접한 관계가 있으며, 9월의 최고기온은 29.3°C로 8월의 최고기온과 5.1°C나 차이가 있어 발생빈도값은 8월이 높을 것으로 판단된다. MIL-HDBK-310의 발생빈도값 산출 절차와 같이 8월을 가혹한 1개월로 선택하여 수심별 발생빈도값을 산출하면 Table 3.2와 같다. 그 결과 표층수의 온도가 가장 높은 것을 확인할 수 있다. 따라서, 표층수 온도 발생빈도값을 이용하여 환경시험 기준을 설정하는 것이 타당하다. 모든 수온

에서 군수품을 운용하기 위해서는 환경시험의 수온 기준을 34.4℃ 이상으로 설정해야 하며, 99%의 조건 하에서 군수품 운용이 가능하게 하려면 1% 발생빈도값 29.9℃를 수온 기준으로 설정할 수 있다. 즉, 운용자의 요구에 따라 발생빈도값을 이용하여 시험 기준의 테일러링을 수행할 수 있다.

4. 한반도 주변 해수 염분 데이터 분석

Table 4.1 The salinity statistics in Korean coastal seas

Depth (m)	Mean (psu)	Min (psu)	Max (psu)
0	33.18	3.29	36.49
10	33.26	19.42	35.40
20	33.42	17.82	36.66
30	33.59	17.71	38.69
50	33.82	17.29	37.98
75	34.05	16.26	35.61
100	34.23	14.26	35.65
125	34.18	32.18	35.05
150	34.11	29.20	35.06
200	34.07	31.11	34.99
250	34.05	32.95	34.98
300	34.05	31.03	34.98
400	34.05	32.60	34.94
500	34.05	33.00	34.99

Table 4.1의 수심에 따른 염분 변동 추이를 살펴보면 평균 염분은 거의 변화가 없다. 또한, Figure 4.1의 연도별 염분 변동 추이를 살펴보면 평균 염분은 기간에 따라 거의 변화가 없는 것을 확인할 수 있다. 하지만, 최대값과 최소값이 변동하는데 이는 측정관측지점의 국소 현상이라 판단할 수 있다.

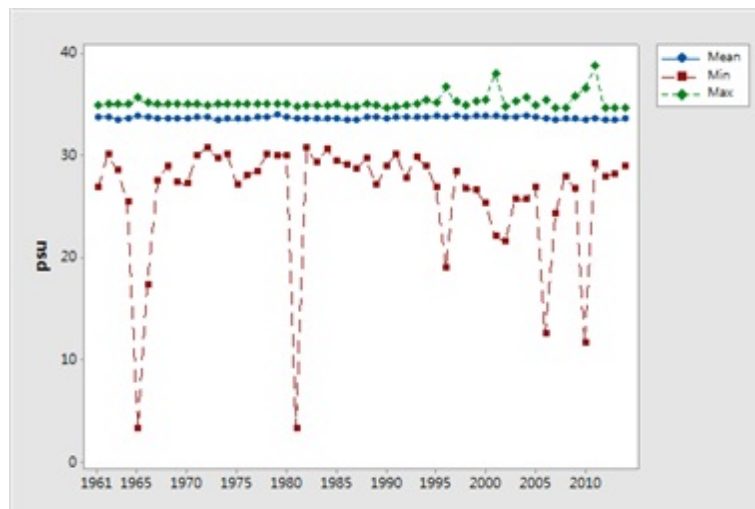


Figure 4.1 The salinity trend in Korean coastal seas

MIL-HDBK-310에서는 가장 가혹한 달을 선정 발생빈도값을 산출하였으나, 월별, 수심별 염분의 변화가 거의 없기 때문에 전체 염분 데이터를 이용하여 한반도 주변 해역 염분 발생빈도값을 산출하면 Table 4.2와 같다. 모든 염도에서 군수품을 운용하기 위해서는 환경시험의 염분 기준을 38.7psu 이상으

로 설정해야 하며, 99%의 조건 하에서 군수품 운용이 가능하게 하려면 1% 발생빈도값 34.7psu를 염분 기준으로 설정할 수 있다. 즉, 운용자의 요구에 따라 발생빈도값을 이용하여 시험 기준의 테일러링을 수행할 수 있다.

Table 4.2 The salinity Foo in Korean Coastal seas

FOO (%)	psu
Max	38.7
0.1	34.9
1	34.7
2	34.6
5	34.5
10	34.4

5. 결론

군수품의 경우 민수품과는 달리 극한 환경에 노출되는 경우가 많으므로 환경시험에 대한 중요성은 상당히 높다고 할 수 있다. 하지만, 한반도 내에서 운용하는 무기체계 환경시험 기준 설정을 위한 기후 데이터는 거의 없는 실정이다. 따라서, 본 논문에서는 한반도 주변 해수의 온도와 염분에 대한 분석 결과를 제시하였다. 이 분석의 결과로 환경시험 중 염수분무시험 기준으로 활용할 수 있는 한반도 주변 해수의 최고 온도, 최고 염분, 온도와 염분 발생빈도값을 산출하였다. MIL-HDBK-310의 경우 환경시험 시 1% 발생빈도값을 환경시험 기준으로 추천하고 있다. 분석 결과로 한반도 주변 해역은 최고 온도 34.4℃, 표층수온 1% 발생빈도값 29.9℃, 최고 염분 38.7psu, 염분 1% 발생빈도값 34.7을 갖는 것으로 확인되었다. 또한, 본 논문에서는 운용자의 요구에 따라 환경시험 기준을 테일러링 할 수 있도록 0.1 ~ 10% 발생빈도값을 제시하였다.

References

MIL-HDBK-310. (1997). *Global climatic data for developing military products*, U.S. Department of Defense (DoD), Washington, DC.

MIL-STD-810G. (2014). *Environmental engineering considerations and laboratory tests*, U.S. Department of Defense (DoD), Washington, DC.

MIL-STD-810B (1967). *Environmental test methods*, U.S. Department of Defense (DoD), Washington, DC.

KS C 0214. (2007). *Test method standard for environmental tests*, Korean Agency for Technology and Standards.

Moon, J. (2016). A Study on the temperature guidelines for weapon system test and evaluation in the Korean peninsula. *Journal of the Korean Data & Information Science Society*, **27**, 1593-1600.

Cho, H. Y. (2007). Correlation and hysteresis analysis between air and water temperatures in the coastal zone - Masan bay. *Journal of the Korean Society of Coastal and Ocean Engineers*, **19**, 213-221.

A study on the water temperature and salinity guidelines for a military product test & evaluation in the Korean coastal seas[†]

Youngrae Kim¹ · Jae-Hyeong Yun² · Jae-Hyun Na³ · Jang-Eun Kim⁴ ·
Si-Ok Kim⁵ · DongGil Kim⁶ · YeonWoong Hong⁷

¹²³⁴⁵Defense Agency for Technology and Quality

⁶Department of Robot Engineering, Kyungil University

⁷Department of Management, Dongyang University

Received 30 May 2017, revised 22 June 2017, accepted 29 June 2017

Abstract

Environmental tests are used to verify a equipment that can withstand the rigors of harsh environments. In case of military products for export, the tests have to be based on the climatic data of the world. However, if the climatic data of the world is used for domestic military products, it may cause an increase in manufacture price. There is currently no climatic data that can be used as criteria for the tests in the Korean peninsula and coastal seas. Therefore, this paper suggests a water temperature and a salinity guidelines of salt fog tests for military products used in the area. As a result, we present water temperature and salinity information that is extreme and FOO of the Korean coastal seas.

Keywords: Environmental test, frequency of occurrence, Korean coastal seas, salinity, water temperature.

[†] This research was supported by the Civil-Military Technology Cooperation Program funded by the Defense Acquisition Program Administration (No. 15-DU-UNI-04).

¹ Researcher, Defense Agency for Technology and Quality, 52-8, 28st Dongwon-ro, Suseong-gu, Daegu 42037, Korea.

² Researcher, Defense Agency for Technology and Quality, 52-8, 28st Dongwon-ro, Suseong-gu, Daegu 42037, Korea.

³ Researcher, Defense Agency for Technology and Quality, 52-8, 28st Dongwon-ro, Suseong-gu, Daegu 42037, Korea.

⁴ Researcher, Defense Agency for Technology and Quality, 52-8, 28st Dongwon-ro, Suseong-gu, Daegu 42037, Korea.

⁵ Senior researcher, Defense Agency for Technology and Quality, 52-8, 28st Dongwon-ro, Suseong-gu, Daegu 42037, Korea.

⁶ Professor, Department of Robot Engineering, Kyungil University, Kyeongsan 38428, Korea.

⁷ Corresponding author: Professor, Department of Management, Dongyang University, Youngju 36040, Korea. E-mail: hong@dyu.ac.kr