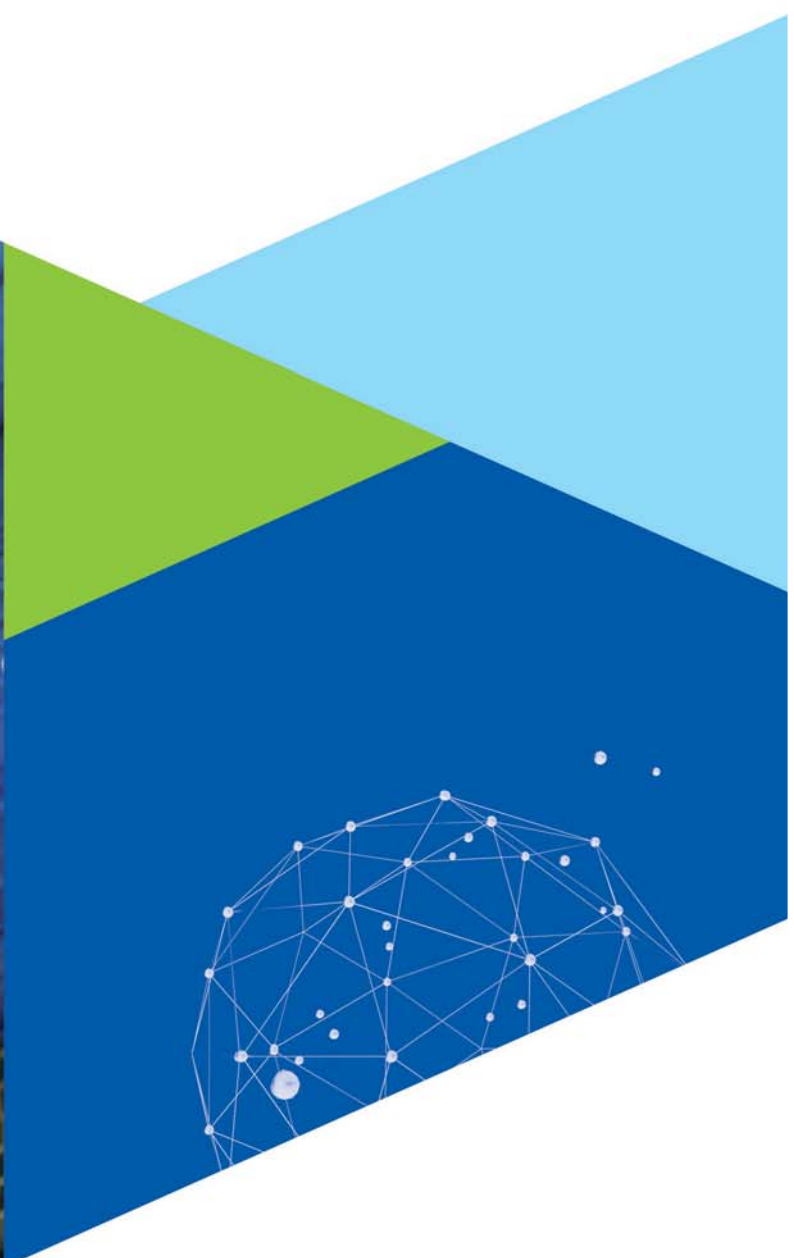




Providing the best services,
Creating a better world

선주와 검사원을 위한 BWMS Technical Information





**선주와 검사원을 위한
BWMS Technical Information
2018**

**조 선 해 양 기 자 재 팀
한 국 선 급**

발간사

해사발전을 위하여 각지에서 노력하고 계시는 고객 여러분께 깊은 감사의 말씀을 드립니다.

지난 2년 동안, 전 세계 고객들의 공통된 견해는 미국발 무역전쟁으로 인한 세계 경제의 불확실성이 높아지고 있으며, 더불어 국제해사업계도 당분간은 힘든 시기를 더 보낼 것이란 예측입니다.

기나긴 불황의 터널이었지만 결국에는 끝이 있을 것이며, 다시금 좋은 시기가 올 것입니다. 때문에 우리 모두는 그 때를 미리 준비하는 현명함을 필요로 한다고 생각합니다.

이럴 때일수록 선도적 의미가 있는 기술 솔루션 개발에 투자하여 고객들의 효율적인 비즈니스 운영을 지원해야 할 책임이 한국선급에 있다고 생각하고 있습니다. 따라서 다양한 기술 개발에 인적 물적 자원 투자를 아끼지 않았으며, 금번 발간한 '선주와 검사원을 위한 BWMS Technical Information'도 그러한 노력으로 개발된 기술 솔루션중 하나입니다.

선박평형수 관리시스템의 설치 이후 선원들이 알고 있어야 하는 핵심내용을 정리하고, 선급 검사원 및 항만국 통제의 관점을 정리하여 궁극적으로 선박의 효과적인 설치 및 운용에 도움이 될 수 있도록 본 Technical Information을 준비하였습니다.

한국선급은 앞으로도 고객이 필요로 하는 기술서비스를 계속하여 제공하기 위하여 최선의 노력을 다하겠습니다. 고객 여러분의 행복과 번영을 기원하며 한국선급에 대한 변함없는 성원과 격려를 부탁드립니다.

감사합니다.

한 국 선 급
검사본부장 **최종은**

공 지

본 문서는 미해안경비대(USCG)의 독립시험기관(IL)과 한국정부의 적합성시험기관으로 업무를 수행한 경험과, 한국선급 입급선에 탑재된 선박평형수처리설비(BWMS)의 검사 경험을 통하여 우리선급에 축적된 기술정보를 국제선급연합회(IACS)의 통일요구사항(UR) M74 Rev.1 및 선급 및 강선규칙 제5편, 6편, 9편 및 제조법 및 형식승인 등에 관한 지침 제3장을 참조로 하여, 선주와 검사원의 선박평형수관리장치에 대한 이해 및 검사의 참고에 도움을 드리기 위한 것입니다. 따라서, 한국선급은 본 문서를 유관기관 및 관계사에 무상으로 배포합니다.

또한, 본 문서를 상업적으로 판매하거나 제작 취지에 맞지 않는 행위로 인하여 발생할 수 있는 법적 불이익에 대하여는 한국선급이 책임지지 않습니다. 또한 평형수관리장치와 관련된 업무를 수행하면서 본 문서로 인하여 논쟁 또는 분쟁이 발생할 경우, 본 문서는 어떠한 효과 또는 효력이 없음을 알려드립니다.

아울러, 본 문서에 실려 있는 그림은 해당 내용의 이해를 돕기 위한 자료로서, 해당 내용과 직접적인 관련이 없음을 주지하여 주시길 바랍니다.

본 문서 중 오역 또는 오타를 발견한 경우 한국선급(조선해양기자재팀)에 연락을 주시면, 개정시 반영하도록 할 것입니다. 본 문서에 대하여 관심을 주신 모든 분들께 감사드립니다.

2018.10.25.

한 국 선 급

조선해양기자재팀

“선주와 검사원을 위한 BWMS Technical Information”의 요약

1. 2017년 9월 8일 선박 평형수 관리 협약이 발효되었으며, BWM협약의 대상이 되는 D2를 선택한 모든 선박은 평형수처리장치를 본선에 탑재중이다. 하지만 선종, 항로 및 기타 지침들을 일목요연하게 정리한 가이드는 없는 실정이다. 이에 따라 선원을 포함한 선주사 및 검사원들이 필수적으로 알고 있어야 할 평형수 처리장치의 형식별 특성, 설치시 지침, 운전 및 유지보수 그리고 검사 시 점검사항을 중심으로 본 가이드를 발간하였다.
2. 가이드는 크게 3장 [BWMS일반사항 (2장), 선주를 위한 BWMS지침(3장) 및 검사원을 위한 BWMS지침(4장)]으로 구성이 되어 있다. 선주의 경우 2장과 3장을 참조하고 검사원의 경우 2장과 4장을 참조하면 도움이 될 것으로 판단된다.
3. “제2장 일반사항”에서는 협약요구사항에 대한 간략한 소개와 각 평형수처리장치 형식별 선원 및 검사원이 운용 및 검사업무를 수행 할 때 사용할 수 있는 참조자료를 수록하였다. 아울러, IACS UR M74 및 우리선급 규칙 9편을 참조로 하여 각 선종별로 고려하여야 할 사항을 정리하였으며, USCG 및 대한민국 정부형식승인 그리고 우리선급 형식승인 경험을 토대로 각 BWMS의 형식승인 시 식별된 본선에서 확인하여야 하는 제한사항을 정리하였다.
4. “제3장 선주를 위한 BWMS 지침”에서는 운영 및 유지 보수에 대한 기준 및 핵심 내용을 정리하였으며, 우리선급 입급선에 기 설치된 평형수 처리장치의 운영상 식별된 문제점을 사례별로 조사하고 분석한 결과를 정리하였다. 이에 추가하여, 본선의 PSC 수검 준비에 도움이 될 수 있도록 BWMS PSC Guideline을 준비하였다. 다만, 기설치 사례에서 특정 제품의 문제점이나, 일회성 문제에 대하여는 본 가이드에서 배제하였다.
5. “제4장 검사원을 위한 BWMS 지침”에서는 검사 시 유의하여야 할 사항과 증서, 검사 가이드 및 점검표에 대하여 다루고 있으며 특히 핵심 검사항목중 하나인 성능시험 시 수행하여야 하는 예제를 수록하였다.
6. 마지막으로, 본 가이드에서 식별하고 있는 각 장비별 문제점 및 선주사에서 식별된 문제점은 특정 제조사나 제품의 문제가 아닌 해당 제품의 형식에서 발생할 수 있는 점임을 참조하길 바란다.

약어설명

APT	After Peak Tank
BWMS	Ballast Water Management System
BWMC	Ballast Water Management Convention
BWRB	Ballast Water Record Book
BWMP	Ballast Water Management Plan
B/P	Ballast Pump Room
C/P	Cargo Pump Room
CFR	Code of Federal Regulation
DPD	N,N'-diethyl-p-phenylenediamine
E/R	Engine Room
FPT	Forward Peak Tank
G/S Pump	General Service Pump
G8	8th Guideline of BWMC
IMO	International Maritime Organization
IL	Independent Laboratory
IBWMC	International Ballast Water Management Certificate
LEL	Lower Explosion Limit
MEPC	Marine Environmental Protection Panel
MSDS	Material Safety Data Sheet
ORP	Oxidation-Reduction Potential
OB	Over Board
PSCO	Port State Control Officer
R.O.	Recognized Organization
SC	Sea Chest
TRO	Total Residual Oxidant
UE	Unpaired Electron
USCG	United States Coast Guard
UV	Ultra Violet

차 례

제 1 장. 서론

Section 1. Technical information 배경 및 필요성	1
---	---

제 2 장. BWMS 일반사항

Section 1. BWMS code (IMO) 및 CFR (USCG)	2~5
Section 2. BWMS 형식별 기술 특성	6~14
Section 3. BWMS 의 선종별 지침	
1. Oil Tanker	15~22
2. Chemical Tanker	23~31
3. Bulk Carrier/Container Ship	31~37
Section 4. BWMS 형식승인 제한사항	38~43

제 3 장. 선주를 위한 BWMS 지침

Section 1. BWMS 형식별 운용을 위한 지침	
1. UV 방식	44~46
2. 전기분해(직접식)	47~48
3. 전기분해(간접식)	49~50
4. 화학제 주입식	51~52
5. 오존방식	53~54
Section 2. BWMS 설치 후 운영상 문제점	55~69
Section 3. BWMS PSC Guide-line	70~71

제 4 장. 검사원을 위한 BWMS 검사 지침

Section 1. 검사	72~82
Section 2. 현존선 검사를 위한 고려사항	83~87
Section 3. 증서, 가이드, 점검표	88~92
Section 4. 규칙 (IACS UR M74과 규칙 9편 10장)	93~97

제 1 장 서론

Section 1. Technical information 배경 및 필요성

'선박의 평형수 및 침전물의 통제 및 관리를 위한 국제협약'이 2004년에 채택되었고, 2016년 9월 8일에 협약의 발효요건을 만족하여 2017년 9월 8일 동 협약이 발효되었다. 선박의 평형수로 기인할 수 있는 외래종 침입을 방지하고자 협약 채택 시 D-2규칙을 수립하였고, 본 규칙은 배출되는 평형수내 수중생물의 농도를 규정하고 있다. 따라서, 신조선은 물론이고, B-3규칙에 따라서 모든 국제항해를 하는 현존 선박은 2017년 9월 8일 이후 본선의 IOPP 첫 번째 또는 두 번째 정기검사 이전까지 D-2규칙을 만족하기 위하여 선박 평형수 처리장치(BWMS, Ballast Water Management System)을 필수적으로 설치해야 한다.

평형수처리장치 설치시 고려해야할 사항을 두가지로 구분한다면 첫째, 한정된 공간에 장비를 추가로 설치하여야 하고, 기존 배관 및 전기장치와의 조화를 이루어야 한다는 점이고, 둘째는 새로운 장비인 만큼, 선원 및 선주사가 친숙화 되지 않은 새로운 기기의 운전 및 유지보수 방법의 습득에 시간이 걸리는 점이다.

본 가이드는 최초 설치검사 이후의 설치, 운영 및 검사 시 점검사항에 초점을 맞추었다. 다양한 정부를 대행하여 형식승인업무를 수행한 한국선급의 기술자료 분석과 더불어, 실제 운항선의 Database를 바탕으로 BWMS 문제점 파악 및 분석을 수행하여 본 가이드를 작성하였다. 그러므로, 추후 BWMS 운영 및 문제를 원활히 해결하는데 본 가이드가 도움이 될 것으로 기대한다.

제 2 장 BWMS 일반사항

Section 1. BWMS Code(IMO) 및 CFR(USCG)

1. 선박평형수관리협약 및 BWMS Code

선박이 D-2규칙을 만족하기 위해서는 선박에 선박평형수관리시스템(BWMS, Ballast Water Management System)을 탑재하여야 하며, D-3규칙에 BWMS에 관한 승인을 받도록 규정하여 BWMS의 형식승인에 관한 법적 근거를 두었다. 따라서, BWMS가 선박에 탑재되기 위해서는 D-3.1규칙에 의거한 'BWMS의 승인을 위한 지침(G8, Guidelines 8)에 따라 주관청의 형식승인을 받아야한다.

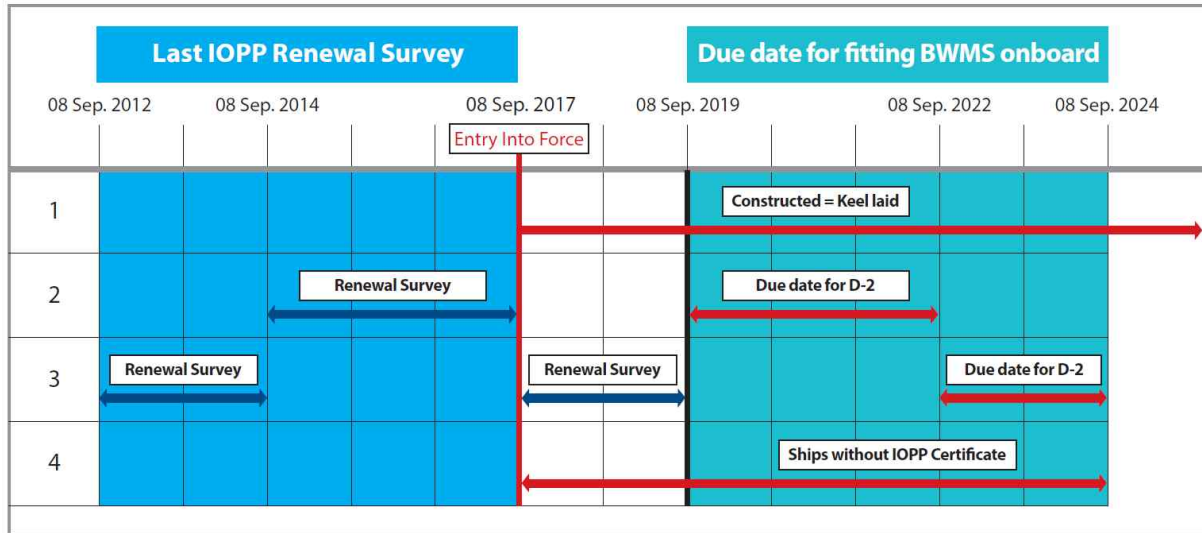
BWMS의 형식승인을 위한 지침은 2005년 MEPC 53차 회기에서 최초 제정되었고(Res. MEPC. 125(53)), 2008년 MEPC 58차에서 개정되었다(Res. MEPC. 174(58)). 2018년 9월 현재까지 대부분의 BWMS는 2008년에 개정된 G8에 근거하여 형식승인을 취득한 것들이다. 국제해사기구(IMO, International Maritime Organization)는 해운 산업계의 요청에 따라 형식승인기준을 강화하기 위한 목적으로 2014년 MEPC 67차 회기에서 G8을 개정하기로 결정하였고, 2년에 걸친 논의 끝에 MEPC 70차 회기(2016년)에 G8 개정을 완료하여 '2016 BWMS 형식승인을 위한 지침(G8, Res. MEPC. 279(70), 2016 G8)'이 탄생하였다.

이후 IMO는 개정된 지침을 모든 회원국 및 당사국들이 적용하도록 하기 위해 '2016 BWMS 형식승인을 위한 지침(G8)'을 'BWMS 형식승인을 위한 규칙(MEPC 300(72), BWMS Code)'으로 강제화하였다.

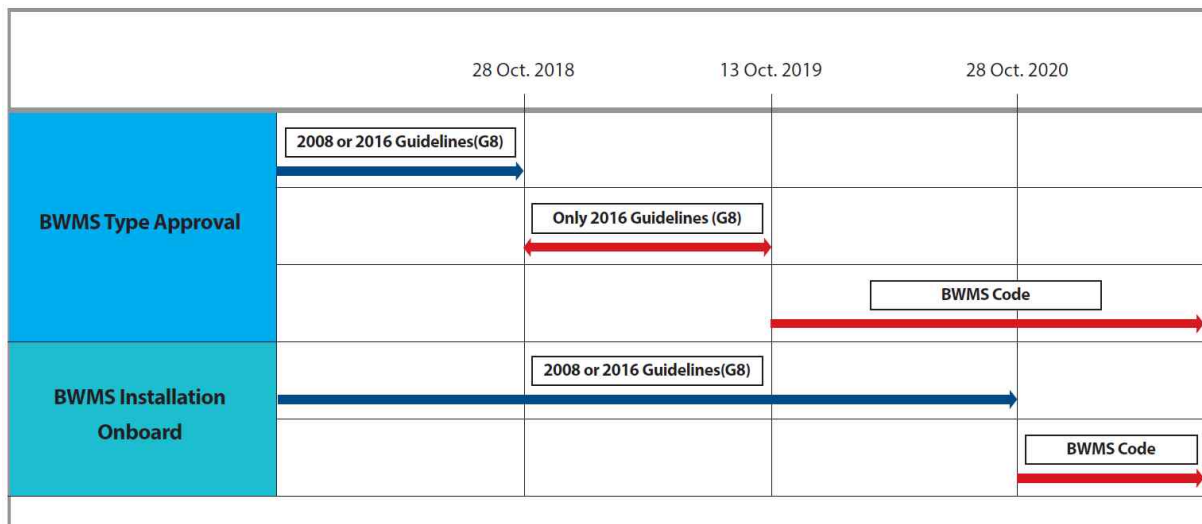
2. G8 및 BWMS Code의 적용

선박에 적절한 BWMS가 설치되었는지 또는 적절한 BWMS를 설치하는 것인지에 대하여 판단하기 위해서는 'BWMS의 형식승인을 위한 지침(G8)', 2016 G8 및 'BWMS Code'의 적용시기에 관하여 알아야 한다.

BWMS Code에 따르면, 2020년 10월 28일 이후 선박에 설치되는 BWMS는 2016 G8 또는 BWMS Code에 따라 승인된 것이어야 하며, 2020년 10월 28일 전까지는 G8, 2016 G8 또는 BWMS Code에 따라 형식승인 받은 모든 BWMS가 개정된 B-3규칙에 따라 선박에 설치 될 수 있다. 선박의 설치 기준일은 BWMS가 선박에 계약서상 인도될 일자이어야 하며, 동 일자가 없는 경우 실제 선박에 BWMS가 인도된 일자이어야 한다.



[그림 1] 개정된 B-3규칙에 따른 BWMS 설치 스케줄



[그림 2] 선박의 설치 기준일에 따른 BWMS Code 적용일

BWMS Code는 MEPC 72차 회기(2018년 4월 13일)에서 채택되었으므로 IMO 절차에 따라 2019년 10월 13일에 발효가 되지만 2016 G8에 따라 형식승인을 받은 BWMS는 BWMS Code의 1.13항에 따라 Code에 따라 승인된 것으로 인정되기 때문에 형식승인 증서의 갱신이나 재발급을 받을 필요가 없다.

3. 미국에서의 선박평형수관리

미국은 선박평형수관리협약을 비준하지 않고, 자국법[미국 연방법(CFR, Code of Federal Regulations)]에 따라 미국의 관할 권역에 배출되는 선박평형수를 관리한다. 미국은 2012년에 선박평형수관리에 관한 최종법안을 공표하였다. 선박평형수관리에 관하여서는 미국은 연방법에서 33 CFR 151의 subpart C (그레이트 레이크 및 허드슨 강)와 D (미국 수역) '비토착종의 통제를 위한 평형수 관리' 규정을 제정하였다.

33 CFR 151.2025의 규정에 따르면, 미국은 1) 평형수를 배출하지 않거나, 2) 미국해안경비대(USCG, United States Coast Guard)로부터 승인받은 BWMS를 설치하여 평형수를 처리하거나, 3) 연안 배출 시설 또는 처리를 목적으로 다른 선박에 배출하거나, 4) 미국의 Public Water System을 이용하는 것만 허용하고 있다. 따라서, 대부분의 선박들이 USCG로부터 승인받은 BWMS를 설치하여 평형수를 관리하게 될 것이다.

미국의 평형수 배출기준은 IMO의 D-2규칙과 동일하며 33 CFR 151.2030에 규정되어 있다. 선박들이 USCG로부터 형식승인된 BWMS를 설치하여 33 CFR 151.2025의 평형수 관리방안을 이행한다면, 2013년 12월 1일 이후 건조된 선박은 인도 시 USCG의 형식승인을 받은 BWMS가 설치되어 있어야 한다. 또한, 2013년 12월 1일 전에 건조된 현존선 중 1,500 ~ 5,000 m³의 평형수 용량을 가진 선박은 2014년 1월 1일 이후, 그 이외의 평형수 용량을 가진 선박은 2016년 1월 1일 이후 도래하는 첫 번째 입거 시까지 USCG의 형식승인을 받은 BWMS를 설치하여야 한다.

미국은 BWMS 형식승인에 관한 기준, 절차 및 요구사항을 46 CFR 162.060에 규정하였다. USCG는 BWMS의 형식승인을 위해 독립시험기관(IL, Independent Laboratory) 제도를 이용하고 있으며, USCG로부터 인정받은 독립시험기관에서 검사한 제품에 대하여만 형식승인을 하고 있으며, 한국선급은 아시아에서 유일하게 USCG로부터 인정된 독립시험기관이다.

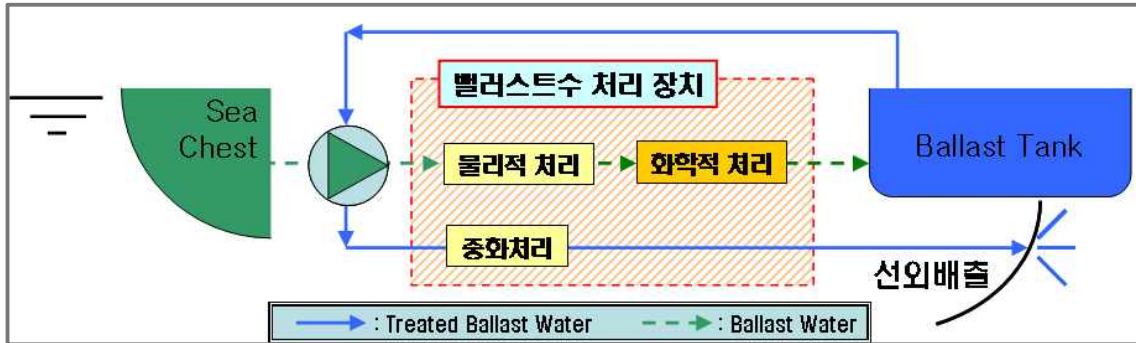
미국이 평형수관리에 관한 최종 연방법을 공표하였던 2012년 당시 USCG의 형식승인을 취득한 BWMS는 전무하였다. 따라서 미국은 33 CFR 151.2026에 대체관리장치(AMS, Alternative Management System)에 관한 조항을 두어 USCG는 평형수 관리의 임시방안으로서 USCG 형식승인된 BWMS가 나오기 전까지 선박평형수관리협약에 따라서 외국정부로부터 형식승인 받은 BWMS에 대하여 신청을 받아 AMS로 승인하였다. 33 CFR 151.2035에 따라 평형수 배출기준을 이행하는 일자 이전에 평형수관리를 위해 탑재된 AMS를 이용하는 선박의 경우, 해당 선박은 평형수 배출기준을 이

행해야 하는 일자로부터 5년까지 사용할 수 있다. AMS를 탑재한 선박은 5년이 만료 되는 시점에 탑재된 AMS가 USCG의 형식승인을 받거나 선박은 AMS를 USCG의 형식승인을 받은 BWMS로 교체해야한다.

그 동안 제조사들이 제품에 대한 많은 업그레이드를 통하여, AMS로 승인받은 BWMS 중 특히 초기 모델들은 USCG 형식승인 받은 모델과 비교 시 BWMS의 구성품 또는 구조 등이 변경된 경우가 많다. 각 개별 AMS 모델을 USCG 형식승인 받은 BWMS 모델로 승인하기 위해, USCG는 그러한 AMS 모델에 대한 기술적인 검토가 필요하며, case-by-case로 검토한 후 AMS를 USCG 형식승인 받은 BWMS로 승인할 수 있는 지 또는 AMS의 승인을 위하여 추가적인 필요사항 등을 식별할 것이다.

Section 2. BWMS 형식별 기술 특성

1.1 BWMS 처리기술 일반



[그림 3] 평형수 처리장치의 일반적인 처리방법

1.1.1 [그림 3]은 평형수 처리장치의 일반적인¹⁾ 처리방법을 나타낸다. 평형수는 물리적 처리를 위해 필터 등을 거치게 되며, 통상 50 μ m 이상의 크기의 생물이나 고형물을 걸러낸다. 그 후, 평형수내 50 μ m 이하의 생물은 염소와 같은 화학적 처리를 통해 처리되고, 처리된 평형수가 평형 탱크에 주입된다.

1.1.2 처리된 평형수의 배출을 위해 후처리로서 평형수의 재처리나 중화처리가 필요한 시스템의 경우에는 그 처리 후에 선외로 배수하도록 되어 있다.

1.1.3 미생물이나 세균 등의 살균 처리는 주로 물리.화학적 방법을 통하여 이루어진다. 그 방법으로는 자외선(UV)를 조사하는 방법, 수중의 용존 산소를 제거시키는 방법, 오존 등의 살균력이 강한 화학 물질을 첨가하는 방법 등이 있다.

1.1.4 대표적인 BWMS 처리방식을 아래의 [표 1]에 제시하였다.

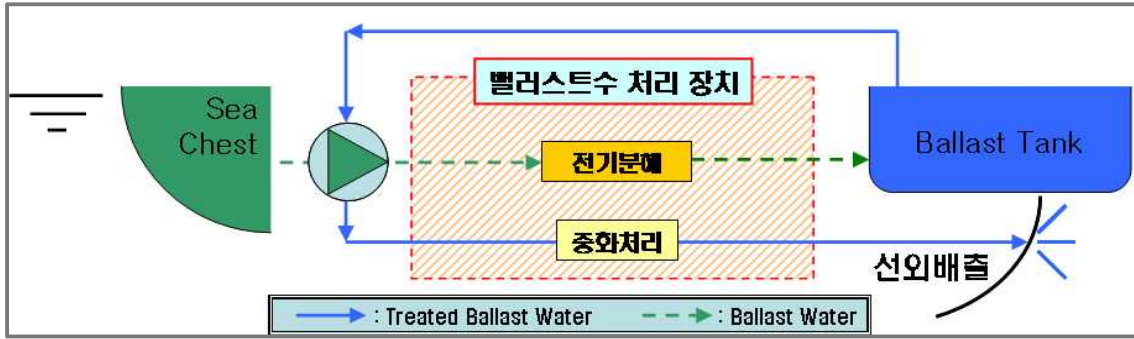
번호	처리기술		
	주수	배수	비고
1	(필터+)전기분해(직접식)	중화	활성물질 ²⁾ 생성
2	필터+전기분해(간접식)	중화	활성물질 생성
3	화약약품 주입	중화	활성물질 사용
4	필터+오존	중화	활성물질 생성
5	필터+UV	UV	

[표 1] 대표적인 평형수 처리장치의 종류

1) UV 방식의 경우 중화처리를 거치지 아니하며, 일반적으로 배수시 UV로 한번 더 처리 한다.

2) 활성물질: 유해수중생물 및 병원균에 일반적 또는 특이적인 반응을 가지는 물질 또는 바이러스 또는 균류를 포함한 생물을 말한다.

1.2 전기분해를 이용하여 처리하는 방법



[그림 4] 전기분해방법을 이용하여 처리하는 과정

1.2.1 전기분해장치의 종류

1.2.1.1 직접식 전기분해 방식

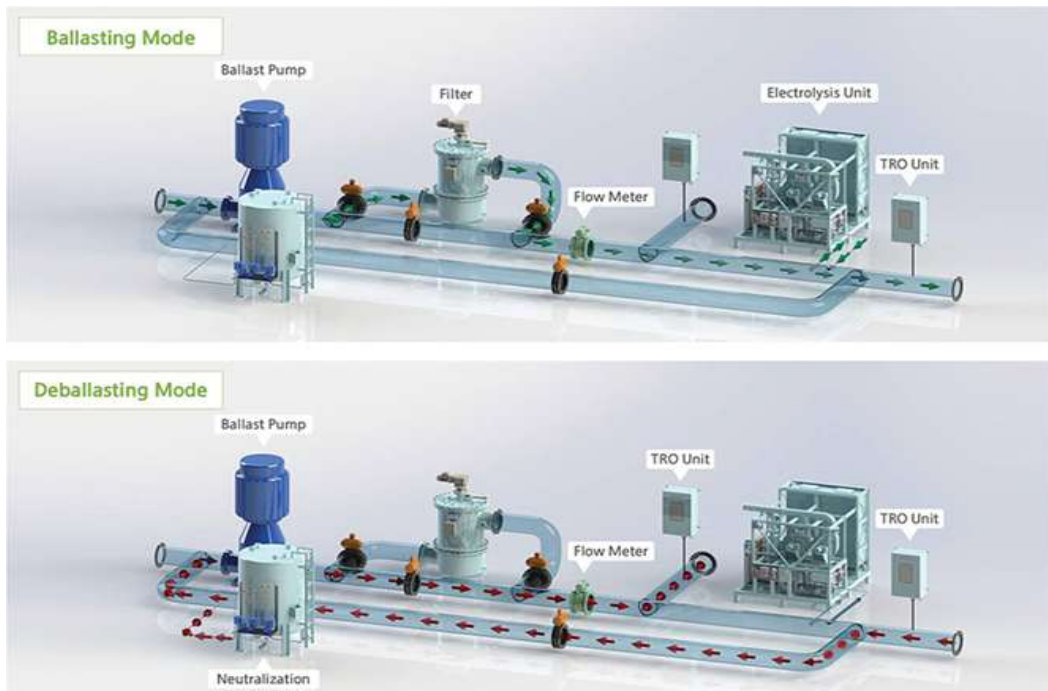
직접식 전기분해 방식의 경우 필터가 설치되어 있는 경우 필터를 통해 50 μ m 이상 크기의 생물과 침전물을 제거하고, 50 μ m 보다 작은 크기의 수중생물들은 전기분해장치를 통해 생성된 차아염소산나트륨에 의해 제거 된다. 간접식 전기분해 방식과 가장 큰 차이점은 생성되는 차아염소산나트륨을 생성하기 위한 전해장치가 Ballast P/P를 통과하여 나오는 주 배관에 직접 연결되어 하나의 배관처럼 구성되어 있는 것이다. 일반적인 직접식 전기분해방식의 시스템 구성은 아래의 그림과 같다.



[그림 5] 직접식 전기분해방식의 시스템구성

1.2.1.1 간접식 전기분해 방식

간접식 전기분해 방식의 경우 우선 필터를 통해 50 μm 이상 크기의 생물과 침전물을 제거하고, 여과된 평형수 일부를 전기분해장치로 주입하여 고농도의 차아염소산나트륨을 생성한다. 생성된 고농도의 차아염소산나트륨을 주 배관에 주입하여 50 μm 보다 작은 크기의 생물을 제거한다. 직접식과 비교하여 보았을 때, 상대적으로 소량의 해수에 높은 전류를 인가하여 고농도의 차아염소산나트륨을 생성하는 것이다. 직접식 전기분해기술과 비교하여 간접식 전기분해방식을 사용하는 BWMS의 규모가 작아 좁은 공간에서도 설치를 할 수 있다는 장점을 가지고 있다. 일반적인 간접식 전기분해방식의 시스템 구성은 아래의 그림과 같다.



[그림 6] 간접식 전기분해방식을 사용하는 BWMS의 일반적인 시스템구성

1.2.2 앞서 서술된 바와 같이, 전해기분해장치에 의해 생성된 차아염소산나트륨이 수중생물의 세포핵 및 세포막을 파괴하여 생물을 사멸 시키는 것으로 알려져 있으며, 제조사 별로 생성되는 활성물질의 화학적 구성은 일부 다를 수 있다.

1.2.3 전기분해기술은 발라스팅 시 전해분해장치에서 생성된 차아염소산나트륨을 이용하여 주 배관 내 수중생물을 사멸 시키기 위하여 평형수 탱크에 평형수를 주입한다. 탱크 내 일부 죽지 않은 생물의 재생장을 방지하기 위해, 차아염소산나트륨을 평형수 중에 잔류시켜둔다. 따라서 전기분해기술에 의해 처리된 평형수는 평형수 내 차아염소산나트륨 농도가 배출허용농도보다 높은 경우 중화제(예, 티오황산나트륨)을

섞어서 잔류되어 있는 차아염소산나트륨을 중화한 후 평형수를 배출해야한다.

1.2.4 TRO Sensor문제

BWMS중 활성물질(Active Substance)를 사용하는 대표적인 제품은 전기분해장치다. 이 BWMS는 평형수 내 활성물질의 농도를 유지시키는 것이 중요하며, 활성물질의 농도를 확인하기 위해 TRO(Total Residual Oxidant) Sensor를 사용한다. TRO sensor의 측정원리는 소량의 해수를 큐벳으로 주입시킨 후 DPD(N,N'-diethyl-p-phenylenediamine)용액과 Buffer용액이 섞여 해수 내 염소와의 반응을 통하여 해수의 색깔이 변화되면, 변화된 정도를 읽어서 해수내 잔류 산화물의 농도를 추정하는 방식이다. TRO를 측정하는 데 사용되는 DPD용액과 Buffer용액은 사용기한이 정하여져 있으므로, 주의하여 사용하여야 한다. 또한 Sensing을 하는 큐벳과 해수를 주입하는 라인에 스케일(소금 결정 및 유기물이 누적되어 발생하는 현상)이 발생하여 장치의 원활한 운전을 방해하기도 하므로, 주의 및 예방 정비활동이 필요하다.

최근 DPD Type Sensor의 유지보수 등의 문제를 해결하기 위하여 전극방식의 TRO Sensor가 개발되었고, 많은 개발사가 TRO 센서 개발을 진행하고 있다. 그러나, 현재까지는 DPD Type의 TRO Sensor가 활성물질을 사용하는 BWMS에 가장 많이 이용되고 있다.

1.2.5 수소가스

전기분해방식의 BWMS에서는 해수가 전기분해장치의 전극을 지나며, 아래와 같이 음극과 양극에서 반응을 일으키게 된다.

- Chemical reaction at the anode: $2Cl^- \rightarrow Cl_2 + 2e^-$
- $Cl_2 + H_2O \leftrightarrow HOCl + H^+ + Cl^-$
- $HOCl \leftrightarrow OCl^- + H^+$
- Chemical reaction at the cathode: $2H_2O + 2e^- \rightarrow H_2 \uparrow + 2OH^-$
- Chemical reaction in the seawater: $Cl_2 + 2OH^- + 2Na^+ \rightarrow NaOCl + H_2O + NaCl$

(Reference : Chapter of 3.1.2MEPC 62/2/6)

해수의 전기분해 동안 상기의 반응식에 따라 수소가스가 발생하게 되고, 폭발성가스가 전기분해장치에서 생성되는 것을 알 수 있다. 우리선급은 제조법 및 형식승인 등에 관한 지침 제3장 35절 표3.35.1에서는 송풍기/팬의 과부하인 경우 BWMS를 정지하도록 요구하고 있다(다만, Blower가 이중화되어 있고 Auto-Start할 수 있는 경우

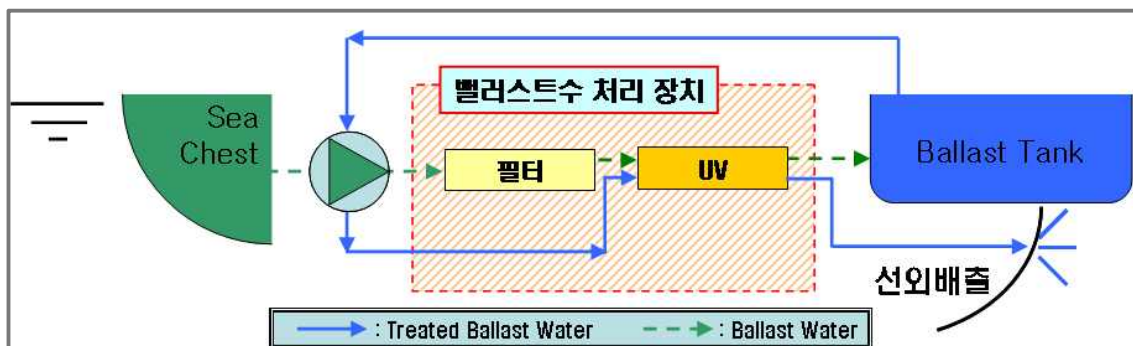
정지는 요구되지 않는다). 아울러, 폭발 및 유해가스의 LEL³⁾ 30%에서 경보(Alarm), LEL 50%에서 정지(Shut-down)되도록 요구하고 있다. 또한 동 규칙 3504항에 따라 전해장치 내에서 발생하는 폭발성 가스의 농도가 LEL의 50%를 초과하여서는 안되며, 전해장치의 운전이 중지된 이후에도 폭발성 가스가 배관 내에 잔존할 수 있는 위험을 고려하여 제조사의 권고사항에 따라 일정시간 이상 가스가 배출되어야 하고, 가스배출장치는 3분 이상 운전이 지속되어야 한다. 또한, BWMS 인근에서 가스의 유출을 감지할 수 있는 수소가스 감지기의 설치에 추가하여 폭발성 가스가 배출되는 배관 내에는 감지장치를 설치하고, 일정 농도 이상시 가스가청 경보를 발하고, 시스템을 정지시켜야 한다.

1.2.6 염분에 따른 운전제한조건

상기 1.2.5항과 같이, 전기분해장치는 차아염소산나트륨을 생성하기 위하여 해수가 필수적이다. 따라서, 전기분해장치가 기수 또는 청수지역에서 운항이 필요한 선박에 설치되는 경우, 염분에 따른 BWMS의 운전제한조건을 고려해야 한다. 이는 형식승인 증서에 일반적으로 정상운전을 할 수 있는 염분범위가 명시되어 있으며, 본선은 이를 확인하여 운항스케줄 및 BWMS의 운전계획을 세워야 한다.

최근 많은 전기분해 BWMS 제조사들은 선박이 해수지역에서 운항하는 동안 After Peak Tank(A.P.TK)에 해수를 저장하고, 선박이 염분이 낮은 지역에서 운전할 때 A.P.TK내 저장된 해수를 적절히 섞어(형식승인 증서상의 염분에 맞추어)운전하게 하는 솔루션을 준비하였다. 이와 유사한 다른 방안으로는 고염도의 브라인 Tank를 추가로 설치하는 것이며, 이것으로 전기분해장치의 염분제한조건을 해결할 수 있다.

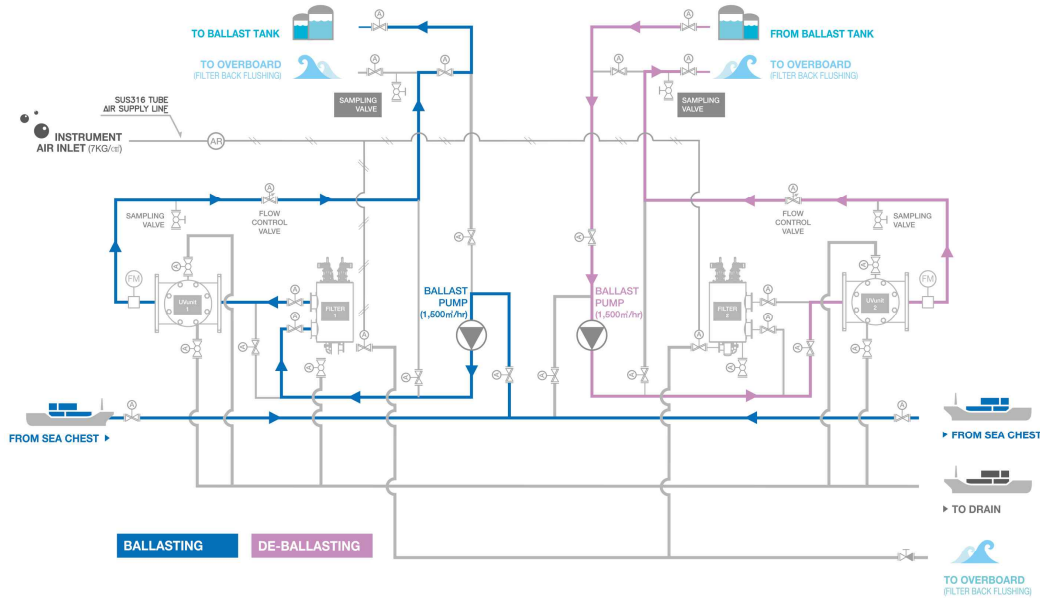
1.3 필터+UV를 이용하여 처리하는 방법



[그림 7] 필터+UV 방법을 이용하여 처리하는 과정

3) LEL : 폭발 하한계(Lower Explosion Limit). 가스누설이 발생, 가스의 농도가 증가되면 가스별 특정 수준 이상의 농도에서 가스폭발이 일어난다.

1.3.1 Filter + UV 기술은 필터를 통해 50 μ m 이상 크기의 생물과 침전물을 제거하고 50 μ m보다 작은 크기의 수중생물을 그 후 자외선을 조사하여 살균한다. 일반적인 Filter + UV 처리기술을 사용하는 BWMS의 구성은 아래와 같다.



[그림 8] UV 처리방식을 사용하는 BWMS의 일반적인 시스템구성

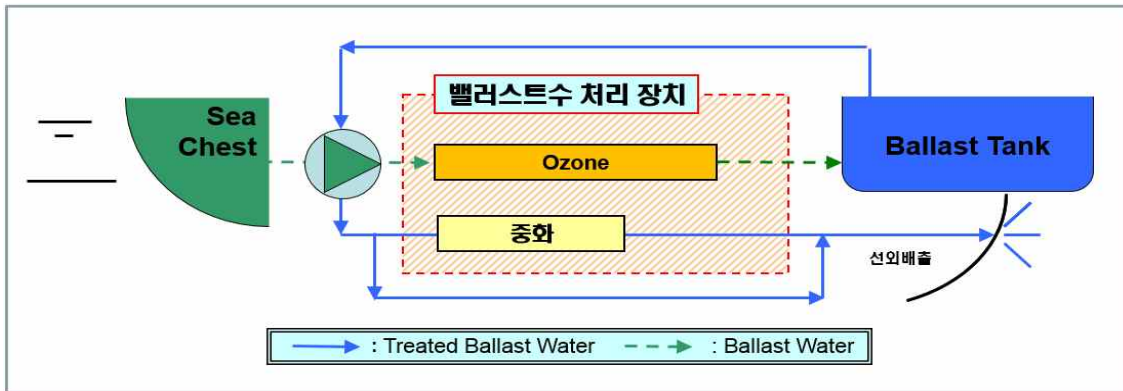
1.3.2 UV장치는 제조사와 BWMS의 형식에 따라서 주수시에만 UV Chamber를 운전하는 방식과, 주수 및 배수 운전 모두 UV Chamber를 사용하도록 하는 방식으로 구분되어 있다. 이는 승인받은 BWMS의 형식과 OMSM을 참고하여 운전방식을 확인하면 되며, 반드시 UV Type의 BWMS제조사에서 지정한 운전방식으로 운전하여야만 생물사멸의 효과를 보장할 수 있으므로 유의하여야 하겠다.

1.3.3 UV 처리기술을 사용하는 BWMS에서 사용되는 UV Lamp는 일반적으로 M.P.(Medium Pressure) UV Lamp이다. 일상생활에서 쉽게 볼 수 있는 UV형식의 정수기에 사용하는 UV Lamp와는 UV 조사강도에서 매우 큰 차이를 보이며, 만일 운전 중에 선원이 UV Lamp의 빛에 조사되는 경우, 중대한 안전문제가 발생할 수 있으므로 주의가 요망된다.

1.3.4 UV 처리기술은 타 BWMS에 비교하여 볼 때 일반적으로 전력소모량이 높은 편이다. 하지만 최근에는 추가적인 전기전자 모듈을 채택하여 전력소모량을 타 BWMS와 유사한 수준으로 낮추었으며, 일부 형식의 경우 운전모드에 따라 일반적인 BWMS보다 전력소모량이 낮은 제품도 출시되었다.

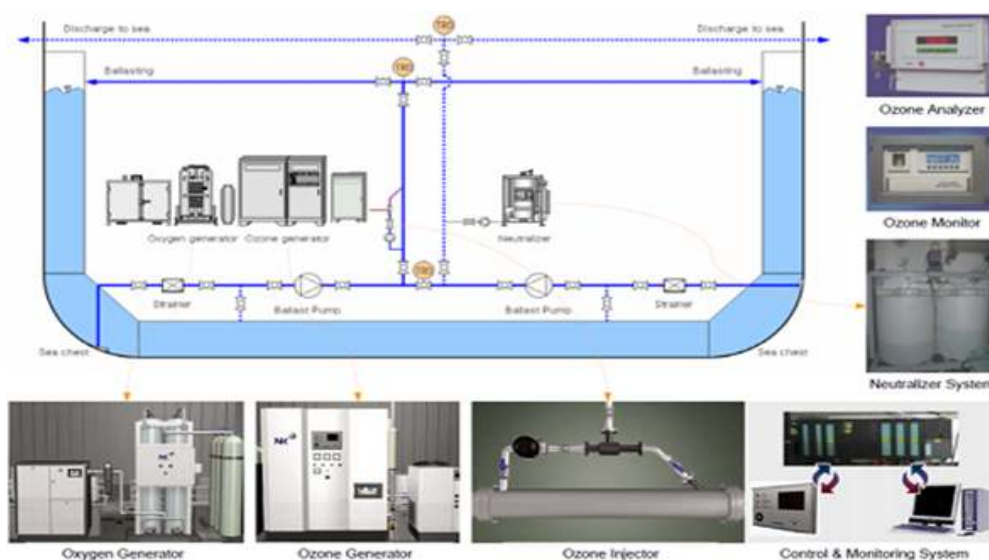
1.3.5 미국의 관할권에 입항하는 선박의 경우, 일부 UV 처리기술을 사용하는 BWMS는 IMO Mode와 USCG Mode를 가지고 있다. 이는 전력소비량 및 승인조건에 따른 운전과 관계가 있으므로, 담당사관은 이를 확인하여 미국항에 입항하는 경우 주의하여 운전이 요망된다.

1.4 오존을 이용하여 처리하는 방법



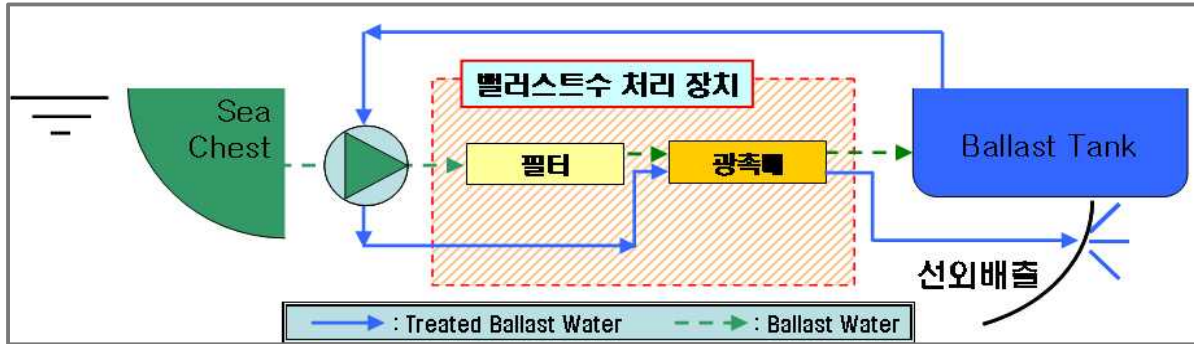
[그림 9] 필터+오존을 이용하여 처리하는 과정

1.4.1 오존 처리방식을 사용하는 BWMS는 Filter가 없다는 큰 장점이 있지만, 오존 (O₃)를 만들어 내기 위하여, Ozone Generator/Destructor이외에도 Air Compressor, Air Dryer, Air Receiver and tank, Oxygen Generator and tank, Water Chiller 등과 같은 보조기기가 필요하다. 따라서 제조사의 권고사항을 고려하여 세심한 주의를 기울여 제품의 유지보수 활동이 요구된다. 오존 처리기술을 사용하는 BWMS의 일반적인 구성은 아래 그림과 같다.



[그림 10] 오존처리방식을 사용하는 BWMS의 일반적인 시스템구성

1.5 필터+광촉매를 이용하여 처리하는 방법

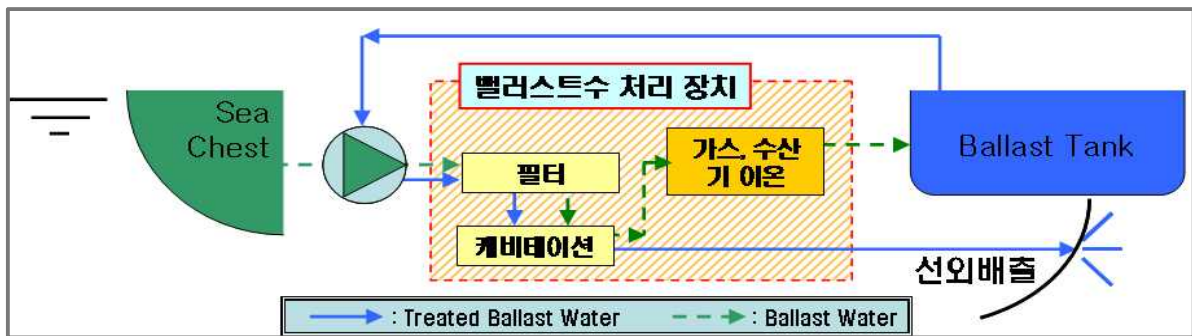


[그림 11] 필터+광촉매를 이용하여 처리하는 과정

1.5.1 상기 방법은 별도의 화학 약품을 사용하지 않는 장점이 있다. 우선 필터를 통해 50 μm 이상 크기의 생물 및 침전물을 제거하고, 다음으로 50μm보다 작은 크기의 수중생물은 이산화티타늄에 빛을 쬐면 발생하는 라디칼로 살균한다.

1.5.2 라디칼은 홀전자(unpaired electron)를 가진 원자, 분자 또는 이온이다. 이산화티타늄은 백색안료나 식품 첨가물, 치약 등의 원료로 사용된다. 이산화티타늄 광촉매는 특정 파장의 빛을 쬐면 활성 산소나 히드록시 라디칼(OH 라디칼) 등이 발생하고 이 물질은 소독이나 살균 시에 널리 사용되고 있는 염소나 차아염소산, 과산화수소, 오존 등 보다 훨씬 강한 산화력을 가지고 있다. 배수시 평형수는 이 BWMS를 통하여 한번 더 처리한 후 배출되어야 한다.

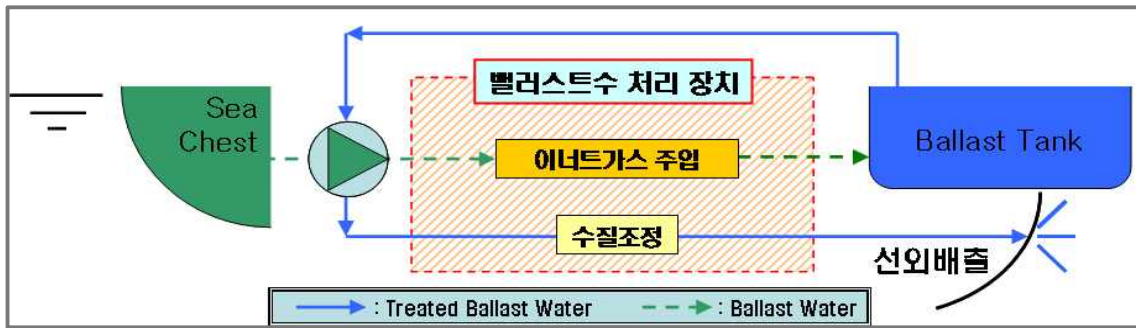
1.6 필터+캐비테이션+질소를 이용하여 처리하는 방법



[그림 12] 필터+캐비테이션+질소를 이용하여 처리하는 과정

1.6.1 주입된 평형수는 필터를 통과하여, 50μm이상의 큰 수중생물과 침전물을 제거하고 50μm보다 작은 크기의 생물에게 캐비테이션 장치로 충격을 주고 선내에서 정제된 질소가스에 전기 분해로 발생시킨 수산기 이온을 첨가하여 수중생물을 살균한다.

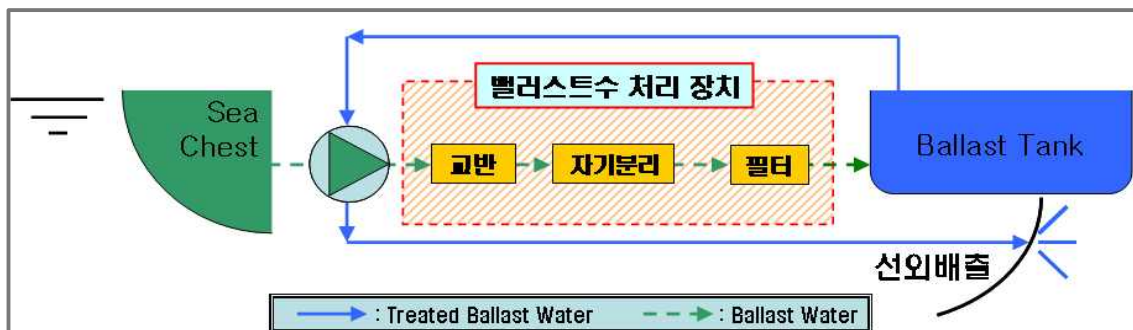
1.7 이너트가스를 이용하여 처리하는 방법



[그림 13] 이너트가스를 이용하여 처리하는 과정

1.7.1 평형수 주입 시에 벤트리 관을 이용하여 평형수에 불활성가스를 불어 넣어 평형수 내의 용존산소 농도를 저하시켜 살균 처리를 한다. 항해 중에도 평형 탱크의 산소의 유입 방지 및 산소를 제거하여 수중 생물 등의 증식을 방지한다. 평형 탱크로 공기가 들어가거나 나갈 수 없기 때문에 평형수 배출을 위하여 대기 중의 공기를 벤츄리 관을 통해 불어 넣으며 배출한다.

1.8 필터+자기분리를 이용하여 처리하는 방법



[그림 14] 필터+자기분리 방법을 이용하여 처리하는 과정

1.8.1 취수하는 평형수에 자성의 가루를 넣어 교반을 통해 수중생물을 자성가루에 흡착시킨 후 자석을 이용하여 분리시켜 수중 생물을 처리하는 시스템이다. 이 시스템은 살균을 위해 약품을 사용하지 않으며 평형수의 수성 성분도 변화하지 않아 배수 시의 재처리나 중화 처리 등이 불필요하다.

Section 3. BWMS의 선종별 지침

1 Oil Tanker

1.1 BWMS 설치에 따른 참조 규칙

1.1.1 평형수관 계통에 대한 규칙 내용(강선규칙 7편 1장)

- 1) 화물유탱크 전·후단에 설치하는 코퍼댐과 겸용하는 평형수 탱크에도 적용한다.
- 2) 화물유탱크에 인접하는 평형수 탱크의 평형수관은 다른 관과 별도로 배관하여야 하며 또한 기관실에 유도하여서는 아니 된다.
- 3) 따라서, 기관구역 이외에 위치한 펌프실에 평형수 주수 또는 배수용 펌프를 설치하는 것을 원칙으로 한다.
- 4) 가스안전구역으로 정의된 평형수 탱크는 가스안전구역에 설치된 펌프로 주수 또는 배수 되어야 한다. 다만, 배수 전용관에 체크밸브(이중 체크밸브 및 Spool Piece, 이중 체크밸브 및 Water seal 또는 이중 체크밸브 및 Double Block Bleed Valve)를 설치하여 연결하는 것을 조건으로 위험구역에 설치된 펌프로 배수할 수 있다.
- 5) 화물유탱크에 인접한 평형수 탱크의 평형수를 화물유펌프로 흡입하는 경우에는 화물유관과의 접속부에 스푼피스(혹은 맹플랜지) 및 나사조임 체크밸브를 설치하여야 한다. 또한, 비상시 이외에는 스푼피스를 떼어내어 보관 하도록 주의명판을 부착하여야 한다. 비상 평형수 주입(Emergency Ballasting Mode)는 MEPC 70th에서 언급한 바와 같이 BWMS의 By-pass Mode가 허용된다. 다만, 이에 대한 기록은 평형수 관리기록부에 명시하여야 한다.

1.2. 위험구역 및 전기장치의 보호형식

1.2.1 인화점 60°C 이하의 화물유를 운송하는 유조선의 위험구역

- 1) 인화점 60°C 이하의 화물유를 운송하는 유조선의 경우에는 IEC 60092-502 Reg.4.2에서 기술된 인화성 유증기의 존재 확률 및 위험성에 따라 Zone 0, Zone 1 및 Zone 2로 분류하고 있으며, Zone 등급에 따라 설치 가능한 전기장치의 형식이 다르다.

2) BWMS와 관련이 있는 평형수 탱크는 위험구역 Zone 1로 지정되며, BWMS가 설치될 가능성이 높은 화물 펌프실은 Zone 1, 화물 갑판 상방의 경우 갑판상 2.4m 높이까지 Zone 2로 지정된다.

3) 그러므로 이러한 위험구역에 전기장치를 설치하는 경우에는 방폭요건에 대하여 특별히 고려하여야 한다.

1.2.2 인화점 60°C를 초과하는 화물유를 운송하는 유조선(FA Oil Tanker)의 위험구역

1) 인화점 60°C를 초과하는 화물유를 운송하는 유조선의 경우 IEC 60092-502 Reg.4.3에 따라 화물유탱크, 화물유탱크 통풍관, 화물유관 내부는 위험구역 Zone2로 분류된다.

1.3 인화점이 60°C 이하의 화물유를 운송하는 유조선의 BWMS의 설치

1.3.1 하기는 인화점이 60°C 이하의 유조선의 위험구역에 대한 개략적인 예 이다.

1.3.2 BWM 협약의 G8지침서 4.9항에 따라 BWMS 관련 모든 전기장치는 가능한 한 위험구역 외부에 설치하여야 한다. 불가피하게 위험구역에 설치하는 경우에는 형식 승인된 방폭형으로 설치하여야 하며, 모든 구동부분은 정전기 형성을 피할 수 있도록 배치되어야 한다.

1.3.3 직접 처리방식 BWMS 설치에 대한 고려 사항

1) 직접 처리방식 BWMS에는 직접전기분해 처리장치와 자외선 처리장치가 해당된다.

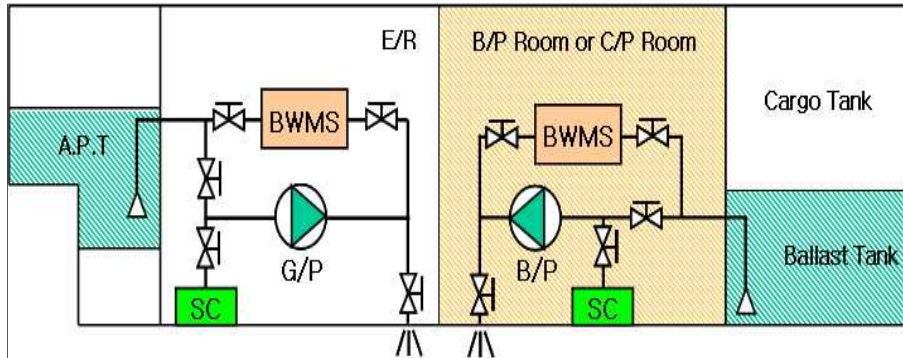
2) 인화점이 60°C 이하의 유조선에는 방폭형으로 형식 승인된 전기장치를 제외하고 위험구역 외부에 설치하여야 한다.

3) 그러나, 평형수 탱크 자체가 위험구역으로 지정되기 때문에 이와 관련된 모든 평형수관은 위험구역 Zone 1로 지정된다. 그러므로 평형수관에 직접 설치되는 BWMS의 처리장치 및 센서 등의 전기장치는 승인된 방폭형이어야 한다.

4) 펌프실 내부에 설치하는 경우

- 화물 펌프실 또는 평형수펌프실이 존재하는 유조선의 경우 이곳에 평형수 처리장치를 설치하는 경우도 있다. [그림 15]은 화물 펌프실에 설치한 경우에 대한 개략도이다.

- 위험구역으로 고려되는 펌프실에 설치하는 BWMS 관련 전기 장치는 승인된 형식의 방폭형 이어야 한다.

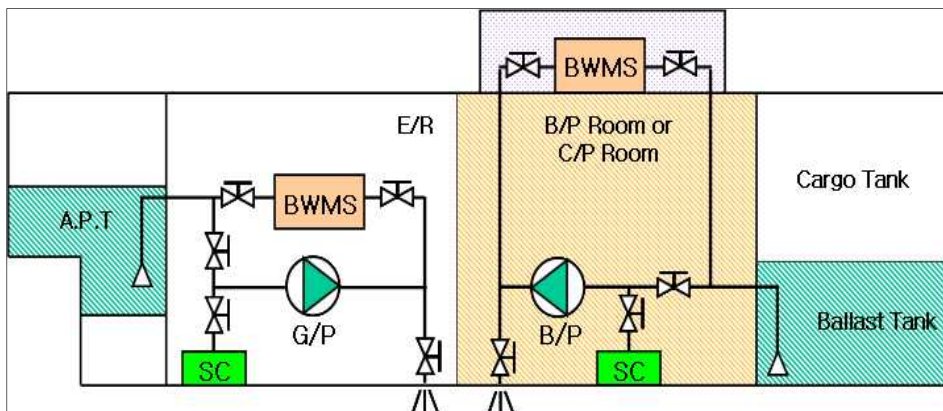


[그림 15] 펌프실 내부 BWMS 설치

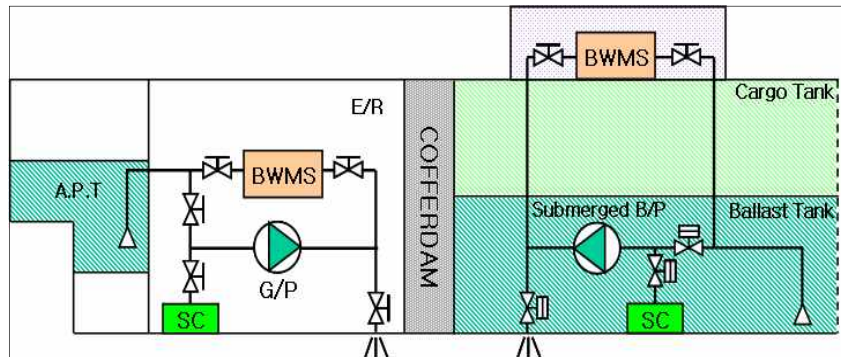
5) 펌프실 이외의 장소에 설치하는 경우

- 펌프실의 설치공간이 부족하거나 화물 펌프실이나 평형수펌프실이 없는 구조의 유조선의 경우 안전구역인 기관구역과 거주구역 내에 설치하는 것이 불가하기 때문에 마땅히 설치할 곳을 찾기가 어렵다.

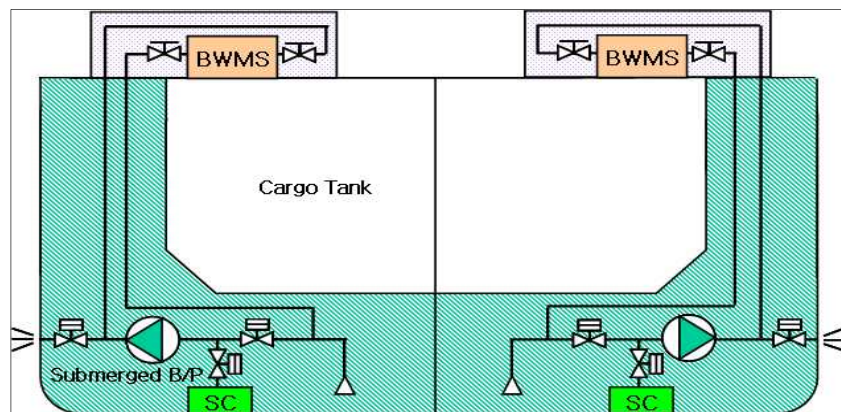
- 이러한 경우 갑판 상부에 BWMS를 설치하는 경우도 있다. [그림 16]는 갑판 상부에 BWMS를 설치한 예에 대한 개략도이다. BWMS를 갑판 상부에 설치가 되는 경우 아래의 사항에 대하여 추가로 고려하여야 한다.



[그림 16] 펌프실 외부 BWMS 설치



[그림 17] 펌프실이 없는 선박의 BWMS 설치-1



[그림 18] 펌프실이 없는 선박의 BWMS 설치-2

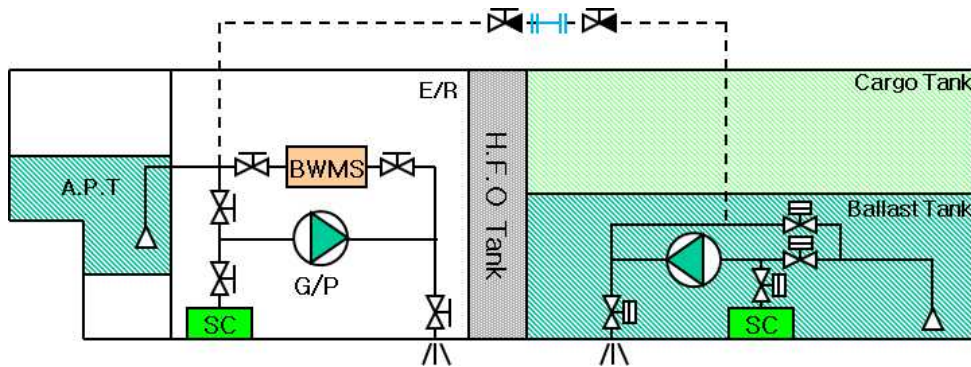
- 갑판 상부 위치에 BWMS를 설치하여 평형수관을 갑판 상부까지 유도하여 평형수를 처리하는 방식의 경우, 평형수 펌프 수두 감소에 대해 고려하여야 하며 또한 높은 장소에서 낮은 곳으로 평형수가 이동할 때 평형수관에 과도한 진공이 발생할 수 있으므로 이를 예방할 수 있는 Vacuum Valve 설치 등의 적절한 조치를 취해야 한다.

- 화물 갑판 상부에 코퍼댐을 설치하고 개구 및 출입구가 높이 2.4m 이상에 위치하여 안전구역으로 간주되는 구역에 비방폭형의 BWMS를 설치하는 경우 평형수 관 자체는 위험구역 Zone 1 이기 때문에 이 장소에 플랜지, 밸브등과 같은 누수의 요인들이 있는 경우, BWMS Room이 위험구역 Zone 2가 되어 내부에 설치되는 전기장치는 Zone 2에 적합한 방폭형이어야 한다.

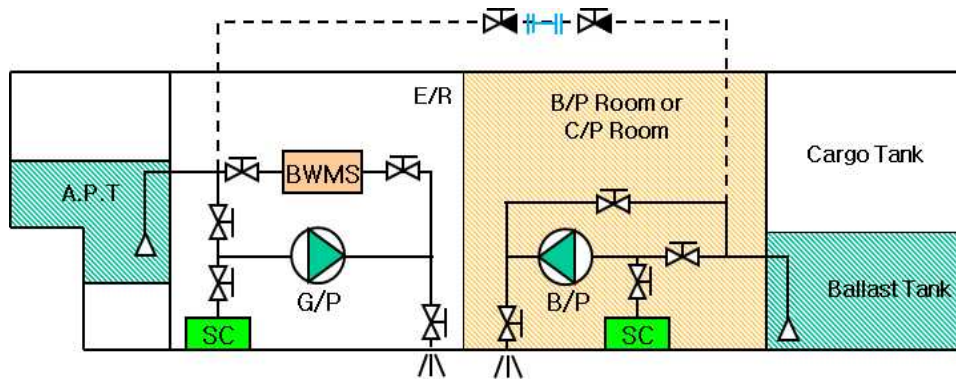
- 다만, BWMS Room이 IEC60092-502에 따른 적절한 안전조치가 취해진 경우에는 우리 선급의 검토를 통하여 안전구역으로 지정될 수 있다. 이와 관련한 사항은 IEC60092-502 VI-1.4항 에서 설명하고 있다.

- 갑판 상부의 BWMS가 설치된 장소까지 평형수를 송수하기 위해서 높은 수두를 가지는 평형수 펌프 설치를 고려하여야 한다.
- 해수를 처리하는 과정에서 수소가스 등과 같은 위험가스가 발생하는 BWMS 형식인 경우, 위험가스 누출 시 폐위구역에 축적될 가능성이 있으므로, 위험가스 배출관은 폐위구역 밖의 안전한 장소로 유도하여야 한다.
- BWMS Room에는 위험가스의 누출을 대비하여 매시 6회 환기가 가능한 기계식 통풍장치를 별도로 설치하여야 한다.
- 만일 BWMS Room의 별도 폐위공간을 설치하지 않고 BWMS를 노출갑판상에 설치하는 경우, 각 장비에 적합한 IP 56⁴⁾이상의 Grade인지 확인하여야 한다.

6) 기관실에만 설치하는 경우



[그림 19] Oil Tanker without Pump Room 경우 기관실에만 설치 예-1



[그림 20] Oil Tanker with Pump Room 경우 기관실에만 설치 예-2

- 이러한 배치는 기관실의 평형수 펌프 또는 G/S Fire & Bilge Pump로부터 BWMS를 거쳐 위험구역인 펌프실의 평형수 계통 또는 잠수형 펌프의 평형수 계통으로 송수만 할 수 있는 구조이다.

4) 보호등급의 적용은 규칙(지침) 제6편1장 표6.1.6을 참고한다.

- 이렇게 배치할 수 있는 BWMS는 직접처리방식의 전기분해방식이 될 것이다. 이것은 평형수 배수 시 처리모듈을 다시 거치지 않고 중화과정만 거쳐 배출되기 때문이다. 즉, 다시 처리모듈을 통해서 배출하는 자외선 방식의 경우에는 적용될 수 없다.

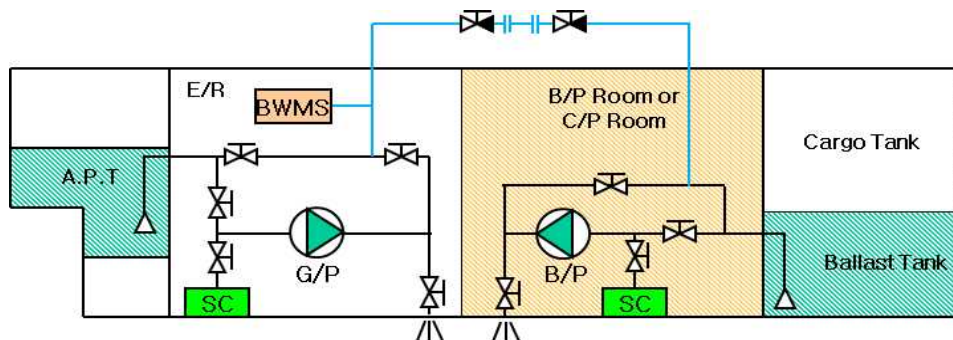
- 이러한 배치를 설계하는 경우에는 우선적으로 BWMS의 용량을 선정하여야 한다. 주 평형수 계통에 연결되므로, BWMS의 용량은 적어도 펌프실에 배치된 평형수 펌프 또는 잠수형 평형수 펌프의 합계 용량 이상이어야 한다.

- 평형수 펌프는 주수용 및 배수용으로 구분하여 설치하여야 한다. 주수는 기관실에 설치된 별도의 평형수 펌프 또는 G/S Fire Bilge Pump의 겸용 사용을 고려해볼 수 있다. 아울러 잠수형 펌프 또는 펌프실에 비치하는 평형수 펌프는 배수 전용으로 사용하여야 한다.

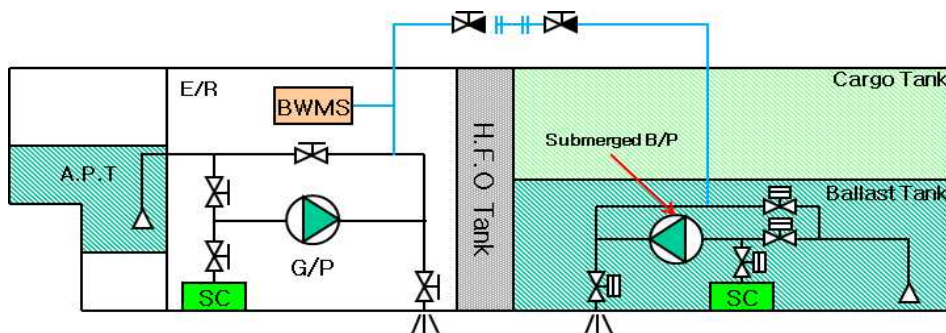
1.3.4 주입식 형식의 BWMS 설치에 대한 고려 사항

1) 주입식 형식의 BWMS에는 간접전기분해 처리장치, 화학품 주입 처리장치 및 오존주입 처리방식 등이 해당된다.

2) 인화점이 60°C 이하의 유조선에는 방폭형으로 형식 승인된 전기장치를 제외하고 위험구역 외부에 설치하여야 한다.



[그림 21] Oil Tanker with Pump Room 경우 기관실에만 설치 예-1



[그림 22] Oil Tanker with Pump Room 경우 기관실에만 설치 예-2

- 3) 평형수 처리를 위하여 오존(O₃) 가스를 생산하는 장치가 설치된 장소에는 오존감지기를 설치하여 누출 시 경보를 발하도록 조치하여야 한다. 또한 누출갑판을 제외한 곳에 설치되는 오존(O₃) 공급관은 이중관을 사용하여 배관하거나 또는 완전 용접이음 SUS Pipe를 사용하여 배관하는 등의 누설에 대한 특별한 조치를 하여야 한다.
- 4) BWMS를 누출갑판상에 설치하는 경우, 각 장비에 적합한 IP 56이상의 Grade인지 확인하여야 한다.
- 5) 수소가스를 발생하는 장치의 경우 수소가스 방출관은 기관실 외부의 누출갑판상의 안전한 구역으로 유도하여야 한다.
- 6) 또한 방출관은 플랜지 이음이 없는 완전용접이음이어야 하지만, 만일 플랜지를 사용할 경우 그 수는 최소로 하여야 하고 플랜지 이음 근처에 수소가스 감지기를 설치하여야 한다.
- 7) 활성물질로 사용하는 화학제품이 선원의 안전을 위해할 수 있는 성분이 포함된다면 기관실내에 설치할 수 없고, 별도의 장소에 설치하여야 한다.
- 8) 화학물질을 사용하는 BWMS가 설치된 경우는 MSDS 자료를 항상 선내에 보관하여야 하고, 선원의 안전을 위한 응급약품(비상)을 보관하고 책임사관에 의해 관리되어야 한다. 아울러, 물질을 다루기 위한 안전보호장구도 항상 비치하여야 한다.
- 9) 통상 선박이 정박한 상태에서 화물작업을 실시하고, 기관실 통풍장치는 최소로 운용하고 있지만 위험가스 및 물질을 활성물질로 이용하는 BWMS를 운전하는 동안에는 기관실 통풍 팬의 운전을 정상적으로 운용할 필요가 있다.
- 10) 기관실에 설치된 BWMS 관련 장비가 펌프실에 설치된 평형수 펌프의 주 배관에 처리물질 등을 주입하는 경우에는 다음의 요건을 따른다.
 - 반드시 주입시에만 사용해야 한다.
 - 기관실과 펌프실간에는 격벽을 관통하지 않고 갑판을 통하여 주입되어야 한다.
 - 주입관에 역류 대비 적절한 차단수단(2조의 체크밸브 및 Spool Piece 또는 Water Seal 또는 Double Block Bleed Valve)을 화물구역에 설치한다.

1.4 평형수 샘플링 형식의 전기장치

1.4.1 TRO(Total Residual Oxidant) 센서장치, 가스검지기와 같이 위험구역으로 고려되는 평형수관으로부터 직접 샘플링을 하는 경우에는 그 장치들이 위험구역 외부에 설치되어 있더라도 승인된 방폭형 제품이 설치되어야 한다.

1.4.2 또한, 안전구역에 설치되는 경우라도, 안전구역 내에 설치가 적합한 형식의 것 이어야 한다.

1.5 유조선의 위험구역 내 전기장치의 설치 시 일반요건

1.5.1 방폭 등급⁵⁾

1) 평형수관에 설치되는 처리장치와 자동제어를 위해 설치되는 각종 감지 센서 그리고 자동제어밸브 구동장치와 같은 전기장치의 방폭등급은 IIB T4이상이어야 한다.

1.5.2 선체 귀선방식(Hull Return System of Distribution)

1) 유조선에서는 설치되는 전기장치는 우리선급 규칙 7편 1장에서 예외적으로 인정하는 경우를 제외하고 접지하거나 선체 귀선방식을 사용할 수 없다.

1.5.3 단로장치(Disconnection Switch)

1) 위험장소에 설치되는 전기기기의 배전회로에는 회로마다 다극연결식의 단로장치를 안전장소에 설치하여야 한다.

2) 또한, 이 단로장치에 접속된 전기기기를 확실히 식별하기 위한 표시 이외에 잘못된 조작에 따른 위험을 방지하기 위한 유효한 수단을 갖추어야 한다.

1.5.4 절연레벨 감시(Monitoring of Insulation Level)

1) 본질 안전회로를 제외하고 위험장소내의 전기기기에 접속되거나 혹은 위험장소를 통과하는 급전회로 및 배전회로에는 절연 레벨을 항상 감시하고 절연저항이 설정된 값 보다 낮아질 경우에는 경보를 울려야 한다.

5) 방폭등급의 상세내용은 규칙 제6편 1장 9절을 참조한다

2. Chemical Tanker

2.1 BWMS 설치에 따른 참조 규칙

2.1.1 평형수관 계통에 대한 규칙 내용(강선규칙 7편 6장 및 IBC Code)

1) 전용의 평형수 탱크에 사용되는 펌프, 평형수관, 통풍관 및 기타 유사한 장치는 화물탱크에 사용되는 유사한 장치 및 화물탱크 자체로부터 독립되어야 한다.

2) 화물탱크에 인접하는 전용의 평형수 탱크의 배출장치는 기관 구역 및 거주구역 밖에 설치하여야 한다.

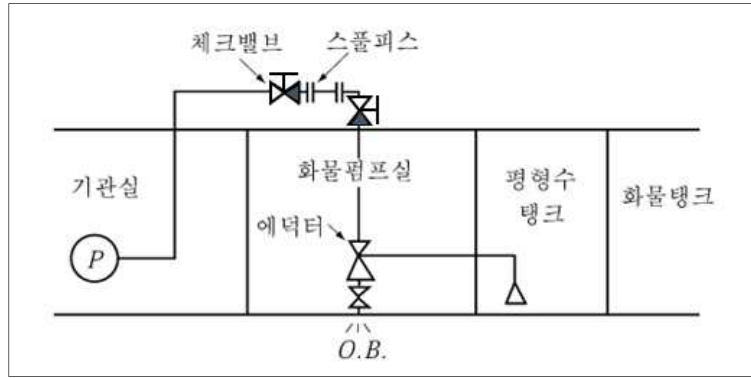
3) 주입장치는 탱크갑판 위치에서 주입하고 체크밸브를 설치하는 경우에는 기관구역 내에 설치된 펌프로 할 수 있다.

2.1.2 화물탱크에의 평형수 주입은 전용의 평형수 펌프를 사용하여 갑판위치에서 행할 수 있다. 다만, 그 주입관에는 화물탱크 또는 화물관과 고정으로 연결되어서는 안 되며, 체크밸브가 설치되어야 한다. 화물탱크에 평형수를 적재하는 경우가 Emergency ballasting Mode에서는 처리과정 없이 가능하겠지만, 일반적인 평형수 적재인 경우에는 BWMS를 통해서 전체 처리과정을 거쳐야 한다.

2.1.3 화물탱크에 인접하는 전용의 평형수 탱크의 배수는 [그림 23]과 같이 기관구역 내의 평형수 펌프를 사용하여 화물펌프실 내의 에덕터를 통하여 선외로 배출할 수 있다. 선급 규칙에서는 체크밸브와 스푼피스를 설치하는 것으로 이 배치를 허용하고 있지만, IACS에서는 UR M74⁶⁾를 개발하였고, 안전구역 기관실에서 위험구역 펌프실로 수송하는 해수, 활성물질 기타 물질에 대하여 아래의 2.1.4항의 더욱 까다로운 분리요건을 규정하고 있다. 따라서, 구동수를 수송하는 경우에도 [그림 23]과 같이 배치되어야 한다.

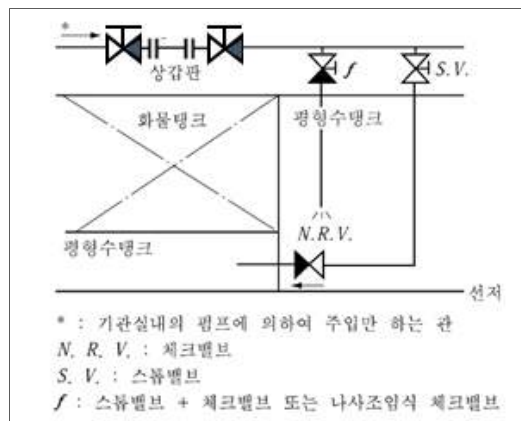
2.1.4 이때 평형수 펌프와 에덕터 사이에는 분리요건방안(2조의 나사조임체크밸브 및 Spool Piece 또는 Water Seal 또는 Double Block Bleed Valve)이 적용되어야 한다.

6) IACS UR M74: BWMS설치에 관한 통일 요구사항(Installation of Ballast Water Management Systems)은 2018년9월 현재 Rev.1이 요구되지만 가까운 시일 내에 Rev.2가 나올 것으로 예상된다.



[그림 23] 평형수 탱크의 배수

2.1.5 규칙 제7편 6장 3절 305.의 1항에서는 탱크 갑판 위치에서 주입하고 체크밸브를 설치하는 경우라 함은 특히 우리 선급이 인정하는 경우를 제외하고 [그림 24]와 같이 노출갑판에서 주입하는 데만 사용하고 배출에는 사용되지 않는 관으로서 노출갑판 상에 나사조임식 체크밸브를 설치하든가 또는 노출갑판 상에서 조작할 수 있는 스톱밸브와 체크밸브를 설치하는 경우를 말한다. 또한, 어떠한 경우에도 관계통의 배치는 관계통의 손상에 의하여 점진적으로 침수가 일어나는 경우에도(Progressive Flooding) 손상시 복원성 요건을 만족시켜야 하며 위험한 구역으로 분류되는 평형수 탱크 또는 화물이 다른 구획으로 누설하는 등의 사고가 발생하지 않도록 충분히 고려하여야 한다.



[그림 24] 평형수 탱크의 주수

2.1.6 아울러, 기관실의 평형수 계통과 노출갑판상의 평형수관 계통은 상기 2.1.4항에서 언급한 분리요건을 적용하여야 한다.

2.1.7 화물탱크에 인접한 평형수 탱크의 관장치와 인접하지 아니하는 평형수 탱크의 관장치는 원칙적으로 독립시켜야 한다.

2.2 위험구역 및 전기장치의 보호형식

2.2.1 인화점 60°C 이하의 화물을 운송하는 케미컬탱커의 위험구역

1) 인화점 60°C 이하의 화물을 운송하는 케미컬탱커의 경우에는 IEC 60092-502 Reg.4.2에 기술된 인화성 유증기의 존재 확률 및 위험성에 따라 Zone 0, Zone 1 및 Zone 2로 분류하고 있으며 Zone의 등급에 따라 설치 가능한 전기장치의 형식이 다르다.

2) BWMS와 관련이 있는 평형수 탱크는 위험구역 Zone 1로 지정되며, BWMS가 설치될 가능성이 높은 화물 펌프실은 Zone 1, 화물 갑판 상방의 경우 갑판상 2.4m 높이까지 Zone 2로 지정된다.

3) 그러므로, BWMS를 이러한 위험구역에 전기장치를 설치하는 경우에는 방폭요건에 대하여 특별히 고려하여야 한다.

2.2.2 인화점 60°C를 초과하는 화물을 운송하는 케미컬 탱커선의 위험구역

인화점 60°C를 초과하는 화물을 운송하는 케미컬탱커의 경우 IEC 60092-502 Reg.4.3에 따라 화물탱크, 화물탱크 통풍관, 화물배관 내부는 위험구역 Zone 2에 해당한다.

2.3. 인화점이 60°C 이하의 화물을 운송하는 케미컬 탱커의 BWMS의 설치

2.3.1 BWM 협약의 G8지침서 4.9항에 따라 BWMS 관련 모든 전기장치는 가능한 한 위험구역 외부에 설치하여야 한다. 불가피하게 위험구역에 설치하는 경우에는 형식 승인된 방폭형으로 설치하여야 하며, 모든 구동부분은 정전기 형성을 피할 수 있도록 배치되어야 한다.

2.3.2 직접 처리방식 BWMS 설치에 대한 고려 사항

1) 직접 처리방식 BWMS는 전기분해장치(직접식)와 자외선 처리장치가 해당된다.

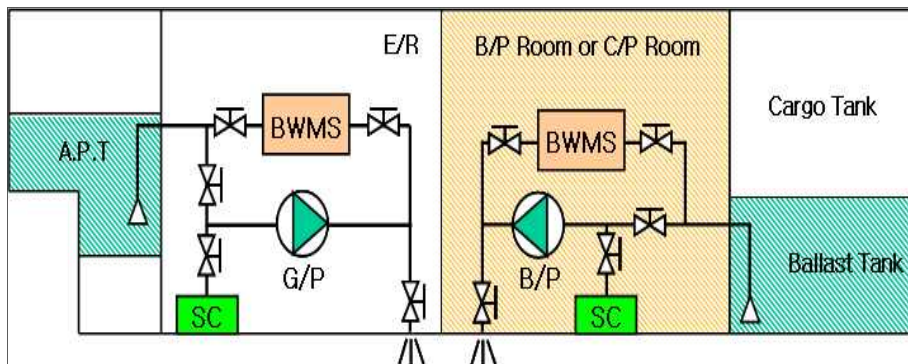
2) 인화점이 60°C 이하의 화물을 운송하는 케미컬 탱커는 방폭형으로 형식 승인된 전기장치를 제외하고 위험구역 외부에 설치하여야 한다.

3) 그러나 평형수 탱크 자체가 위험구역으로 지정되기 때문에 이와 관련된 모든 평형수관은 위험구역 Zone 1로 지정된다. 그러므로 평형수관에 직접 설치되는 BWMS의 처리장치 및 센서 등의 전기장치는 승인된 방폭형이어야 한다.

4) 펌프실 내부에 설치하는 경우

- 화물펌프실 또는 평형수 펌프실이 존재하는 케미컬 탱커선의 경우 이 곳에 평형수 처리장치를 설치하는 경우도 있다. [그림 25]는 화물 펌프실에 설치한 경우에 대한 개략도이다.

- 위험구역으로 고려되는 펌프실에 BWMS 관련 전기 장치는 승인된 형식의 방폭형 이어야 한다.

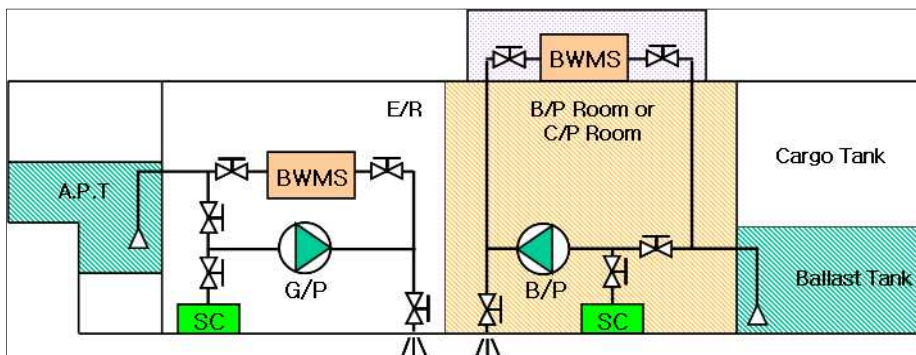


[그림 25] 펌프룸 내부 BWMS 설치

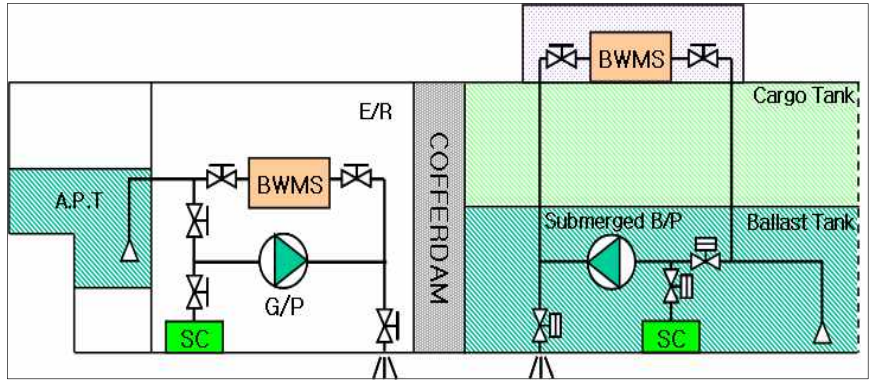
5) 펌프실 이외의 장소에 설치하는 경우

- 펌프실의 설치공간이 부족하거나 펌프실이 없는 구조의 케미컬 탱커의 경우 기관 구역과 거주구역 내에 설치하는 것이 불가하기 때문에 마땅히 설치할 곳을 찾기가 어렵다.

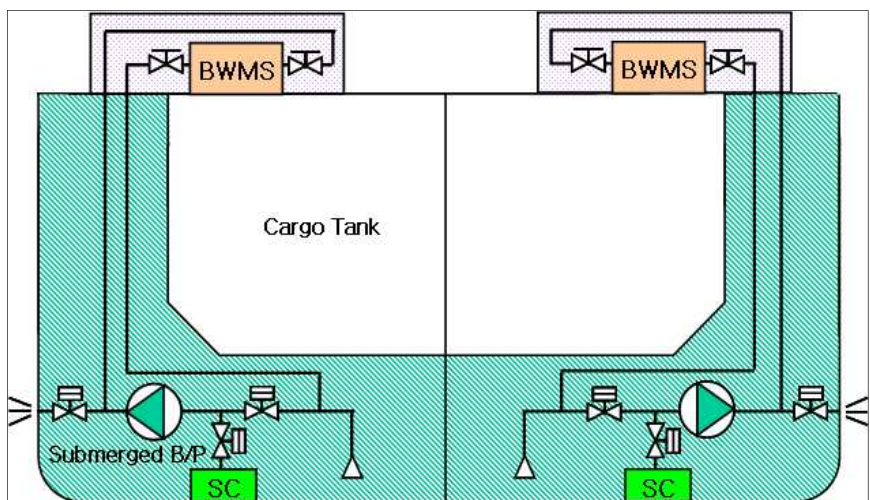
- 이러한 경우 갑판 상부에 BWMS를 설치하는 경우도 있다. [그림 26], [그림 27] 및 [그림 28]은 화물 구역 갑판 상부에 BWMS를 설치한 예에 대한 개략도이다. BWMS를 갑판 상부에 설치가 되는 경우 몇 가지 사항에 대하여 추가로 고려하여야 한다.



[그림 26] 펌프룸 외부 BWMS 설치



[그림 27] 펌프실이 없는 구조의 BWMS 설치-1



[그림 28] 펌프실이 없는 구조의 BWMS 설치-2

- 갑판 상부 등과 같이 높은 위치에 BWMS를 설치하여 평형수관을 갑판 상부까지 유도하여 평형수를 처리하는 방식의 경우, 평형수 펌프의 수두 감소에 대해 고려하여야 하며 또한 높은 장소에서 낮은 곳으로 평형수가 이동할 때 평형수관에 과도한 진공이 발생할 수 있으므로 이를 예방할 수 있는 Vacuum Valve 설치 등의 적절한 조치를 취해야 한다.

- 화물 갑판 상부에 코퍼담을 설치하고 개구 및 출입구가 높이 2.4m 이상에 위치하여 안전구역으로 간주되는 구역에 비방폭형의 BWMS를 설치하는 경우에도 앞에서 설명한 바와 같이 평형수관 자체는 위험구역 Zone 1 이므로, 이 장소에 플랜지, 밸브등과 같은 누수의 요인들이 있는 경우, BWMS Room이 위험구역 Zone 2가 되어 내부에 설치되는 전기장치는 Zone 2에 적합한 방폭형이어야 한다.

- 다만, BWMS 처리장치실이 IEC60092-502에 따른 적절한 안전조치가 취해진 경우에는 우리 선급의 검토를 통하여 안전구역으로 지정될 수 있다. 이와 관련한 사항은

VI-1.4항에서 설명하고 있다.

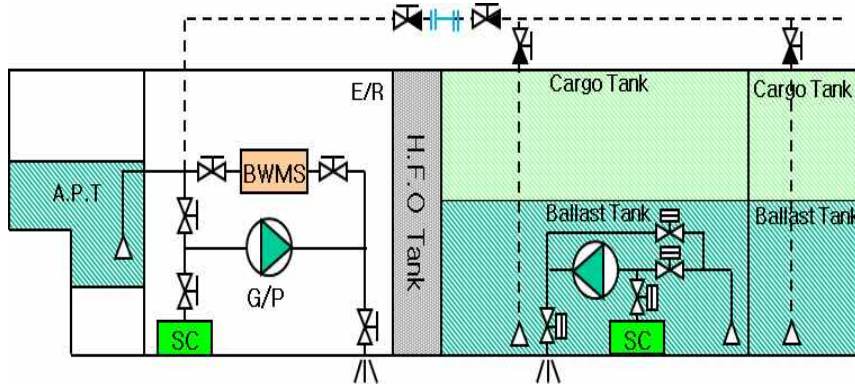
- 갑판 상부의 BWMS가 설치된 장소까지 평형수를 송수하기 위해서 높은 수두를 가지는 평형수 펌프 설치를 고려하여야 한다.
- 해수를 처리하는 과정에서 수소가스 등과 같은 위험가스가 발생하는 BWMS 형식인 경우, 위험가스 누출 시 폐위구역에 축적될 가능성이 있으므로, 위험가스 배출관은 폐위구역 밖의 안전한 장소로 유도하여야 한다.
- BWMS Room에는 위험가스의 누출을 대비하여 매시 6회 환기가 가능한 기계식 통풍장치를 별도로 설치하여야 한다.
- 만일 BWMS Room의 별도 폐위공간을 설치하지 않고 BWMS를 노출갑판상에 설치하는 경우, 각 장비에 적합한 IP 56이상의 Grade인지 확인하여야 한다.

6) 기관실에만 설치하는 경우

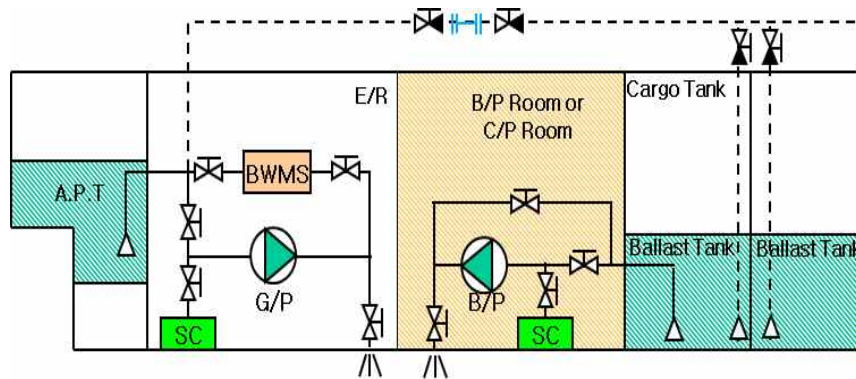
- “IBC Code⁷⁾” 및 대한민국정부의 “위험화학제품운반선에 관한 법규”를 적용받는 케미컬 탱커의 경우 기관실의 평형수 펌프를 통해서 평형수 탱크(위험구역내에 존재하는 모든 탱크)에 주수만 가능하다.
- 이렇게 평형수를 주수하는 경우에는 노출갑판 상부의 평형수관으로부터 직접 평형수탱크로 유도할 수 있어야 한다. 관련 관장치의 배치는 3.2.4항을 참조한다.
- 이러한 배치는 유조선의 직접처리방식이 기관실에만 설치하는 방식과 다를 뿐만 아니라, 보통 노출갑판상부에 평형수 관을 설치하지 않는 것이 케미컬 탱커선의 특징이지만, 이렇게 직접처리방식(전기분해방식)을 기관실에만 설치하는 경우에는 아래 두가지 [그림 29]과 [그림 30]에서 보듯이 노출갑판상부에서 직접 평형수 탱크로 유도하는 관을 각각의 탱크마다 설치하여야 한다.
- 이러한 배치를 설계하는 경우에는 우선적으로 BWMS의 용량을 선정하여야 한다. 주 평형수 계통에 연결되므로, BWMS의 용량은 적어도 펌프실에 배치된 평형수 펌프 또는 잠수형 평형수 펌프의 합계 용량 이상이어야 한다.

7) IBC Code: 위험화학품 산적 운송 선박의 구조 및 장치를 위한 코드 (International Bulk Chemical Code)로서, 산적 액체 위험 화학품의 운송안전을 확보하기 위한 국제기준

- 평형수 펌프는 주수용 및 배수용으로 구분하여 설치하여야 한다. 주수는 기관실에 설치된 별도의 평형수 펌프 또는 G/S Fire Bilge Pump의 겸용 사용을 고려해볼 수 있다. 아울러 잠수형 펌프 또는 펌프실에 비치하는 평형수 펌프는 배수 전용으로 사용하여야 한다.



[그림 29] 노출갑판 상부에서 직접 평형수탱크로 유도예시-1



[그림 30] 노출갑판 상부에서 직접 평형수탱크로 유도예시-2

2.3.4 주입식 처리방식 BWMS 설치에 대한 고려 사항

1) 주입식 처리방식 BWMS에는 간접전기분해 처리장치, 화학품 주입 처리장치, 오존 주입 처리방식 등이 해당된다.

2) 인화점이 60°C 이하의 유조선에는 방폭형으로 형식 승인된 전기장치를 제외하고 위험구역 외부에 설치하여야 한다.

3) 평형수 처리를 위하여 오존(O₃) 가스를 생산하는 장치가 설치된 장소에는 오존감지기를 설치하여 누출 시 경보를 발하도록 조치하여야 한다. 또한 노출갑판을 제외한 곳에 설치되는 오존(O₃) 공급관은 이중관을 사용하여 배관하거나 또는 완전 용접 이음 SUS Pipe를 사용하여 배관하는 등의 누설에 대한 특별한 조치를 하여야 한다.

- 4) BWMS를 노출갑판상에 설치할 경우 장비에 적합한 IP 56이상의 Grade인지 확인하여야 한다.
- 5) 수소가스를 발생하는 장치의 경우 수소가스 방출관은 기관실 외부의 노출갑판상의 안전한 구역으로 유도하여야 한다.
- 6) 또한 방출관은 플랜지 이음이 없는 완전용접이음이어야 하지만, 만일 플랜지를 사용할 경우 그 수는 최소로 하여야 하고 플랜지 이음 근처에 수소가스 감지기를 설치하여야 한다.
- 7) 활성물질로 사용하는 화학제품이 선원의 안전을 위해할 수 있는 성분이 포함된다면 기관실내에 설치할 수 없고, 별도의 장소에 설치하여야 한다.
- 8) 화학물질을 사용하는 BWMS가 설치된 경우는 MSDS 자료를 항상 선내에 보관하여야 하고, 선원의 안전을 위한 응급약품(비상)을 보관하고 책임사관에 의해 관리되어야 한다. 아울러, 물질을 다루기 위한 안전보호장구도 항상 비치하여야 한다.
- 9) 통상 선박이 정박한 상태에서 화물작업을 실시하고, 기관실 통풍장치는 최소로 운용하고 있지만 위험가스 및 물질을 활성물질로 이용하는 BWMS를 운전하는 동안에는 기관실 통풍 팬의 운전을 정상적으로 운용할 필요가 있다.
- 10) 기관실에 설치된 BWMS 관련 장비가 펌프실에 설치된 평형수 펌프의 주 배관에 처리물질 등을 주입하는 경우에는 다음의 요건을 따른다.
 - 반드시 주입시에만 사용해야 한다.
 - 기관실과 펌프실간에는 격벽을 관통하지 않고 갑판을 통하여 주입되어야 한다.
 - 주입관에 역류 대비 적절한 차단수단(2조의 체크밸브 및 Spool Piece 또는 Water Seal 또는 Double Block Bleed Valve)을 화물구역에 설치한다.

2.4 평형수 샘플링 형식의 전기장치

2.4.1 TRO(Total Residual Oxidant) 센서장치, 가스검지기와 같이 위험구역으로 고려되는 평형수관으로부터 직접 샘플링을 하는 경우에는 그 장치들이 위험구역 외부에

설치되어 있더라도 승인된 방폭형 제품이 설치되어야 한다.

2.4.2 안전구역에 설치되는 경우라도, 안전구역 내에 설치가 적합한 형식의 것이어야 한다.

3. Bulk Carrier / Container Ship

3.1 BWMS 설치에 따른 참조 규칙

3.1.1 평형수 펌프에 대한 규칙 내용(강선규칙 5편 6장 4절)

1) 모든 평형수 탱크는 적어도 2대의 동력구동 평형수 펌프에 연결되어야 한다. 그 중 한 대는 주기관에 의하여 구동되는 것으로 할 수 있다. 독립동력으로 구동되는 빌지, 위생수, 잡용수 펌프가 적절히 연결된 경우에는 이들 펌프도 독립 동력 평형수 펌프로 간주할 수 있다.

2) 다만, 톱사이드 탱크로부터 중력으로 배수하는 경우는 건현갑판상의 쉽게 접근할 수 있는 장소에서 조작할 수 있는 기폐지시기가 부착된 나사조임식 스톱밸브를 사용할 수 있다. 또한, 유조선과 같이 비상용으로 화물유 펌프로 평형수를 흡입할 수 있도록 설치된 경우에는 화물유 펌프를 1대의 독립 동력 평형수 펌프로 간주할 수 있다.

3.1.2 평형수 탱크 주수 및 배수용 밸브에 대한 규칙내용(강선규칙 5편 6장 4절)

1) 평형수 탱크는 부주의로 선외에서 평형수 탱크로 해수가 역류하거나 평형수 탱크 사이를 평형수가 이동하지 아니하도록 주입 및 배수시 이외에는 항상 폐쇄상태를 유지하도록 개폐지시장치를 갖는 체크밸브 또는 스톱밸브를 설치하는 등 적절한 조치를 하여야 한다. 버터플라이밸브(원격제어밸브 제외)를 사용할 경우, 진동 또는 유체의 흐름에 의하여 밸브디스크가 움직이는 것을 방지하기 위하여 홀딩(holding)장치 또는 동등한 수단을 갖는 것이어야 한다.

2) 원격제어밸브가 설치된 상황에서 제어를 위한 동력원이 상실되었을 때 밸브가 닫히고 또한 폐쇄 상태로 유지할 수 있도록 배치되어야 한다. 대체수단으로, 동력 상실 시 그 밸브를 잠그기 위하여 쉽게 접근하여 수동으로 조작할 수 있는 수단이 있는 경우, 원격제어밸브가 동력상실 시 그 위치를 유지하여야 한다. 원격제어밸브는 사용되는 탱크별로 명확히 식별되어야 하고 평형수 제어장소에 개폐지시장치를 설치하여야 한다.

3) 전용 평형수 탱크 내부에 중력으로 평형수의 주수 및 배수를 위해 시체스트(Sea Chest)를 설치하는 것이 허용된다. 단 그 밸브는 이중의 스톱밸브이고, 건현갑판에서 조작이 가능하여야 한다. 하지만, 협약이 발효가 되면 탑재되는 평형수 처리장치의 처리방식에 의해 결정될 것이지만, 대부분 In-Line 방식을 채택하고 있기 때문에 이러한 시공은 허용되지 않을 것이다.

3.2 위험구역(Dangerous Zone)

3.2.1 일반 화물선, 산적 화물선 및 컨테이너선 위험화물 적재에 따른 배치 요건

1) IMSBC Code⁸⁾ 또는 IMDG Code⁹⁾에 따른 인화성 위험이 있는 화물(SOLAS Reg. II-2/19 규칙)을 적재하는 경우, IEC 60092-506에 따라 위험물이 적재되는 화물창 및 이와 관련된 통풍덕트는 위험구역으로 지정된다.

2) Class 2.1, 3(인화점 $\leq 23^{\circ}\text{C}$), 6.1(인화점 $\leq 23^{\circ}\text{C}$), 8에 해당하는 화물 또는 산적형태로 Class 4.3의 화물을 적재하는 경우는 해당 화물구역의 통풍구 개구단에서 3m 이내의 구역이 위험구역으로 분류되므로 이렇게 위험장소로 분류되는 곳에 선박 평형수 처리장치를 설치하는 경우는 위험구역 등급에 적합한 방폭형 전기 장비를 설치하여야 한다.

3) 다만, 기관실에 설치하는 경우에는 이런 위험화물 적재와 관련한 제한적 사용은 발생하지 않을 것이다.

3.2.2 로로선, 차량 운반선 내부에 설치할 경우

1) 폐워된 로로 구역 또는 폐워된 차량 구역은 위험구역으로 분류된다.

2) 그럼에도 불구하고, 폐워된 구역이 시간당 10회의 기계식 통풍이 이루어지며 선교에 통풍능력 상실에 대한 경보장치를 설치할 경우, 각 플랫폼으로부터 갑판 상부 450mm 이하의 구역만 위험구역으로 지정되며, 450mm를 초과하는 높이에 설치하는 경우 스파크의 비산을 방지할 수 있도록 봉인되고 보호된 형식(IP55 이상)이고 표면 온도가 200°C 를 초과하지 않는 전기장치일 경우에는 설치가 허용된다.

3) 특수 분류 구역에 해당되는 경우 격벽 갑판 하부의 모든 구역은 통풍 횟수와 관계없이 위험구역으로 분류된다.

8) IMSBC Code : International Maritime Solid Bulk Cargoes Code

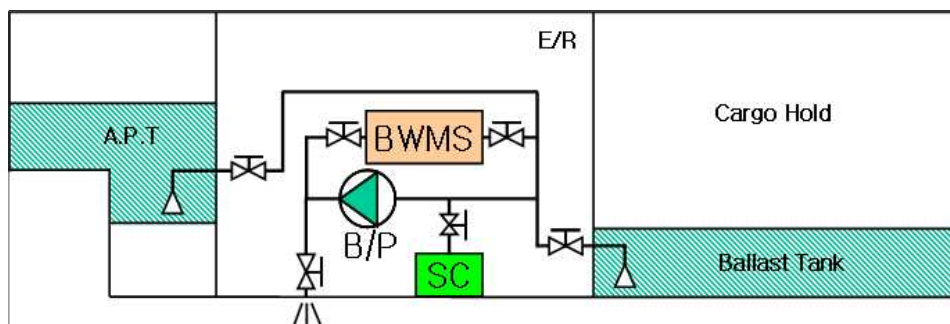
9) IMDG Code : International Maritime Dangerous Goods Code

3.3 선박 평형수 처리장치의 설치

3.3.1 직접 처리방식 BWMS 설치

1) 기관실 내부에 설치하는 경우

- 하기 [그림 31]은 기관실 내부에 선박 평형수 처리장치를 설치한 개략도이다.
- 적용가능한 처리장치 형식은 자외선 처리장치와 전기분해처리장치(직접식)가 있다.
- 탱커선을 제외한 대부분 화물선의 평형수 탱크는 안전구역으로 분류되므로 선박 평형수 처리장치를 기관실 내부에 설치하는 방법에는 큰 문제가 될 만한 소지가 없지만 수소가스를 발생하는 장치의 경우 수소가스 방출관은 기관실 외부의 노출갑판상의 안전한 구역으로 유도하여야 한다.
- 또한 방출관은 플랜지 이음이 없는 완전용접이어야 하지만, 만일 플랜지를 사용할 경우 그 수는 최소로 하여야 하고 플랜지 이음 근처에 수소가스 감지기를 설치하여야 한다.
- 통상 선박이 정박한 상태에서 화물작업을 실시하고, 기관실 통풍장치는 최소로 운영하고 있지만 위험가스 및 물질을 활성물질로 이용하는 BWMS를 운전하는 동안에는 기관실 통풍 팬의 운전을 정상적으로 운용할 필요가 있다.

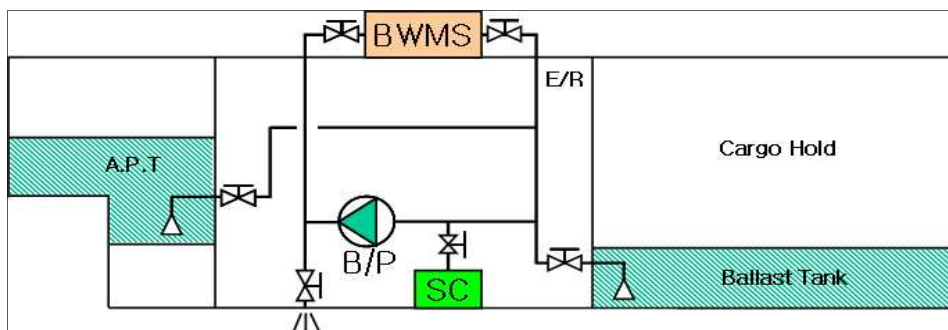


[그림 31] 기관실 내부 설치 BWMS

2) 기관실 외부에 설치하는 경우

- 하기 [그림 32]은 기관실 외부에 선박 평형수 처리장치를 설치한 개략도이다

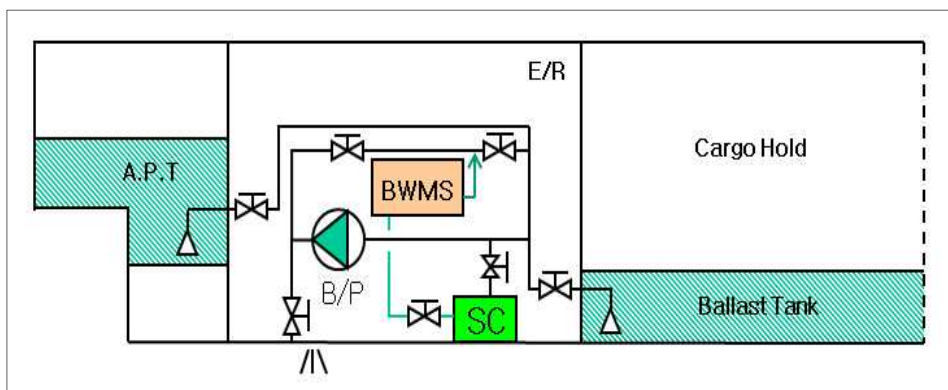
- 적용 가능한 처리장치 형식은 자외선 처리장치와 전기분해처리장치(직접식)가 있다.
- 기관실이 협소하거나 또는 관 배치의 어려움 등의 이유로 선박 평형수 처리장치를 기관실 밖에 설치하는 경우에 상기와 같이 배치할 수 있다.
- 갑판 상부 등과 같이 높은 위치에 선박 평형수 처리장치를 설치하여 평형수관을 갑판 상부까지 유도하여 평형수를 처리하는 형식의 경우 평형수 펌프의 수두 감소에 대해 고려하여야 하며, 또한 높은 장소에서 낮은 곳으로 평형수가 이동할 때 평형수관에 과도한 진공 압력이 발생할 수 있으므로 이를 예방할 수 있는 Vacuum Valve 설치 등과 같은 적절한 조치를 이루어져야 한다.
- 선박 평형수 처리장치를 설치 시 가능한 한 위험구역 밖에 설치하여야 한다. 다만, 부득이하게 위험구역으로 고려되는 차량구역, 로로화물구역 또는 화물창 구역 등과 같은 장소 내부에 설치할 경우, 전기 장치의 방폭 및 형식에 대하여 특별히 고려하여야 한다. 또한, 하역 작업등으로 인하여 물리적 충격을 받기 쉬운 장소에 설치하는 경우에는 추가적인 보호 조치가 필요하다.
- 선박 평형수 처리장치 처리 후 수소가스 등과 같은 위험가스가 발생하는 형식인 경우 위험가스 누출 시 폐위구역에 축적될 가능성이 있으므로, 위험가스 배출관은 폐위구역 밖의 안전한 장소로 유도하여야 한다.
- 폐위구역내에 설치된 BWMS가 수소가스를 발생하는 장치인 경우 해당 구역에는 6회 환기가 가능한 기계식 통풍장치가 설치되어야 한다.
- 선박 평형수 처리장치를 노출갑판상에 설치하는 경우, 각 장비에 적합한 각 장비에 적합한 IP Grade를 고려하여 선정하여야 하며, 또한 화물로 부터 물리적 손상을 방지할 수 있도록 보호된 장소에 배치하여야 한다.



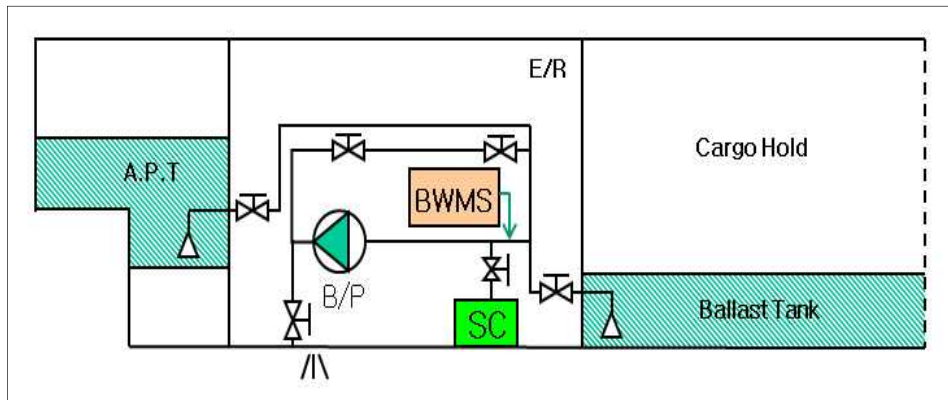
[그림 32] 기관실 외부 설치 BWMS

3.3.2 주입식 형식의 BWMS 설치

- 1) 평형수 처리를 위하여 오존(O₃) 가스를 생산하는 장치가 설치된 장소에는 오존감지기를 설치하여 누출 시 경보를 발하도록 조치하여야 한다.
- 2) 발생한 오존가스 또는 화학물질을 이송하는 관은 이중관이나 또는 완전 용접이음 SUS Pipe를 사용하여 배관하는 등의 누설에 대한 특별한 조치를 하여야 한다.
- 3) 선박 평형수 처리장치 처리 후 수소가스 등과 같은 위험가스를 발생시키는 형식인 경우 위험가스가 기관실 내부로 유출되지 않도록 조치하여야 하며 위험가스 배출관은 기관실 밖의 안전한 장소로 유도하여야 한다.
- 4) 수소 방출관은 플랜지 이음이 없는 완전용접이음이어야 하지만, 만일 플랜지를 사용할 경우 그 수는 최소로 하여야 하고 플랜지 이음 근처에 수소가스 감지기를 설치하여야 한다.
- 5) 활성물질로 사용하는 화학제품이 선원의 안전을 위해할 수 있는 성분이 포함된다면 기관실내에 설치할 수 없고, 별도의 장소에 설치하여야 한다.
- 6) 화학물질을 사용하는 BWMS가 설치된 경우는 MSDS 자료를 항상 선내에 보관하여야 하고, 선원의 안전을 위한 응급약품(비상)을 보관하고 책임사관에 의해 관리되어야 한다. 아울러, 물질을 다루기 위한 안전보호장구도 항상 비치하여야 한다.
- 7) 통상 선박이 정박한 상태에서 화물작업을 실시하고, 기관실 통풍장치는 최소로 운영하고 있지만 위험가스 및 물질을 활성물질로 이용하는 BWMS를 운전하는 동안에는 기관실 통풍 팬의 운전을 정상적으로 운용할 필요가 있다.



[그림 33] 기관실 내부 설치 주입식 BWMS(간접전기분해방식)



[그림 34] 기관실 외부 설치 BWMS(오존가스 또는 케미컬 주입방식)

3.5 특별사항

3.4.1 선박 평형수 처리장치의 바이패스 경보 및 기록

1) BWM 협약 G8 지침서 4.5.4항에서는 “선박 평형수 처리장치의 모든 바이패스 시에는 경보를 발생시켜야 하며 이는 제어장치에 기록되어야 한다.”라고 규정하고 있다.

2) 바이패스란 선박 평형수 처리장치를 통하여 처리되지 않은 평형수를 탱크에 주수하거나 배수되는 상황을 의미하며, 이러한 바이패스 상황은 자동으로 가시각 경보를 발하여야 하며, 제어장치에 기록되어야 한다.

3) 따라서, 바이패스 상황과 관련된 모든 밸브들을 원격 제어가 가능한 밸브로 변경하여 설치하거나, 또는 관련된 밸브마다 개폐 지시장치를 설치하여 바이패스 상황을 선박 평형수 처리장치의 제어장치에서 자동으로 탐지하여 경보할 수 있도록 구성하여야 한다.

3.4.2 BWMS 초기 작동

1) 초기 주수 또는 배수 시 일정 시간동안 바이패스 또는 재순환을 요구하는 형식의 선박 평형수 처리장치의 경우, 대부분 평형수 주수 또는 배수용 밸브들이 자동으로 인터록 되도록 설계되어 있으며, 처리되지 않 평형수가 주수 또는 배수되지 않도록 하고 있다.

2) 이러한 배치는 대부분 형식승인 조건 또는 형식승인용 도면에 명기되어 있으므로 이를 참조하여야 한다.

3.4.3 평형수 스트리핑용 에덕터

- 1) 대용량의 평형수 탱크를 가지는 산적화물선과 같은 선박은 평형수 탱크의 스트리핑용으로 전용의 에덕터를 설치하는 경우가 많다.
- 2) 이러한 배치를 가지는 선박이 배수 시 평형수를 추가로 처리해야 하는 형식의 선박 평형수 처리장치를 채택한 경우, 스트리핑용 관을 통해 배출되는 모든 평형수가 선박 평형수 처리장치에 의해 처리되도록 고려하여 설계하여야 한다.
- 3) 다만, 스트리핑용 에덕터의 구동수는 그 해역의 해수(또는 담수)를 이용하게 되어 평형수 탱크로부터의 생물 샘플을 채취하는 것은 무의미함. 따라서 샘플채취구의 설치는 생략해도 무방하며 상세내용은 MEPC 67차 최종보고서를 참조하도록 한다.
- 4) 또한 선박 평형수 처리장치를 통하지 않고 주수 또는 배수될 수 있는 모든 관을 철거하거나 또는 스트리핑용 관에 부착된 밸브에 바이패스 시 경보를 발하도록 시스템을 구성하고 또한 이것이 제어장치에 기록되어야 한다.

Section 4. BWMS 형식승인 제한사항

1. 형식승인 제한사항 일반

'BWMS의 형식승인을 위한 지침(G8, Res. MEPC. 174(58))' 개정을 위한 논의 시 선주들은 자신의 선박에 설치된 BWMS가 전 세계 어느 해역에서도 제D-2규칙을 만족할 수 있어야 한다고 주장해 왔다. 그러나, 형식승인을 위한 시험요건을 전 세계에서 가장 극한 상황을 모두 재현하는 것은 현실적으로 불가능하다. 따라서, 선주의 요구사항에 대한 절충안으로 제안된 것이 BWMS의 장치설계제한사항(SDL, System Design Limitation)이다. 이는 BWMS가 제D-2규칙을 만족하기 위한 수질조건 및 운전조건의 범위를 평가하여 증서에 명시한다면 선주들은 BWMS 설치를 위해 제품 선택 시 증서에 기재된 내용을 확인하고 선박의 운항 항로 및 패턴을 고려하여 가장 적절한 BWMS를 설치할 수 있도록 한 것이다.

2. BWMS 형식승인 제한조건

2.1 BWMS Code에 따른 형식승인 제한조건

BWMS Code에서 BWMS 형식승인 제한조건은 장치설계제한조건(SDL, System Design Limitation) 및 운전제한조건(OL, Operation Limitation)으로 구분된다. 두 제한조건의 개념은 매우 유사하다. 즉, BWMS가 제D-2규칙을 만족하기 위한 수질조건 또는 운전조건의 특정 파라미터를 말한다. BWMS Code는 운전제한조건으로서 형식승인 증서에 BWMS가 운전 가능한 염분농도 및 수온범위를 명시하도록 요구하고 있다([그림 35]. 형식승인증서 양식 참조).

BWMS Code 부속서 6.2항 후단에 따르면, SDL을 명시하지 않아도 형식승인증서는 발급될 수 있다. 그러나, 장치설계제한조건이 불명확한 BWMS는 사용자로부터 선택받기 어려울 것이다. SDL은 형식승인증서에 '이 장비는 다음의 조건에서 운전하도록 설계 되었습니다'의 항목에 기입하도록 되어 있으며, 형식승인 증서에 식별된 SDL과 그 범위를 확인하여 취수된 평형수의 수질 파라미터 및 운전 파라미터들을 확인하여 제한조건 내에서 BWMS가 운전되었다면, BWMS에 의해 처리된 평형수는 제D-2규칙을 만족할 것으로 예상할 수 있다. BWMS의 처리기술별로 운전제한조건으로 식별될 수 있는 파라미터들을 다음의 [표 2]에 정리하였다.

처리기술	잠재적인 SDL 파라미터		BWMS의 잠재적 제어 및 모니터링 파라미터	잠재적인 설계항목/ 관련 정보
	환경/수질	기술/운전		
필터	<ul style="list-style-type: none"> 부유물질 (크기, 성분, 양) 염분 및 온도 	<ul style="list-style-type: none"> 최대 유량 최소 역세척 압력 	<ul style="list-style-type: none"> 유량 유입/토출 압력 또는 차압(dP) 최소 역세척 압력 	<ul style="list-style-type: none"> 필터 메쉬 크기 또는 잔류한계 (정상 또는 최적) 여과 용량(유량) 세척 용량(역세척) 역세척의 횟수, 빈도 또는 세척 주기
하이드로사이클론	<ul style="list-style-type: none"> 부유물질 (특정 중력, 정량) 염분 및 온도 	<ul style="list-style-type: none"> 압력 최소 및 최대 유량 	<ul style="list-style-type: none"> 유량 유입/토출 압력 	<ul style="list-style-type: none"> 용량 분리 비율
자외선 (UV)	<ul style="list-style-type: none"> 자외선투과도 입자 크기 및 양 염분 및 온도 	<ul style="list-style-type: none"> 자외선 주입량 또는 강도 최소 및 최대 유량 최소 holding time 	<ul style="list-style-type: none"> 자외선 강도, 투과도 그리고/또는 주입량 전력, 또는 전류 및 전압 최소 및 최대 유량 	<ul style="list-style-type: none"> 자외선 주입량 반응기 과열 방지를 위한 최소 유량 반응기 설계의 CFD 분석
전기분해 염소처리	<ul style="list-style-type: none"> 염분 및 온도 공급되는 물의 전기전도도 또는 염분 및 온도 활성물질 요구량 	<ul style="list-style-type: none"> 활성물질 주입량 (정량 또는 농도) 최대 유량 최소 holding time 	<ul style="list-style-type: none"> 전력, 또는 전류 및 전압 활성물질 주입량 또는 농도 수온 공급수의 전기전도도 또는 염분 및 온도 유량 Holding time 	<ul style="list-style-type: none"> 활성물질 생산율
	<ul style="list-style-type: none"> 염분 및 온도 	<ul style="list-style-type: none"> 중화제 주입량 최대 유량 	<ul style="list-style-type: none"> 중화 시약 유량 또는 양 유량 배출 시 활성물질 농도 	<ul style="list-style-type: none"> 중화 시약 보관량 및 주입량
화학물질 주입(예, 오존, 차아염소산 나트륨, 과산화 수소 등)	<ul style="list-style-type: none"> 염분 및 온도 산화물 활성물질 요구량 	<ul style="list-style-type: none"> 활성물질 주입량 (정량 또는 농도) 최대 유량 최소 holding time 	<ul style="list-style-type: none"> 전력, 또는 전류 및 전압 오존 생성기의 온도 활성물질 주입량 또는 농도 염분 그리고/또는 물 전기전도도 수온 유량 Holding time 	<ul style="list-style-type: none"> 활성물질 생성량, 보관량 그리고/또는 주입량
	<ul style="list-style-type: none"> 염분 및 온도 	<ul style="list-style-type: none"> 중화제 주입량 최대 유량 	<ul style="list-style-type: none"> 중화 시약 유량 또는 양 유량 배출 시 활성물질 농도 	<ul style="list-style-type: none"> 중화 시약 보관량 및 주입량
가열	<ul style="list-style-type: none"> 염분 및 온도 	<ul style="list-style-type: none"> 최소 온도 및 holding time 최대 유량 	<ul style="list-style-type: none"> 온도 및 holding time 유량 	<ul style="list-style-type: none"> 가열 용량
진공 (Cavitation)	<ul style="list-style-type: none"> 염분 및 온도 	<ul style="list-style-type: none"> 최소 차압 유입 및 토출 압력 최대 유량 	<ul style="list-style-type: none"> 차압 유량 	<ul style="list-style-type: none"> 이용 가능한 차압
초음파	<ul style="list-style-type: none"> 염분 및 온도 	<ul style="list-style-type: none"> 최대 출력 초음파 최대유량 최대 노출 시간 	<ul style="list-style-type: none"> 전력, 또는 전류 및 전압 유량 	<ul style="list-style-type: none"> 전달되는 초음파의 주파수, 진폭, 및 노출 시간
탈산소화	<ul style="list-style-type: none"> 염분 및 온도 	<ul style="list-style-type: none"> 최소 비활성 가스 	<ul style="list-style-type: none"> 용존 산소 함량 	<ul style="list-style-type: none"> 혼합장비 배치

처리기술	잠재적인 SDL 파라미터		BWMS의 잠재적 제어 및 모니터링 파라미터	잠재적인 설계항목/ 관련 정보
	환경/수질	기술/운전		
		순도 (%) • 최소 주입율 • 최소 holding time	• 순도(%) • 주입율 • Holding time	• 혼합 유량/용적 • Holding time
탱크 내 처리 장치 - 화학물질을 사용하는 경우	• 사용되는 화학물질이 적절한 경우	• 최소 혼합되는 탱크의 일관성 • 탱크별 holding time	• 탱크 내 활성물질 주입량 또는 농도 • Holding time	• 혼합 장치의 배치 • 혼합 유량/용적 • Holding time
	• 염분 및 온도	• 중화제 주입량	• 중화 시약 유량 또는 양 • 평형수 탱크의 활성물질 농도	• 중화 시약 보관량 및 주입율
탱크 내 처리 장치 - 화학물질 사용하지 않는 경우 (예, 비활성 가스, 가열 등)	• 사용되고 있는 처리 기작에 적절한 바에 따름	• 탱크의 일부분 • 순환되어야 하는 물 • 최소 적용되는 기작의 일관성 • 탱크별 최소 holding time	• 평형수 탱크 또는 평형수 탱크 내 기작의 측정 • Holding time	• 혼합 장치의 배치 • 혼합 유량/용적 • Holding time

[표 2] BWMS 처리기술별 고려되는 잠재적인 운전제한 파라미터, 모니터링 파라미터 및 설계관련 정보(BWM.2/Circ.00)

BADGE OR CIPHER	(Limiting Operating Conditions apply)*
주관청명 <i>NAME OF ADMINISTRATION</i> 선박평형수관리장치의 형식승인증서 TYPE APPROVAL CERTIFICATE OF BALLAST WATER MANAGEMENT SYSTEM	
이 증서는 선박평형수관리장치의 승인을 위한 Code (resolution MEPC. 300(72))에 포함된 상세요건에 따라서 아래의 선박평형수관리장치가 검사/시험되었음을 증명합니다. 다만, 이 증서는 아래에 기재된 선박평형수관리장치에 한하여 유효합니다. This is to certify that the ballast water management system listed below has been examined and tested in accordance with the requirements of the specifications contained in the Code for Approval of Ballast Water Management Systems (resolution MEPC.300(72)). This certificate is valid only for the ballast water management system referred to below.	
선박평형수관리장치명(Name of ballast water management system)	
선박평형수관리장치 제조사(Ballast water management system manufactured by):	
형식 및 모델명(Under type and model designation(s) and incorporating)	
장비 및 조립도면 번호 (To equipment/assembly drawing No.): date:	
기타 장비의 제조사 (Other equipment manufactured by):	
장비 및 조립도면 번호 (To equipment/assembly drawing No.): date:	
정격처리용량 (Treatment Rated Capacity (m ³ /h)):	
이 형식승인증서의 사본은 선박검사 시 제시하기 위해 선박평형수관리장치를 설치한 선박에 항상 비치하여야 합니다. 만일, 형식승인증서가 타 주관청의 승인에 기초해서 발행되었다면 그 형식승인증서도 첨부되어야 합니다. A copy of this Type Approval Certificate shall be carried on board a ship fitted with this ballast water management system, for inspection on board the ship. If the Type Approval Certificate is issued based on approval by another Administration, reference to that Type Approval Certificate shall be made.	
운전제한조건은 이 증서에 기술되어 있습니다(Limiting Operating Conditions imposed are described in this document). (온도(Temperature) / 염분(Salinity))	
기타 제한사항은 다음과 같습니다(Other restrictions imposed include the following):	
이 장비는 다음의 조건에서 운전하도록 설계되었습니다 (This equipment has been designed for operation in the following conditions):	
Official stamp Signed	
Administration of	
Issued this day of 20	
Valid until this day of20	

[그림 35] BWMS Code내 형식승인증서 기본양식

3. 정부형식승인 증서에 따른 형식승인 승인조건

3.1 USCG

USCG의 경우 형식승인증서 첫 페이지에 운전제한 조건을 기재한다. BWMS의 처리 기술별에 따라 형식승인 증서에 기재되는 운전제한 조건은 조금씩 다르다. 필터 + 자외선(UV)을 사용하는 BWMS의 경우 염분, 온도, 최소유지시간(Holding time), 필터의 압력, 자외선 조사강도(UVI)를 제한조건으로 두고 있다. 필터 + 전기분해를 사용하는 BWMS의 경우 일반적으로 염분, 온도, 최소유지시간(Holding time), 전해액 공급 온도(Electrolyte Feed Temperature), 전해액 공급 염분(Electrolyte Feed Salinity), 필터 입구 압력(Filter Inlet Pressure), 총 잔류산화물(TRO)을 제한조건으로 두고 있다. 필터 + 화학물질 주입을 사용하는 BWMS의 경우 염분, 온도, 최소유지시간(Holding time), 필터의 압력, 활성물질 주입량(Active Substance dose)을 제한조건으로 두고 있다.

3.2 대한민국정부

대한민국 정부 형식승인증서의 경우, 승인조건을 별도로 추록에 기술하고 있으나, 황천대비시험 수행 필요성과 폭발 위험성이 있는 구역에서 사용될 수 있다는 것을 보증하지 않는다는 내용 외에는 별도로 운전조건을 표기하지 않았다. 다만, 선박평형수 관리법 개정 시 BWMS CODE를 적용함에 따라 시험의 온도 및 염분 범위를 포함한 운전제한조건이 명기될 예정이다.

3.3 그리스정부

필터 + 전기분해를 사용하는 BWMS에 대한 그리스 정부 형식승인증서의 경우, 운전제한조건으로 필터 등급 (Filtration grade), 처리용량, 최소 수온 그리고 최소 염분을 제한조건으로 두고 있다.

3.4 싱가포르정부

싱가포르 정부 형식승인증서의 경우, 추록에 대행기관(RO, Recognized Organization)에서 작성한 별도의 운전제한조건이 표기되어 있으며, 필터 + 자외선을 사용하는 BWMS의 경우, 압력비율(Pressure rating), 수온, 대기온도, 최소 유량, 최대 정격처리 용량, 자외선 투과도, 자외선 조사강도 등이 표기되어 있다.

3.5 독일정부

독일 정부 형식승인증서의 경우, 운전제한조건으로 필터 + 전기분해를 사용하는 BWMS의 경우, 총 잔류산화물의 활성물질 최대 주입량, 총 잔류산화물의 배출 농도, 중화제 투입량 및 염분을 제한조건으로 두고 있으며, 필터 + 자외선을 사용하는

BWMS의 경우, 평형수 온도범위, 최소 자외선 투과도(또는 최소 조사량) 및 최대 최소 유량을 제한조건으로 두고 있다. 제조사 선택사항에 따라 최소 유지시간 (Minimum Holding Time 또는 Minimum retention time)을 제한조건으로 두는 경우도 있다.

4. 선급형식승인증서에 따른 형식승인 제한조건

선급형식승인증서는 IMO요구사항에 추가하여 규칙에 따른 설치 제한사항 및 형식승인 증서를 취득한 이후 제조사 또는 선주가 수행해야 하는 조건을 주로 다루고 있으며, 그 예시는 아래 [그림 36]을 참조 한다.

B. Approval Condition

1. Application & Limitation

- 1) This approval is granted on the basis of the test reports and the documentation type-approved by Korean Administration (Date: 4th Dec. 2009 and 24th May 2017)
- 2) The manufacturer should inform this Society of all kinds of revisions of the equipment including software. If the changes are recognized to affect functionality of the approved equipment, type test to confirm the reliability of the revised equipment may be performed in the presence of our surveyor.
- 3) Unless specially directed by an Administration, this approval is not to be construed as a substitute for the Administration's approval.
- 4) This certificate will be automatically revoked when the type approval certificate issued by the Korean Administration is not valid.
- 5) Any latest conventions or requirements setted by International Maritime Organization or Administrations should be retroactively applied at the earliest possibility.
- 6) In case where this system is installed on board, the system drawings for individual vessel are to be approved and/or reviewed by this society.
 - Piping diagram of ballast system including ballast water management system
 - Installation & outline drawings of ballast water management system
 - Drawings of main instruments of ballast water management system
 - Instrument lists of ballast water management system
 - Power and communication diagram
 - Operation and maintenance manual
 - Other documents requested by this Society
- 7) Treatment Rated Capacity (TRC) for the above models may be considered by installation of multiple units in parallel, provided that the ultimate functioning and effectiveness of the system on board a ship of the type and size for which the equipment will be certified will not be adversely affected as set out BWM.2/Circ.8.
- 8) Minimum radiation dosage (250mJ/cm²) must be maintained at any time.
- 9) Components composed of ballast water management system shall not be installed on exposed weather deck.
- 10) Explosion-proof certification by a notified/recognized certification body is not covered by this certificate. Ratings and special condition for safe use in hazardous areas are to be obtained from the relevant valid Ex-certificate.

2. Individual Product Cert. and Drawing Approval Requirement

- 1) Individual product certification is required.

3. Marking

- 1) The product or packing is to be marked with the manufacturer's name and type designation on a suitable position.

4. Others

- 1) Test condition

Test	Condition	Remark
EMC	All locations excluding the bridge and deck zone	-
Temperature	5 ~ 55°C	-
Vibration	Acceleration ±0.7g	-
Degree of protection	IP44(PCP, PBP and PRP)	-
Salt mist	Not Applied	-

* Remark
Degree of protection for each component is to be verified by system drawing approval.

< The End >

[그림 36] 선급형식승인 증서의 승인제한조건 예시

제 3 장 선주를 위한 BWMS 지침

Section 1. BWMS 형식별 운용을 위한 지침

1. UV 시스템

설치 및 개조가 용이하며 선급의 관점에서 안전문제가 거의 없는 편이다. 염분과 온도 상관없이 독립적으로 작동한다. 화학물질을 사용하지 않으므로 친환경적이며, 대용량 처리가 가능하다. 그러나 해당 장치는 물 투과율 (UV-T)에 의존적이므로 혼탁한 물에서는 원활히 작동하지 않는다. 미 해안에 방출되는 모든 미생물이 단순한 처리가 아닌 오히려 선박을 떠나기 전에 사멸되어야 한다는 미국 해안경비대의 해석은 형식승인된 필터 + UV 시스템이 물의 탁도에 보다 민감해 지고 더 오랜 보유시간이 필요할 수 있음을 의미한다. 이에 따라, 탁도가 높은 지역에서의 해수 처리 시 UV형식의 BWMS에서는 유량을 조절하여 보다 오랜시간 처리될 수 있도록 하는것이 바람직하다.

UV 램프와 필터에 이상이 있는 경우 전체시스템이 작동할 수 없으므로, 주기적 점검 및 교체가 필요하다. 또한, Filter의 막힘이 발생할 우려에 대하여 제조자가 제공하는 Filter의 Flushing mode를 이용하는 등 막힘에 별도로 주의를 하여야 한다.



[그림 37] UV형식의 대표적인 Component

각 구성요소별 제조사에서 권장하는 유지보수사항 예는 다음의 [표3]와 같다.

구성품	활동	활동 주기	비고
일반	시스템 시험 운전 : 1) 주수 및 배수 운전 2) CIP 절차 수행	월 1회	시스템이 정상적인 주수/배수 운전 조건인지 확인하기 위해 시험 운전을 수행해야 함.
일반	부식 및 침식 손상 검사	연 1회	
일반	센서 검교정	연 1회 수행 (유량계: 매 2년 마다 수행)	
UV 반응기	씰 외부 누설 검사	연 1회	
	UV 램프 누설 점검	연 1회	
	UV 램프 교체	3000시간 운전 후 모든 램프 교체 권고	UV 램프 세트
	UV 센서 교체	IMO 요구사항: 매 2년마다 수행 EPA 요구사항: 매년 마다 수행	
필터	필터 구성품 세척 및 검사	연 1회	손상이 있을 경우 필터 교체
	씰 외부 누설 검사	연 1회	필요 시 결함이 있는 씰 교체

[표 3-1] UV형식의 대표적인 유지보수사항

구성품	활동	활동 주기	비고
CIP ¹⁰⁾ 용액	pH 값 확인	3개월 마다 1회	
	CIP 용액의 레벨 점검	3개월 마다 1회 - UV 반응기의 수 및 ballasting 주기에 따라 해당 용액 검사는 더 자주 수행 될 수 있다.	CIP 용액의 레벨이 낮지만 pH 값이 3 미만일 경우 CIP 용액과 물을 첨가하여 CIP 탱크 내 CIP 용액을 채울 수 있음.
	CIP 용액 교체	pH 값이 3 보다 높을 시 또는 연별 1회 또는 1년 이상 CIP 모듈이 비활성 상태일 시	
	저장된 CIP 용액 제어	3년 후 육안검사 수행	
CIP 모듈의 밸브 블록	케이블이 밸브 블록의 단자 스트립에 단단히 부착되어 있는지 확인	연 1회	
밸브 및 구동기	구성품, 케이블 및 호스가 단단히 부착되어 있는지 확인	연 1회	
전원 케이블	전원 케이블 연결상태 점검	연 1회	
제어 시스템	PLC 모듈의 배터리 교체 ¹¹⁾	제어 시스템 상 PLC 배터리 부족 경보가 발생할 시 또는 5년 후 또는 장기간 보관되기 전	제어 캐비닛이 켜져 있을 시 매 24 시간마다 자동 점검

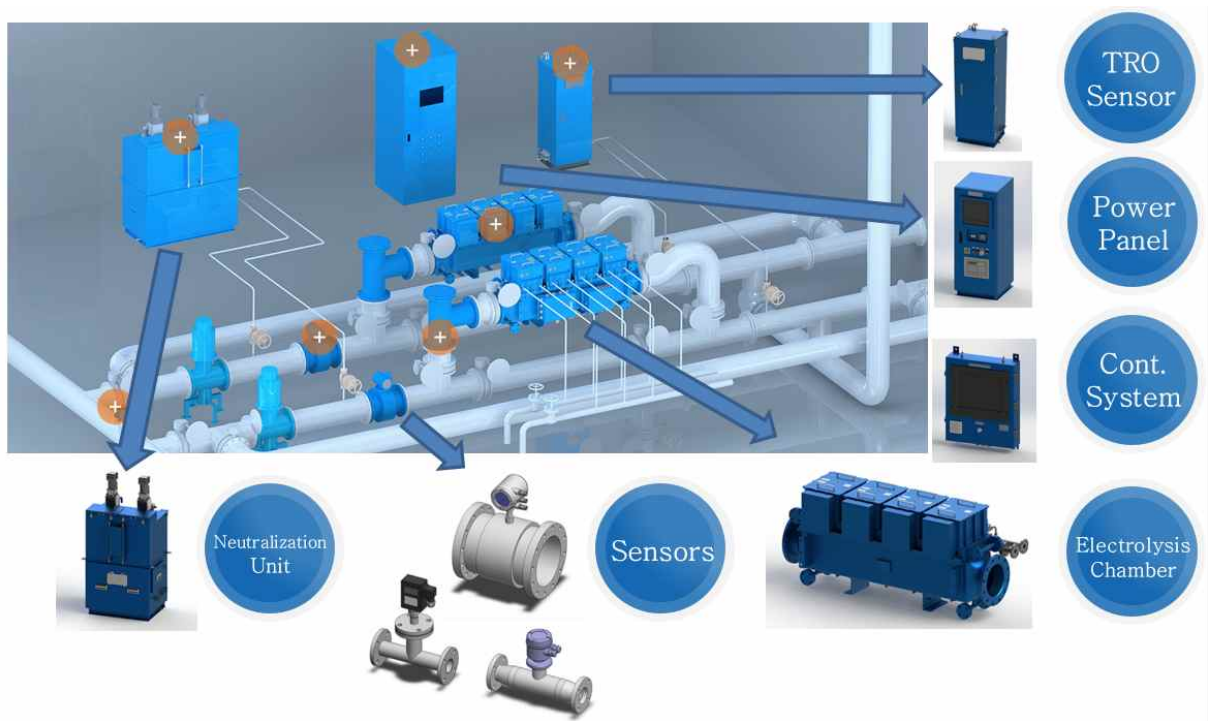
[표 3-2] UV형식의 대표적인 유지보수사항

10) CIP: Cleaning in place로 UV Lamp의 청소를 위한 용액이며, 제조사별로 다양한 이름으로 불린다.

11) PLC 모듈의 배터리가 없는 경우도 있음(대부분의 경우 Panel로부터 공급받고, Battery와 연결되지 않음) 참조한다.

2. 전기분해방식(직접식)

대용량을 처리할 수 있을 뿐만 아니라 전기분해 기반 시스템은 매우 효율적이며 물의 처리는 흡입 시에만 수행되며 배수 시 TRO를 중화시키는 방식이다. 전력소모량이 다소 적고, 배관 내 압력 손실이 적은 편이다. 단점 중 하나는 전기분해 시 소량의 수소가스가 발생하여 가스검출기의 설치가 필요한데 이는 안전과 관련하여 고려해야 할 요소이다. 또한 전해시스템은 염분 및 저온에 민감하므로 염분 또는 히팅시스템을 추가해야 한다. 마지막으로 UV+필터 시스템에 비해 설치, 제어 및 유지보수가 더 복잡하다. 상기와 같이 각 주요 항의 해수 온도 및 염도에 따라 성능의 차이가 발생된다. 특히, 담수구역에서의 BWMS 처리능력에 제약이 발생하는 형식의 BWMS는 별도의 Salt Tank를 본선에 설치하여, 담수의 염도를 올려 BWMS를 처리할 수 있도록 구성하는 것이 바람직하며 이러한 경우 전력 소모가 증가된다.



[그림 38] 전기분해방식(직접식)의 대표적인 Component

각 구성요소별 제조사에서 권장하는 유지보수사항 예는 다음의 [표 4]와 같다.

구성품	활동	활동 주기	비고
전기분해 챔버	HMI 상의 전체 발라스트 운전 시간에 따른 세척	매 200시간 마다 ¹²⁾	전기분해 챔버 모듈 세척
정류기	냉각수 호스 세척	연 1회	에어 브러싱을 통한 세척
TRO 센서	오버홀 에어 펌프	연별 1회	
	투웨이 솔레노이드 밸프 세척	6개월 마다 1회	
	온라인 잔류 염소계 모니터 CLX의 T형 여과기 내부 세척	월 1회	에어 브러싱을 통한 세척
자동 중화 장치	청수 탱크 세척	연 1회	청수를 이용한 청수탱크 세척
	오버홀 정량 펌프	연 1회	
	ANU 탱크의 여과기 세척	6개월 마다 1회	
유량계	TMS ¹³⁾ 프로그램 운전 상태 점검	월 1회	자가 기능시험 수행
전도도 센서	센서 세척	6개월 마다 1회	에어 브러싱을 통한 세척
가스 검출 센서	GDS 및 입력 케이블의 상태 점검	3개월 마다 1회	에어 브러싱을 통한 세척
T스트레이너 ¹⁴⁾	T스트레이너 여과기 세척	차압이 0.5 bar로 증가할 경우	

[표 4] 전기분해방식(직접식)의 대표적인 유지보수사항

12) 전기분해챔버의 소지시간은 각 제조사 별로 상이하므로, BWMS별 OMSM을 참조한다.

13) TMS: Total Measuring System등으로 불리는 BWMS와 연결되는 센서류의 상태를 체크할 수 있는 시스템이다. 각 제조사 별로 불리는 이름이 다양함을 참조한다.

14) T스트레이너는 필터의 역할을 하지만, 협약에서 요구하는 50 μ m 보다 큰(60~300 μ m)정도의 사이즈로 큰 파티클을 걸러준다. T스트레이너가 아닌 필터가 장착된 전기분해장치(직접식)이 대부분임을 참조한다.

3. 전기분해방식(간접식)

직접식 전기분해방식의 BWMS와 기본적인 원리는 동일하다. 장점으로는 평형수 주 배관에 장치의 설치 시 상대적으로 작은 공간을 필요로 하는 등 배치가 용이한 편이다. 단점으로는 전기분해를 위한 추가의 해수 탱크, 배관 및 피드펌프가 필요하다.



[그림 39] 전기분해방식(간접식)의 대표적인 Component

간접식 전기분해방식의 BWMS에 대한 각 구성요소별 제조사에서 권장하는 유지보수 사항 예는 다음과 같다.

구성품	활동	활동 주기	비고
TRO 센서	T스트레이너 점검 및 필요 시 세척	월 1회	
	TRO 센서 내부의 체크 밸브와 펌프 호스를 점검 / 필요 시 세척 또는 교체	매 3개월 마다 수행	
	소모품 교체 - 시약의 지시약 및 완충액	지시약: 매년 마다 수행 완충액: 3개월 마다 수행	

Component	Action	Time Interval	Notes
중화 장치 / 염분 조절장치	필요 시 여과기 세척 및 교체	연 1회	
백 플러싱 ¹⁵⁾ 필터	필터 구성품 분해 및 청수를 이용한 세척	필터 막힘 발생 시 또는 연 1회	
전기분해 장치	필요 시 여과기 세척 및 교체	연 1회	
	전력 소모량 점검 및 필요 시 산성용액을 이용한 세척	2년 마다 1회 또는 전력소모량이 20% 까지 증가할 경우	매뉴얼의 디 스케이링 방법 참조
	권고된 주기로 H ₂ 센서 검교정 수행 ¹⁶⁾	6개월 마다 1회	
	권고된 주기로 전도도 센서 검교정 수행 및 세척	2년 마다 1회	
백 플러싱 및 가압펌프	씰 누설 점검 및 필요 시 교체	연 1회	
밸러스트 배관	항해 중 밸러스트 배관 세척	매 배수운전 이후	목적 : 배수시 생성된 주 배관 내 침전물 제거

[표 5] 전기분해방식(간접식)의 대표적인 유지보수사항

15) 필터 전후단의 압력 차이가 발생하여 차압 센서가 지속적으로 작동하는 경우, 자동으로 백플러싱이 된다. 필터의 엘리먼트를 확실히 소지하지 않고 백플러싱 운전만 지속하는 경우 경보가 자주발생하게 되며, 기기가 빨리 노후하므로 필터의 엘리먼트를 잘 유지관리 하여야 함을 참조한다.

16) 안전을 위하여 H₂ 가스센서의 검교정을 반드시 수행하여야 한다. 일부 제조사의 경우 엽소가스 센서도 함께 제공되고 있으며, 물리적으로는 H₂ 가스보다 엽소가스의 반응이 느리므로, H₂가스 센서가 먼저 경보를 제공함을 참조한다.

4. 화학제 주입 방식

일반적으로 화학물질을 밸러스트 수에 주입시킴으로써 타 BWMS에 비하여 제품의 구성이 간단하고 전력 요구량이 적다. 약품¹⁷⁾주입 펌프를 기본 구성요소로 사용하기 때문에 이 시스템은 다른 기술보다 설치가 용이하며 비교적 작은 공간을 필요로 한다. 그러나 Peraclean™이나 Purate™와 같이 사용되는 화학물질은 상표이며 특정 포트에서 공급이 제한적일 수 있다. 또한 화학물질은 밀폐된 용기에 담아 보관해야 하며 인체에 위험할 수 있다. 화학물질을 사용하려면 엄격한 안전수칙 및 직원교육이 필요하다. 화학물질의 공급을 정기적으로 비축하는 것은 전력을 주요비용 항목으로 가지는 UV 또는 전기분해 시스템에 비해 추가 운영비용을 발생시킨다.



[그림 40] 화학제 주입방식의 대표적인 Component

화학제 주입 방식의 BWMS에 대한 각 구성요소별 제조사에서 권장하는 유지보수 확인사항은 다음의 [표 6]과 같다.

17) 약품은 액상형과 가루형이 있다. 가루형의 경우 주입시 분진이 발생하지 않도록 주의하여야 한다. 일부 제조사의 경우 가루형 약품이 자동으로 피딩되는 장치가 있다. 액상형이든 가루형이든 선원의 안전에 유의하여 취급하여야 한다.

구성품	활동	활동 주기	비고
미터링 피더 장치	단자 점검	연 1회	
	공기압 점검	매일	
	주기적으로 냉각수 내밀성 점검	연 1회	
용해 장치	단자 점검	연 1회	
	릴리프 밸브 점검	연 1회	
	주기적으로 냉각수 내밀성 점검	연 1회	
중화 장치	단자 점검	연 1회	
	안전 밸브 점검	연 1회	
	주기적으로 냉각수 내밀성 점검	연 1회	
센서 및 계측기	계측기 교정 수행	월 1회	
일반	공기 누설 및 누수 점검	매일	

[표 6] 화학제 주입방식의 대표적인 유지보수사항

5. 오존방식

대기 중의 산소를 Ozonation Unit을 통하여 생성된 활성이 높은 Ozone을 평형수 관 내에 주입하여 평형수 속의 미생물을 살균하는 방식이다. 바닷물의 염도나 탁도에 상관없이 우수한 살균성을 발휘하고, 화학물질을 투입할 필요가 없다는 점에서 친환경적이다. 또한 대형선일수록 전력소비를 비롯한 유지관리비용이 줄어든다. 단점으로는 오존가스 자체가 인체와 환경에 유해하기 때문에 이에 대한 안전관리가 필요하며, 공기압축 등으로 인해 전기분해, 자외선 방식보다 기본적인 전력소모량이 비교적 큰 편이다.



[그림 41] O₃방식의 대표적인 Component

오존 주입 방식의 BWMS에 대한 각 구성요소별 제조사에서 권장하는 유지보수 확인 사항은 다음 [표 기]과 같다.

구성품	활동	활동 주기	비고
공기 압축기 및 건조기	오일 레벨 점검	매일	불충분 시 재 보충
	압축기 온도 점검	매일	
	유수 분리기 부품 점검 (차압)	매일	

구성품	활동	활동 주기	비고
	안전 밸브 점검	3개월 마다 1회	비정상 시 교체
	오일 회수 배관 및 냉각기 뒤 배관 점검	3개월 마다 1회	필요 시 세척
	유수분리기 부품 점검 (차압)	매일	
	오일 및 오일 필터 부품 교체	6개월 마다 1회	최초 500시간 이후 교체 (한달)
	공기 필터 및 분리기 부품 교체	6개월 마다 1회	3000시간 이후 교체
	흡입 밸브 및 최소 압력 밸브 점검	연 1회	비정상 시 교체
O ₂ 발생기	필터 부품 점검	매 4000시간 마다	
	소모품 점검 (밸브 수리 키트)	2년 마다 1회	필요 시 교체
O ₃ 발생기	주기적으로 냉각수 내밀성 점검	연 1회	
	응축수 유출 점검	연 1회	압력 완화 장치의 배출구에서 1/4 플러그를 주기적으로 개방
물 냉각기	윤활유 점검	2 개월 마다 1회	
	안전 보호 장비 점검	매 6000 시간 마다 또는 연별 1회	제조사에 문의
	오버홀 압축기	매 28000시간 마다 또는 6 년 마다 1회	제조사에 문의
General	예열 운전	월 1회	시스템을 좋은 상태로 유지하기 위함.

[표 기] O₃ 방식의 대표적인 유지보수사항

Section 2. BWMS 설치 후 운영상 문제점

BWMS가 설치된 선박 중 다수의 BWMS가 운영상 문제점이 발생하여 정상 작동이 되지 않는 것으로 보고 되고 있으며, 선주에게 심각한 추가 비용을 발생시키고 있다. 따라서 본 절에서는 BWMS 설치 후 운영상 문제점에 대하여 어떻게 방지할 것인가에 대하여 논하도록 한다.

1.1 교육

종래의 조선해양기자재 대비하여, BWMS는 선원들에게 아직은 친숙하지 않은 장비임이 분명하다. 따라서, 제품에 대한 교육이 가장 중요한 운영상의 문제점을 해결하는 방법이라 할 수 있다. 교육은 일관적인 방법으로 수행하는 것이 중요하며, BWMS가 선박에 특화되어 설계되었을 경우에는 더욱 세심한 주의가 요구된다. 대한민국의 경우 「선박평형수관리법」 제9조제3항, 같은 법 시행규칙 제18조에 따라 선원이 교육을 받도록 의무화 하였다. 해당 법령에 따르면, 선주는 선박평형수관리의 업무를 담당하는 선박직원(선박직원법 제2조제3호에 따른 선박직원)을 대상으로 5년마다 1회 이상 다음의 내용에 관한 교육을 지정교육기관에서 받도록 해야 한다.

- ① 선박평형수관리에 관한 국제협약의 내용
- ② 선박평형수 및 침전물 관리절차
- ③ 선박평형수관리계획서 운용에 관한 사항
- ④ 선박평형수관리기록부 작성에 관한 사항

대한민국 정부는 지정교육기관이 선박평형수관리협약의 이행과 관련하여 발생되고 있는 현안들과 실무에서 발생할 수 있는 문제들에 대한 적극적인 논의를 통하여 문제를 예방하고 해결할 수 있는 통찰력을 교육을 통해 습득할 수 있도록 커리큘럼을 구성하도록 요구하고 있다.

- 교육방법

선주는 설치 후에도 명료하고, 주기적으로 갱신될 수 있으며, 체계적으로 정리되고, 선박에 특화된 운영지침서를 포함하는 포괄적인 교육 자료를 가지고 있어야 한다. BWMS제조사는 이를 돕기 위하여 시청각자료, 현장교육, 컴퓨터기반 강의를 제공하고 있고, 제조자에 의해 개발된 시뮬레이션 툴을 사용한 교육방법도 제공되고 있다. 다양한 종류의 BWMS가 설치된 선대를 보유한 선주는 특정 타입의 BWMS에 대해 숙련된 선원을 보유하고 있지만 다른 종류의 BWMS에 대한 지식은 부족할 수 있다. 그러므로 선원들을 다양한 선박에서 근무하도록 하는 것이 다양한 BWMS 운영에 노출시켜 경험 및 지식을 쌓을 수 있는 방법일 것이다.

교육은 오직 선원들을 위한 것으로 생각될 수 있으나 선주는 육상의 공무감독을 피 교육자로 포함시켜야 한다. 제조자들은 때때로 제조 공장에서 교육을 진행하나 그 이용가능성은 제한적이다. 그러므로 선주는 본선에 설치한 BWMS 제조사를 통하여 선사의 공무감독이 조선소 또는 포트에서 교육을 받을 수 있도록 요청하고, 교육결과를 바탕으로 선대에 알맞은 교육자료를 구성하여, 각 선원들에게 전파 교육을 수행하도록 하는 것이 더 효율적이다.

1.2 자격

자격에 대한 최소 기준 없이는 교육 방법 및 기간에 상관없이 BWMS의 정상적인 유지를 보증할 수 없다. 컴퓨터기반 시험을 통해 선원관리에 대한 기록 및 증명을 제공할 수 있으므로 이를 적극 사용할 것을 권장한다. 이러한 교육을 통해 BWMS의 기술을 완벽히 습득하여 실무에 적용하기에는 항상 부족함으로, 교육은 BWMS의 운영에 초점을 맞추어 진행하는 것이 바람직하다.

- 샘플링

BWM 협약 D-2기준이 적용됨에 따라 적절한 샘플링 절차를 수행하기 위한 상세한 지침서가 필요하며, 현장교육 및 정해진 기록절차 등에 대한 교육이 동반되어야 한다. 또한, 제3자 기관에서 요구하여 대체되는 샘플링 방법 및 처리절차에 대해서도 교육되어야 한다. 특히 PSC Guideline에 따른 Phase 4까지의 검사가 진행된다면, 본선의 무결성을 원만히 증명하기 위해 선원들은 반드시 샘플링 방법에 대하여 명확히 숙지하고 있어야 한다. 샘플링 방법을 명확히 숙지하지 못하고 있는 경우는 PSC Guideline Phase 2의 Non-Conformity 사유에 해당하므로 이를 주의하여야 한다.

1.3 운영

적합한 BWMP를 통해서 발생하는 운영상 이슈들은 해결되고 예방될 수 있다. 따라서 승인된 BWMP를 완벽히 숙지하고 있는 것은 매우 중요하며, 이와 설치된 BWMS의 각 기능들에 대한 이해가 필요 하다.

- 시퀀스

설계단계에서 기동 및 정지 시퀀스에 대해 발생할 수 있는 이슈들은 고려되어야 한다. 왜냐하면 많은 선주들이 BWMS를 정지시키고 램프의 부적절한 냉각을 유발시키는 부적합한 셋다운에 대해 우려를 나타내고 있기 때문이다. BWMS가 설치되어 운

영되는 동안 시퀀스를 재프로그래밍하는 것은 쉽지 않으므로, 프로그램은 커미셔닝 기간에 시험되고 수정하는 것이 중요하다.

- 여과장치

주수시 필터에서 역류하는 현상이 발생하므로, 역류라인은 선외변으로 유도해야 한다. 역류량은 주의깊게 감시되어야 하며 필요시 조정되어야 한다. 이것은 적절한 SEA CHEST의 사용, 압력셋팅값 변경, 필터 캔들간의 스위칭 또는 다른 방법으로 해결할 수 있다. 파이프의 FLUSHING의 성능은 침전물 축적을 완화 시키는데 도움을 줄 수 있다. 다만, 부주의한 FLUSHING은 오히려 UV 램프와 같은 BWMS 부품들에 손상을 줄 수 있으므로 주의하여야 한다.

- 데이터 저장

협약에 따라서, 모든 BWMS는 최소 24개월 치의 데이터를 자동으로 저장할 수 있어야 한다. 따라서 승인된 많은 종류의 BWMS는 로그 데이터를 자동으로 저장한다. 그러나, 로그 데이터가 저장되지 않거나 손실되는 경우도 있다. 그러므로 선주는 로그 데이터를 정기적으로 확인하고 검증하여야 하며, 각 시스템들은 적어도 한 달치 데이터를 저장할 수 있어야 한다. 이 데이터는 PSC나 USCG의 검토를 위해 필요 할 수 있다. 데이터는 선주에게도 최근 발생할 수 있는 문제점과 여러 종류의 BWMS의 성능 검토에도 용이하게 사용할 수 있다. 참고로, 데이터의 경우 BWMS에 보조의 수단(예, 이동식저장장치)에 저장하여도 무방하나, 요구되는 공식적인 검사를 위해 언제든지 기록을 보여줄 수 있거나 출력이 가능하여야 한다. 혹시, 제어장치를 교체하는 경우에는 교체전의 저장된 자료를 선상에서 24개월 동안 이용이 가능하게 하는 수단이 갖추어 져 있어야 하므로, 불가피한 교체나 수리시 BWMS 제조사에 수리시점으로부터 24개월 치의 데이터에 대한 확인을 받아야 한다.

- 소모품

소모품 중 특히 화학제품은 몇몇 BWMS 시스템을 운용하는데 중요한 부분이다. 소모품의 유통기한과 저장 방법 및 계획을 확인하는 것은 매우 중요하다. 선원은 화학약품에 노출될 경우 위험할 수 있으므로, 사용방법에 대한 숙지를 완벽하게 교육받는 것이 필요하다. 아울러, 일부의 소모품(예, TRO Sensor의 DPD용액과 Buffer용액)의 경우 유효기간을 벗어나는 경우 정상적인 값을 지시하지 못 할뿐더러, 정상적인 값을 운전간에 지시하였다고 하더라도 PSC Guide line의 Phase 1인 Documents review에서 가장 빈번하게 지적되니, 주의가 요구된다.

1.4 유지보수

유지보수 계획, 침전물 처리에 대한 예비계획, 소모품 사용 계획을 준비하고 수행하는 것은 매우 중요한 사안으로, BWMS에 의해 발생하는 위험을 식별하고 위험구역 내 폐워된 공간에 BWMS를 운용하는 것을 면밀히 검토하여야 한다.

- 유지보수 계획

유지보수 계획은 선주 및 제조자의 BWMS의 연차검사 수행계획을 고려하여야 한다. 검사 중에는 다수의 서비스 엔지니어가 BWMS의 여러 부품, 소프트웨어 업데이트사항, 위험구역 출입 방법 등에 대하여 확인하게 되며, 선원들은 특히 본선에 설치된 BWMS의 잠재된 고장 및 타 선박의 BWMS 제조사의 업데이트된 권고사항에 대하여 확인하여야 한다. 이러한 검사 중에는 고장의 근원을 확인하는 것이 매우 중요하며, 우리 선박과 타 선박간의 차이점 및 공통점을 이해하는 것이 매우 중요하다.

다수의 BWMS가 TRO(Total residual oxidant) 측정을 통해 주입시 소독제 투여량을 결정하는데 정보로 활용함과 동시에 중화정도를 검측하고 있다. TRO 측정에 사용되는 시약은 부적절한 보관과 사용에 취약하며, TRO 센서의 비정상작동으로 인해 연쇄적인 문제를 발생할 수 있다. 또한, TRO 센서의 교정은 주기적으로 요구된다. 참고로, 협약의 발효 전 BWMS를 탑재한 많은 선박들이 협약의 발효 전에 BWMS를 운용하지 않다가, 협약 발효를 목전에 두고 BWMS를 시험 가동하는 중에 시운전시 사용한 용액을 그대로 사용하여 문제가 발생하거나, 시약을 교체하였지만 충분한 Cleaning작업을 수행하지 않아, 결정화 된 소금알갱이 및 기타 물질이 센서에 악영향을 끼치게 되어, TRO Sensor자체의 교체 또는 수리가 필요한 경우가 많이 발견되었다.

UV 시스템의 경우 UV 램프 교체주기가 빠르고, 비용은 상당히 높은 편이며, 필터가 적용된 경우에는 필터의 막힘으로 인해 평형수 주수 및 배수량이 감소할 수 있다. 따라서, 사관 및 선원들은 승선하고 있는 선박의 평형수 관리를 이행함에 있어 선박에서 사용되는 시스템과 절차에 대한 훈련 및 교육을 받는 것이 매우 중요함을 알 수 있다.

필터는 양단에 차압센서(Differential Pressure Sensor)를 채택하고 있다. 특정 차압이 발생하게 되면, 고압의 해수나 청수로 필터를 씻어내는 Back-flushing을 하게 되는데, Back-flushing이 과도한 경우 BWMS의 정격이라고 할 수 있는 TRC(Treatment Rated Capacity)보다 낮은 수준의 처리수가 Ballast Tank로 유입 될 수 있다. 이는

지역의 수질이 열악한 경우 발생하는 현상으로, 이를 감안한 운전 준비가 되어야 한다.

- 침전물 관리

BWMS에서 주수가 되지 않을 때에는 침전물 처리에 대한 문제가 발생하게 된다. 필터 망의 간격은 보통의 경우 50 μ m 정도이다. 매우 작은 간격임에도 불구하고 탱크내의 미세한 토사 발생을 완벽히 예방할 수 없다. 몇몇 선주는 침전물이 과잉 축적되는 것을 예방하기 위하여 초미세 여과기를 사용하기도 한다.

- 소모품

소모품에 대한 내용은 유지보수를 위한 중요한 사안이다. 화학제품, UV 램프 BULB는 자주 교체되어야 하는데, 특히 램프가 시스템고장을 발생시키는 경우에는 교체 주기가 매우 중요하다. 대부분의 UV 램프 BULB는 그들의 기대수명을 만족하지 못하고 있는데, 이는 냉각수 문제, 잦은 기동 및 정지에 의한 손상이다. 선주들은 부품 교체시 설치 전/후에 성능검토가 반드시 필요하다.

몇몇 선주들은 소규모 업체들과의 경험을 통해 설치 전/후에 대한 운영상문제 해결 방법을 다양하게 습득해왔다. 하지만, 이러한 소규모 업체들이 파산할 경우 미래에 심각한 문제 발생시 처리방법에 대한 우려를 나타내고 있다. 따라서, 소모품업체들의 장기적인 기술적 지원이 가능한지에 대한 완벽한 재평가가 필요하다. 하지만 그마저도 100% 예측이 어려운 부분이 있으므로, 선주사는 소모품의 원활한 조달을 할 수 있는 방안이 반드시 마련되어야 한다.

2. BWMS Type별 BWMS Management Guideline

2.1 UV TREATMENT



[그림 42] 일반적인 UV방식의 현장설치 예시

A. 선원교육

선상 및 육상교육	
교육 기간	2 시간 ~ 24 시간
교육 방법	정기 해상교육 실시 / 소프트웨어를 이용한 교육 / 해상 시운전
교육 목적	조선소 내 선박평형수관리장치 관련 문제 해결
교육 담당자	제조업체의 담당자 또는 서비스 엔지니어
피교육자	각 선박 선원 (야드 기술자)
교육 자료	제조업체의 지침서 및 CD/DVD (e.g. 필터 및 UV 램프 교체 동영상)
도전 과제	1. 승무원 적응력 (과거 경험 전무) 2. 승무원 변경 (지속적인 훈련 필요) 3. 선대 중 BWMS의 다른 유형 및 제조사 4. 샘플링 교육 5. PSC 및 VGP를 위한 기록 및 모니터링 유지 교육 6. 자격을 갖춘 강사 및 선박 직원에게 간략하고 상세한 교육을 제공하기 위해 제조업체가 요구하는 충분한 교육 기간

B. BWMS 설치 및 운전시 발생 가능한 고장 및 특이사항

Hardware failure	자외선 램프의 점화
	UV 램프의 빈번한 청소 필요, 빈번한 UV 램프고장 및 UV 순환 이상
	자외선 강도계 센서 고장

	Backflushing 필터 압력 스위치 고장
	제어판 하드 디스크 오류
	유량계 카트리지 (LCD 고장)
	Seal 결함으로 인한 Reactor의 Flooding
	일부 사소한 구성 요소 (플라스틱 스위치 등)의 결함
Software Failure	GPS 통신 실패
	유량계 카트리지 (LCD 고장)
	소프트웨어의 잦은 업데이트 요구 및 소프트웨어 버전 호환성 부족으로 인한 제어판 오작동
Health and safety issues	Waterfall로 인한 램프손상
	수동 조작 밸브 오용
Reduction in ballast rate	선박 Trim 및 List에 따라 약 3 ~ 4 % 감소
	밸러스트 펌프의 펌핑 용량 감소
	더러워진 UV 램프로 인한 영향

C. BWMS 정비시 발생가능한 특이사항

Events, Issues and challenges	<ol style="list-style-type: none"> 1. 차압 센서의 양호한 상태를 유지하기 위해 수동 역류 사이클을 실행하고 챔버가 물로 가득차 있고 최근에 작동하지 않은 경우 수동으로 청소를 주기적으로 실행 필요 2. 모든 공기 작동식 밸브 UV 필터는 강건한 상태를 유지하고 부착을 방지하기 위해 작동됨. 3. BWMS의 6 시간 작동 테스트 수행 (3 시간 주수 및 3 시간 배수) 4. 원격지에서의 선박 거래시 행정 지원을 제공하는 서비스 엔지니어의 제한된 가용성으로 인해 영업 네트워크가 기본 기준을 거의 충족하지 못함. 5. 설치 후 약 1.5 년이 지난 후 시스템의 제어판에서 오류가 발생함. 메이커가 소프트웨어를 업데이트해야함. 6. 필터 청소 / UV 램프 교체
-------------------------------	--

D. 소모품 관련 특이사항

Issues and challenges	<ol style="list-style-type: none"> 1. UV 램프의 빈번한 고장, UV 램프의 빈번한 교체 필요 2. 예비 부품이 비싸며, UV 램프는 가장 가격이 높음. 3. 가장 취약한 부분은 UV 센서, 퍼지 유닛 및 램프 와이퍼임.
-----------------------	---

2.2 전기분해방식(직접식)



[그림 43] 일반적인 전기분해방식(직접식) 현장설치 예시

A. 선원교육

선상 및 육상교육	
교육 기간	3 ~ 8 시간
교육 방법	Onshore crewing office 세미나
교육 목적	선주 및 조선소의 선박평형수관리장치 관련 문제 해결
교육 담당자	메이커 담당자 또는 서비스 엔지니어
피교육자	각 선박 선원
교육 자료	제조업체의 지침서, CD/DVD
도전 과제	1. USCG 형식승인 시 IMO 승인과 일부 다른 Component로 승인되었으므로, 각 본선에 설치된 기기가 필요에 따라 USCG와 IMO를 동시 만족하는 BWMS인지 아니면 IMO만 만족하도록 되어 있어 USCG와의 동시만족을 위한 추가 공사가 필요한지 확인 필요 2. 승무원 교체 및 정보 손실로 인한 교육 반복 3. 새로운 장비에 대하여 노출 증가 및 숙지 필요 4. 실제 운영방안에 대한 이해도를 높이기 위해 실습 훈련이 필요함. - 실습 훈련 : 주수/배수를 위한 운영 및 수리과정 훈련 5. 별도의 H2가스 Blower가 없으므로, 평형수 탱크에 잔존 할 수 있는 H2 가스에 대한 점검 필요

B. BWMS 설치 및 운전시 발생 가능한 고장 및 특이사항

Hardware failure	TRO sensor
	Filters clogging in certain ports/ivers
	Filter inlet/outlet의 허용치를 벗어난 압력증가
	Backflushing solenoid valve 고장
	Valve calibration 미수행시 오작동
	Electrode scaling
	본선 수두 및 기타요인에 따른 Flow Meter high flow rate
	Unspecified sensor failure
	Rectifier의 온도상승으로 인한 BWMS정지
	TRO Sensor 고장
Software Failure	Valve order out of sync
	Rectifier communication
	Software update
	Valve position sensors
	- 의심스러운 밸브 위치 센서는 시동 전에 능동적인 모니터링이 필요 software communication regarding valve position sensors - BWMS 제어 시스템은 BWMS에 의해 제어되는 밸러스트 시스템 밸브의 위치 센서로부터의 피드백 신호에 너무 빨리 반응하여, 밸러스트 또는 디밸러스트를 시작하면 BWMS는 밸브가 열리거나 닫히기 전에 (소프트웨어 타이밍이 오류) 종료됨.
Human error	시스템이 매우 복잡하고 각장비가 선박 내부의 별도 위치에 설치되어 작동 중 인적 오류가 발생할 수 있음
Health and safety issues	작업 중 사용되는 화학 물질의 위험이 발생 가능함.
Reduction in ballast rate	TRC기준 10~20 % 정도 감소가능 (Filter Back-flushing으로 기인함.)
Other issues and challenges	유효한 파라미터를 벗어난 동작 시 시스템은 에러를 알리지 않음. TRO 시약 수명이 짧아 잦은 교체가 필요 함.
	시스템 작동을 위해서는 지속적인 승무원 참여와 운전 중 주의 깊은 감시가 필요함. 또한, BWMS 가동되는 실제 모드에서는 주기적으로 BWMS가 Shut-down되므로, 실제 화물 작업보다는 발라스트 / 디발라스터 작업에 더 주의를 기울이게 됨.
	선대에 BWMS를 잘 알고 있는 사관이 없어, 친숙화에 시간이 소요됨, 또한 시스템이 복잡하여 많은 M/H투입필요.
	몇몇 민감한 센서, 송신기, 표시기 등이 시스템에 설치되어 있으며 유지 보수가 불량한 경우 고장이 발생할 가능성이 높고, 시스템은 추가적인 화학 물질을 소모해야함.
	시스템 장비는 지속적인 교정이 필요함.
	엔진 룸 및 카고 펌프 룸에서 시스템 장비의 공간 확보로 인하여 정비공간이 협소해짐.

C. BWMS 정비시 발생가능한 특이사항

Events	<ol style="list-style-type: none"> 1. 복잡한 예비 부품을 사용한 설치 및 서비스 요구 사항으로 고장 시, 시스템을 사용할 수 없었고, 예비 부품의 원활한 공급이 어려움. 2. 선박 당 평균 6~7개의 클레임 발생하였으며, 2년이 지난 후 운영시 발생하는 문제가 최소화됨. 정기적인 감시가 필요함.
Issues and challenges	<ol style="list-style-type: none"> 1. 유지보수가 불량할 경우 센서, 송신기 및 표시기 등의 작동고장이 발생함. 2. TRO Sensor 변경 3. BWMS 운전 시 추가 화학약품 소비 4. Maintenance 활동이 모니터링 되지 않음. 5. 시스템 장비는 지속적인 교정이 필요함 6. 제조사의 지시에 따른 정기 유지보수가 필요함.

D. 소모품 관련 특이사항

Issues and challenges	<ol style="list-style-type: none"> 1. 소모품으로 화학 약품 공급 필요함. 2. 필요한 화학 약품을 일부 항구에서 쉽게 운반 할 수 없음. 3. 중화와 별도로 다른 소모품은 필요하지 않음. 4. 습도로 인해 중화된 화학약품이 고형화 됨. 5. TRO 센서 부품은 6 개월마다 교체 필요함. 6. 화학약품의 관리에 주의가 필요함.
-----------------------	---

2.3 전기분해방식(간접식)



[그림 44] 일반적인 전기분해방식(간접식) 현장설치 예시

A. 선원교육

선상 및 육상교육	
교육 기간	2 일 ~ 4 일
교육 방법	해상 세미나와 선상교육 / 소프트웨어를 이용한 교육
교육 목적	선원 및 조선소의 선박평형수관리장치 관련 문제 해결
교육 담당자	제조업체의 담당자 또는 서비스 엔지니어
피교육자	각 선박 선원 및 야드 기술자
교육 자료	제조업체의 지침서 및 CD/DVD
도전 과제	1. 선대에 따른 서로 다른 시스템 2. 승무원 적응력 문제(과거 경험 전무 및 새로운 접근 및 근무 방식) 3. 자세한 사용 설명서 필요(이해도 부족). 4. 폭발성 가스의 관리

B. BWMS 설치 및 운전시 발생 가능한 고장 및 특이사항

Hardware failure	BWMS 정격 용량에 따라 유량을 유지하기 위해 필터 후단의 밸러스트 펌프 공급 밸브가 스로틀링 (BWMS에 의해 자동 제어)되어, 상단 필터 판이 변형됨.
	유량계 변동 및 TRO 센서 트립의 주요 원인은 배관 배치에 따른 염소와 해수의 혼합이 잘 이루어지지 않았기 때문임. 전자기식 유량계를 사용하면 전기 전도도를 갖는 액체의 유량을 정확하게 측정 수 있는데, 두 가지 다른 액체 (해수, NaOCl)의 불량 혼합물은 유량계의 정확도에 영향을 줄 수 있음. 새로운 주입 파이프를 설치하고 유량계의 반응 시간을 조정하였으며, Maker는 NaOCl과 바닷물의 혼합율을 개선하기 위해 구멍이 있는 주입 파이프를 개선함.
	전기 유량계(밸러스트의 유량계가 아닌 전기 분해 장치의 유량계)의 변동은 운전 중 발생 가능함. 이것은 사이클론 장치의 구성품인 De-mister가 오염된 것이 원인임. 잔존 H2 가스를 방출시키기 위해 H2 가스와 염소수를 분리하는 Hydrocyclone의 상부를 분해함.De-mister 내부를 소제하고 재조립한 결과 전기분해 유량계는 정상적으로 작동됨.
	해수 염분 센서의 정확도가 낮음. 좌현 레일의 염분을 2.6 % 주변에서 실행시 우현 레일을 작동시켰을 때 정상적인 해수 조건에서 염분은 2.0 % 정도 나타냄. 보통 바닷물에서는 약 3 %가 되어야함.
	부식 및 부착에 민감한 TRO 센서, 샘플링 밸브, 전자기 제어 밸브는 부식에 매우 민감함으로, 그리스를 도포하고 TRO CABINET안의 드레인을 설치하여 수분이 발생하지 않도록 하여야 함.
	유량계 결함 : 비정상적인 알람을 초래할 수 있음.
	정류기 고장
	필터 드레인 라인 구멍 막힘
	밸브 액추에이터 고장
	가스 센서의 오작동

	<p>다양한 펌프류 고장</p> <p>자동 백워시 필터, Hydrogen blower 고장</p> <p>전기분해 시 Blower의 차단기에 결함은 H₂가스를 방출시킬 수 있음.</p> <p>특정 포트 / 강에서 필터 막힘.</p>
Software Failure	<p>시스템의 초기 테스트 동안 센서 작동에 문제가 있었고 해역에 따라 중화 프로세스를 제어하는 시스템이 중화제를 상당 부분 소모하게 하여 중화탱크를 자주 채워줘야 함.</p> <p>시간 지연 설정(기본값)값이 처리된 평형수를 허용 가능치로 인식하기에 충분치 않아 시스템 중지를 유발하고 있음.</p> <p>TRO 및 정류기의 새로운 방법을 다루기 위해 소프트웨어 업데이트가 필요함.</p> <p>송풍기가 정지 된 상태에서 블로어 압력 경보가 낮게 활성화됨.</p> <p>BWMS 및 IAS 통신은 손실된 통신 채널 검색에 많은 시간을 소모하지 않으려면 2 개의 다른 통신 채널별로 지정해야함.</p> <p>주 컴퓨터는 정기적으로 재부팅 필요함.</p> <p>LOP 모니터 결함, 통신 실패로 인한 TRO 센서 실패, 작동 중 자주 발생하는 오작동 경보</p> <p>서버 오류</p>
Health and safety issues	<p>염소 및 수소 가스 생산</p> <p>독성 및 부식성 화학 물질 취급</p>
Reduction in ballast rate	<p>배수시(Full ballast tanks) 높은 수두가 발생하여 펌프의 정격보다 높은 배수 용량이 요구되므로 배수(Full ballast tanks) 조건에서의 펌프성능이 입증될 수 있어야 함.</p> <p>중화제를 투여하는 펌프는 용량을 증가시킬 수 있어야 하나 규정은 적절하지 않음. 이것은 관계처에 보고되어야 하며, 높은 배출량이 가능하도록 규정이 수정되어야 함.</p> <p>유량밸브는 파이프 장비의 안정성에 나쁜 영향을 미칠 수 있는진동, 변형, 마모 등을 발생시킴.</p> <p>시스템을 설치 한 후 한쪽 레일은 다른 쪽 레일에 비해 용량 차이가 발생함.</p> <p>규제기관 또는 용선주는 재시작시 시간이 소요되므로 화물 Loading/Unloading에 발생하는 손실을 고려해야 함.</p> <p>TRC기준 10~20 % 정도 감소가능 (Filter Back-flushing으로 기인함.)</p>

C. BWMS 정비시 발생가능한 특이사항

Events, Issues and challenges	<ol style="list-style-type: none"> 1. 염소 ppm이 섣다운되는 5.5ppm까지 천천히 증가함. 2. 중요한 화물 작업에 대해 사관들을 혼란스럽게 하는 잦은 경보 발생. 밸러스트 펌프의 빈번한 정지는 모터 스타터를 과열시킴. 3. 기록하기에 너무 많은 경보가 발생하고, 일부 인자는 모니터링 되지 않아(매뉴얼방식) 수기로 기록해야 함.
-------------------------------	--

D. 소모품 관련 특이사항

Issues and challenges	<ol style="list-style-type: none"> 1. TRO 센서 키트는 3 개월마다 교체해야 하며 충분한 여분이 필요함. 2. TRO 센서 시약 공급에 소요시간이 많이 소요 됨. 3. 예비품 및 소모품 공급 업체 개발 필요 4. 시약 수명 제한, 공급 네트워크 제한
-----------------------	---

2.4 OZONE 방식



[그림 45] 일반적인 O₃방식 현장설치 예시

A. 선원교육

선상 및 육상교육	
교육 기간	3 시간 ~ 4 일 (다양함)
교육 방법	Onshore crewing office 세미나
교육 목적	조선소 내 선박평형수관리장치 관련 문제 해결
교육 담당자	제조업체의 담당자 또는 서비스 엔지니어
피교육자	각 선박 선원
교육 자료	제조업체의 지침서, 제조업체의 서비스 엔지니어에 의한 이론 및 실습 자료, CD/DVD
도전 과제	1. 선대에 따라 다른 시스템 및 교육 자료의 품질이 다르며, 서로 다른 기술과 기본 교육을 필요로 함. 또한, 시스템 전반에 걸쳐 승무원 운영 인터페이스가 상이함.

	2. 임박한 공급으로 인한 제한된 시간과 자원 3. 샘플링, 모니터링에 대한 교육 4. 승무원의 지속적인 변경 5. 지속적인 교육 및 엔지니어의 주의 부족 6. 공급 전 유지 보수 교육
--	---

B. BWMS 설치 및 운전시 발생 가능한 고장 및 특이사항

Hardware failure	Oxygen sensor/analyzer
	Ozone sensor
	Water chiller
	TRO analyzer & sensor
	Ozone generator
	Ozone injection
	High/low dew point sensor
	Sampling system
	High temperature sensor
	Side stream valve actuator
	Pressure transmitter
	Breaker trips
	Mixing thermostatic valve
	Air dryer
Low O ₂ pressure	
Software Failure	낮은 오존 출력
	시스템 데이터 저장불능
	로그 파일의 부정확한 출력
	주입 펌프에 신호가 없음.
	PLC 고장, 자동 모드에서 O ₃ 생산 실패함.
	펌프 작동 중에 디-밸라스트 모드 에러
	밸라스트가 작동되는 동안 디-밸라스트 발생하고 TRO가 트리거됨.
	디-밸라스트 모드에서 자동 시퀀스가 작동하지 않음.
	재순환 펌프를 시동하고 재순환 출구 밸브가 열리는 사이의 시간 부족으로 인해 BWMS가 기동하는 동안 심각한 수격작용이 발생함.
	밸라스트하는 동안 BWMS 자동모드는 초기 누설시험을 할 수 없으며, 누설시험은 자동으로 동작할 수 없음.

Coating of piping	O ₃ 주입 관 구멍
	P/R VOID안의 중화제 용액 배관이 핀홀로 인해 교체됨.

C. BWMS 정비시 발생가능한 특이사항

Events, Issues and challenges	<ol style="list-style-type: none"> 1. TRO 시스템 은 연속적인 오류를 발생시키며, 지속적인 데이터 정리가 필요함 2. 잦은 소프트웨어 업데이트
-------------------------------	---

D. 소모품 관련 특이사항

Issues and challenges	<ol style="list-style-type: none"> 1. 산화제의 제한된 수명 2. TRO Analyzer의 화학 약품은 끊임없이 필요함. 3. 중화제 및 안정제 시약은 적절한 수량으로 쉽게 이용할 수 있어야함. 4. TRO Analyzer의 정확한 작동은 잔류 산화제의 정확한 측정과 중화제 및 안정제의 정확한 소비에 중요함.
-----------------------	---

Section 3. BWMS PSC Guide-line

1. 국제해사기구는 지난 2014년 평형수관리협약의 항만국통제를 위한 지침서 (Res.MEPC.252(67))를 채택하였으며, PSCO는 PSC 점검시 [표 8]와 같이 4단계의 PSC 검사절차에 따른다.

Port State Control – Inspection Guidance		
IMO/USCG	IMO Guidance Res. MEPC.252(67)	USCG NVIC 07-04, Change 1 MI Notice 05-12
Phase 1 / Documents	TA Certificate – Documentation BWMP- Training	TA Certificate – BWMP – BWRB Documents – IOPP Certificate
Phase 2/ Crew Knowledge	BWMS Inspection BWMP Review Operation Parameters	Crew knowledge
Phase 3 / Equipment Condition and Operation	Indicative Sampling & Microbial Analysis to D2 Standard	Vessel Examination Operational Inspection Equip. compare BWMS log to documents
Phase 4 / Sample Discharge	Sampling of discharge if warranted, Lab Analysis	Sampling of discharge if warranted, Lab Analysis

[표 8] IMO 및 USCG의 각 단계별 PSC가이드

1.1 첫 번째 단계인 초기 검사는 유효한 IBWM 증서, 주관청으로부터 승인받은 평형수 관리계획서 등과 같은 문서 점검 및 본선에 장착된 BWMS의 전반적인 육안점검이 수행된다. 만일 유효하지 않거나, 만료된 IBWM 증서를 보유하고 있거나, 분실한 경우, 기국 주관청으로부터 승인받은 BWMP가 없는 경우, BWRB가 없거나, 협약의 요건을 만족하지 않는 경우, 선박 또는 장비의 상태가 IBWM 증서 및 BWMP 상에 언급된 것과 상당수 일치하지 않거나 이에 따라 관리가 되어있지 않는 경우, 협약 B-1.5규칙에 따라 담당사관이 지정되어 있지 않은 경우 등이 확인될 경우, 보다 상세한 검사인 두 번째 단계가 시행된다.

1.2 두 번째 단계인 상세점검을 수행할 때 PSCO는 BWM 협약의 준수 정도를 확인하며, 선박이 BWMS 사용을 해야 하는 경우, BWMS 및 관련 장비가 양호한 작동 상태를 유지하고 있는지, 선원이 안전 절차를 따르고 있는지, 처리가 과정이 완벽하게 작동하였는지, 운영지침에 따라 운영되고 있는지 등을 질의할 수 있으며, BWMS가 제대로 작동하는지 점검하기 위해 모든 구성요소를 검사할 수 있다. 이러한 상세 점검시 문제점이 식별된 경우 시료 채취 단계로 이어질 수 있다.

1.3 세 번째 단계인 지표 분석 단계에서는 평형수 배출 성능기준(D-2 기준)의 만족 여부를 판단하기 위한 간접 측정 수단으로서 추정하기 위한 지표분석(생존 생물의 육안검사, 현미경 계수, 핵산 측정, 측광 및 엽록소의 농도 측정 등) 및 이를 위한 평형수 샘플링이 수행될 것이다. 만일 지표분석 결과가 샘플링 분석방법을 언급하는 BWM.2/Circ.42(추후 확정 예정) 지표분석 방법에 제시된 기준을 초과할 경우, 상세 분석이 수행될 수 있다.

1.4 D-2 기준의 만족여부를 검증하기 위한 상세 분석 단계인 네 번째 단계에서는 BWM.2/Circ.42 상세 분석 방법에 따라 수행된다. 상세 분석 결과는 장시간이 소요될 수 있으므로, PSCO는 상세 분석 결과가 나올 때 까지 선박의 이동, 운항 및 출항을 지연시켜서는 안 된다.

1.5 동 지침서에 따르면 PSCO가 선박의 역류를 판단할 수 있는 심각한 출항정지 결함사항은, IBWM증서의 부재, BWMP의 부재, BWRB의 부재, 담당사관이 지정되어 있지 않은 경우, 샘플링을 통한 상세 분석 결과가 D-2 요건을 만족하지 않을 경우 등이다.

2. 미국해안경비대 또한 일반 선박 검사의 부분으로써 규정의 준수를 평가한다. 이러한 평가는 유수분리기, 분뇨처리장치 등과 같은 다른 모든 기자재 검사와 유사한 절차를 따른다. 첫 번째 단계로 해안 경비대 검사관은 형식승인증서, 평형수관리 기록, AMS 승인서를 포함한 문서의 검토를 수행한다. 이에 만족하지 않은 경우 두 번째 단계로 검사관은 장비의 사용에 대한 선원의 지식을 확인하고 다음 단계로 장비의 상태를 확인한다. 이러한 결과들이 만족하지 않는다면, 최종적으로 평형수 배출수 샘플링이 수행될 수 있다.

제 4 장 검사원을 위한 BWMS 검사 지침

Section 1. 검사

1.1 적용 (Rev.47 2018.7.1.)

1.1.1 평형수관리협약은 평형수를 적재하도록 설계 또는 건조된 모든 선박에 적용한다. 총톤수 400톤 이상의 국제항해를 하는 모든 선박은 이 장에서 규정된 검사를 받아 증서를 비치하여야 한다.

1.1.2 이 협약은 평형수를 적재하도록 설계 또는 건조되지 아니한 선박과 선박의 봉인된 탱크에 적재된 배출할 수 없는 영구적인 평형수에는 적용하지 아니 한다.

1.1.3 평형수관리 협약은 상선 선박량의 합계가 총톤수로 세계상선 선박량의 35% 이상이 되는 30개국 이상의 국가가 비준/수락일로부터 12개월 후에 발효된다. 동 조건들이 2016년 9월 8일에 충족되었으며, 2017년 9월 8일부터 협약이 국제적으로 발효되었다.

2.1 검사일반 (Reg. E-1)(Rev.46 2018.1.1.)

2.1.1 부양식 플랫폼, FSU 및 FPSO를 제외하고, 협약이 적용되는 총톤수 400톤 이상의 선박은 다음에 명시된 검사를 받아야 한다:

1. 최초검사: 선박을 처음으로 운항하기 전 또는 평형수관리(IBWM) 증서를 발급하기 전에 실시되어야 한다. 이 검사에서는 제 B-1규칙 요건에 따른 평형수관리계획서 그리고 관련 구조, 장비, 시스템, 부속, 배치 및 재료 또는 절차가 이 협약의 요건을 완전히 만족하는지 확인한다.

- .2 정기검사: 5년 마다 시행. 이 검사에서는 제B-1규칙의 요건에 따른 평형수 관리 계획서 그리고 관련 구조, 장비, 시스템, 부속, 배치 및 재료 또는 절차가 이 협약의 요건을 완전히 만족하는지 확인한다.
- .3 중간검사: 증서의 두 번째 연차일 전후 3개월 이내 또는 세 번째 연차일 전후 3개월 이내에 실시한다. 이 중간검사는 증서에 이서되어야 한다.
- .4 연차검사: 매 연차일 전후 3개월 이내에 실시한다. 이 연차검사는 증서에 이서되어야 한다.
- .5 추가검사는 이 협약의 완전한 준수를 달성하기 위하여 필요한 구조, 장비, 시스템, 부속, 배치 그리고 재료에 대하여 어떤 변경, 교체 또는 중요한 수리가 행해진 후 상황에 따라 부분적 또는 전체적으로 확인한다.

2.1.2 평형수 처리장치(이하 평형수 관리시스템 ; Ballast Water Management System 이라 한다)는 주관청 및 우리선급의 형식승인을 받은 제품이어야 한다.

* 형식승인확인:

- e-MESIS에서 확인: Class > Approval of M&E > Cert Management > Approval List
- Homepage (Internet)에서 확인: 서비스 > e-MESIS > 승인목록 > Quick Search

2.1.3 BWRB(평형수 기록부 ; Ballast Water Record Book)를 비치하여 기록을 유지하도록 하며, 본선의 선원 및 사관이 BWMP(평형수 관리계획서 ; Ballast Water Management Plan)를 이해하는지 확인한다. (BWMP의 상세내용은 2.2항 참조)

2.1.4 Reg. D2의 요건을 적용하는 선박에 대하여, 주관청 및 우리선급의 형식 승인을 받은 평형수 처리장치가 설치됨을 확인하고 작동 시험을 실시한다.

작동시험은 경보 및 시스템 정지요건 (제조법 및 형식승인등에 관한 지침 제3장 35절 표3.35.1)에 대한 시험과, 운전 및 기능시험(제조법 및 형식승인등에 관한 지침 제3장 35절 표3.35.3)을 참조로 하여 본선에 설치된 평형수처리장치는 본선의 상황에 알맞게 수행할 수 있다. (상세는 제조법 및 형식승인 등에 관한 지침 제3장 35절을 참조한다.)

번호	항목	경보	정지	비고
1	최대처리용량	○ (TRC 3분간 초과시)	○ (TRC 5분간 초과시)	제조사 사양에 따름. 경보조건은 평형수처리장치의 사양 및 시험결과에 따름.
2	최소처리용량	○	○	제조사 사양에 따름. 경보조건은 평형수처리장치의 사양 및 시험결과에 따름.
3	TRO 센서 신호 단락	-	○	
4	바이패스 밸브 비정상작동	-	○	
5	자동 밸브 비정상작동	○	○	시스템의 운전을 고려하여 주요밸브인 경우에는 정지
6	필터의 차압	○	○	제조사 사양에 따름
7	염도	○	○	제조사 사양에 따름
8	최대/최소 처리수 온도	○	○	제조사 사양에 따름
9	비상정지	-	○	
10	송풍기(Blower)/팬(fan) 과부하	○	○	제조사 사양에 따름
11	송풍기/팬 운전정지	-	○	단, 장치가 이중화된 경우 시스템 정지는 요구되지 않음.
12	폭발 및 유해가스 농도	○ (LEL 30%)	○ (LEL 50%)	제조사사의 사양에 따름
13	제어 및 감시장치 고장	-	○	
14	중화제 탱크 저수위	○	○	제조사사의 사양에 따름
15	TRO 농도 High/Low (DPD 타입)	○*	○*	제조사사의 사양 및/또는 기국의 형식승인 조건에 따름
16	TRO 농도 High/Low (DPD 타입 외)	○*	○*	제조사사의 사양 및/또는 기국의 형식승인 조건에 따름
17	평형수 펌프 정지	-	○	평형수처리장치의 정지 (단, 중력 배출은 예외로 한다.)
18	자외선 강도 및High/Low	○	○	제조사사의 사양 그리고/또는 기국의 형식승인 조건에 따름
19	UV 강도센서 신호 단락		○	
20	UV 램프 고장 (1개 이상)		○	
21	UV 램프 과열	○	○	제조사사의 사양에 따름

번호	항목	경보	정지	비고
22	정류기, UV 안정기 등의 에너지 공급장치의 고장	○	○	제조사의 사양에 따름
23	기타 시스템의 성능허용범위 초과	○	○	제조사의 사양 및/또는 기국의 형식승인 조건에 따름
24	기타장비의 이상	○	○	제조사의 사양에 따름
25	오존의 누설	○	○	제조사의 사양에 따름
26	오존의 주입량	○	○	제조사의 사양에 따름
(비고)* (1) 기국에서 별도로 요구하지 않는 경우, TRO의 최소값은 추가적인 생물학적 성능시험을 통해서 검증되어야 한다. (2) DPD(N,N-diethyl-p- phenylenediamine) 방식의 경우, TRO 측정값이 연속 3회 이상 정지 기준치를 초과할 경우 경보가 작동되어야 한다. 측정값이 연속으로 5회 이상 정지 기준치를 초과할 경우에는 자동정지되어야 한다. DPD 센서의 측정 간격은 90 초 이하여야 한다. 또한 시스템의 주입 운전 후의 첫 번째 측정값은 경보 및 정지 기준에서 제외할 수 있고 첫 번째 측정은 시스템의 가동 후 120초 이내에 이루어져야 한다. (3) DPD 방식 이외의 경우 TRO 측정값이 연속으로 4분 이상 기준값을 초과하는 경우 경보가 작동하여야 하고, TRO 측정값이 연속으로 7분 이상 기준값을 초과하는 경우 정지하여야 한다. (4) 평형수처리장치 고장 시 미처리된 해수의 유입 및 배출을 방지하는 수단이 있어야 한다. (단 밸브를 이용한 차단은 USCG의 형식승인을 받을 경우에 한한다). (5) USCG의 형식승인을 받고자 하는 경우, 평형수처리장치의 가동 중에 의도치 않은 배출이 일어나지 않도록 순간적인 동력의 손실을 보전할 수 있는 적절한 수단이 있어야 한다.				

[표 9] 경보 및 시스템 정지요건

항목	비고
정상운전 및 비정상운전 등 운전기록	
TRO, UV, 오존, 초음파, 플라즈마의 주입량 또는 강도 등에 대한 운전기록	
유량, 온도, 압력, 염도, 가스농도, 전압, 전류 등 평형수처리장치에 영향을 줄 수 있는 파라미터에 대한 운전기록	
평형수 펌프의 작동상태, 주요밸브의 열림/닫힘에 대한 운전기록	
경보 및 시스템 정지/복구에 대한 기록	
외부 저장장치로의 데이터의 백업(back-up)에 대한 기록	권고사항
(비고) (1) 제어 및 감시장치는 표 3.35.2의 항목을 최소 24개월치 저장할 수 있어야 한다. 또한, 각 데이터는 최소 1분 이하의 간격으로 저장되어야 한다. (2) 제어장치를 교체할 경우 교체전의 자료가 선상에서 24개월 동안 이용 가능하도록 하여야 한다. (3) 운전기록과 경보 및 시스템 정지에 대한 기록은 분리되어 저장되어야 한다. (4) 제어장치에 저장된 기록은 선원에 의해서 삭제하거나 변경할 수 없도록 하여야 한다.	

[표 10] 제어 및 감시장치의 데이터 저장 항목

2.1.5 BWMS의 성능을 평가하기 위한 다양한 동작의 작동시험을 선상에서 수행하는 것은 본선의 운항 구역, 운항 상태, 기상 등을 고려하였을 때 실행이 어려울 수 있다. 아래의 [표 11]은 형식승인 시험 시 수행하는 작동 및 기능시험 기준으로서, 운항선의 작동시험을 위한 참고사항이므로, 실제 시험시 본선 상황을 고려하여야 한다.

시험항목		시험기준	참고사항
경보 및 정지 관련요건		표 3.25.1 참고	
작동 시험	TRC :처리용량의 100%	60분	(1) 경보 및 정지가 발생하지 않아야 한다. 경보 및 정지가 발생하면, 재 시험을 수행하여야 한다.
	최소처리용량	30분	(2) 평형수주입 및 배출 시 모두 수행해야 한다. (가) 육상시험 (a) 처리용량의 오차허용범위: ± 7 % (b) TRC 및 최소처리용량에서 수행되어야 한다. (c) 최소처리용량 시험 시, 유량으로 인한 경보 및 정지는 무시할 수 있다. (나) 선상시험 (a) 선박의 상태를 고려하여 제조자와 운전 허용범위를 조정할 수 있다. (b) TRC에서 수행되어야 한다.
유량변동시험 (평형수의주입/배출에 하여 각각 수행한다)		대 TRC (100%) -> 최소처리용량 -> TRC (100%)의 순서로 수행	(1) 유량변동시험은 육상시험에만 적용한다. (2) 경보의 발생은 DPD 타입의 센서로 측정하고, TRO 기준 농도를 초과하는 경우에만 1회 허용한다. 단, 다른 작동 변수에 의한 경보 및 정지는 허용하지 않는다. 유량변동 시험은 가능한 빠르게 유량을 변동하여야 한다. (3) 각 유량은 최소 10분 동안 유지한다. (4) 최소처리용량 시험 시, 유량으로 인한 경보 및 정지는 무시할 수 있다.
비상운전시험 (바이패스 모드)		-	-
비상정지시험			
개방 검사		주요 압력 용기(예, 필터, 자외선 챔버, 전해조 등)	파손이나 마모되지 않아야 한다.
수압 시험		설계압력의 1.5배로 30분 간 실시한다.	(1) 수압을 받는 장치에만 적용한다. (2) 파손, 누설 또는 마모되지 않아야 한다. (3) 인증시험기관으로부터 발급받은 시험가이드도 인정될 수 있다. (4) 수압시험은 신청서 제출 전 이미 장치가 선상시험을 위해 설치된 경우 면제될 수 있다. (4) 1급 및 2급 압력 용기에 수압시험이 적용되어야 하며, 3급 압력 용기는 필요에 따라 수압시험을 실시할 수 있다.

시험항목	시험기준	참고사항															
내전압 시험	<p>극성이 다른 도전부 사이 및 각 도전부와 대지 사이에 교류주파수 50Hz 또는 60Hz로 다음과 같은 시험 전압을 1분 동안 인가한다. 시험 전압을 가하는 것이 바람직하지 않는 회로를 포함하는 시험품에 대하여는 해당 회로를 분리한 다음 시험을 수행할 수 있다.</p> <table border="1" data-bbox="512 647 807 987"> <thead> <tr> <th>정격전압 Un(V)</th> <th>시험전압 직류전압(V)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Un≤65</td> <td>정격전압 2배+500</td> </tr> <tr> <td>65<Un≤250</td> <td>1,500</td> </tr> <tr> <td>250<Un≤500</td> <td>2,000</td> </tr> <tr> <td>500<Un≤690</td> <td>2,500</td> </tr> </tbody> </table>	정격전압 Un(V)	시험전압 직류전압(V)	Un≤65	정격전압 2배+500	65<Un≤250	1,500	250<Un≤500	2,000	500<Un≤690	2,500	<p>(1) 시험품에 이상이 없어야 한다. (2) 전자 제품을 포함한 PCB 회로는 시험 간에 분리할 수 있다. (3) 내전압시험은 작동 시험 전후에 실시한다. (4) 회로가 전기적으로 연결되어 있는 경우, 절연저항시험은 전기전자제품이 아닌 주 전원부에 실시한다. (5) 내전압시험 및 절연저항시험은 육상 시험에만 적용한다.</p>					
정격전압 Un(V)	시험전압 직류전압(V)																
Un≤65	정격전압 2배+500																
65<Un≤250	1,500																
250<Un≤500	2,000																
500<Un≤690	2,500																
절연 저항 시험	<p>극성이 다른 도전부 사이 및 각 도전부와 대지 사이의 절연저항을 다음과 같은 시험 전압으로 측정한다. 시험전압을 가하는 것이 바람직하지 않은 회로를 포함하는 시험품에 대하여는 해당 회로를 분리하여 시험을 행할 수 있다.</p> <table border="1" data-bbox="504 1382 807 1608"> <thead> <tr> <th>정격전압: Un(V)</th> <th>시험전압: 직류전압 (V)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Un≤65</td> <td>2 x Un, 최소 24</td> </tr> <tr> <td>Un>65</td> <td>500</td> </tr> </tbody> </table>	정격전압: Un(V)	시험전압: 직류전압 (V)	Un≤65	2 x Un, 최소 24	Un>65	500	<p>(1) 절연저항값(MΩ)은 다음에서 규정한 값보다 커야 한다.</p> <table border="1" data-bbox="850 1236 1350 1339"> <thead> <tr> <th>정격전압</th> <th>시험 전</th> <th>시험 후</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Un≤65</td> <td>10</td> <td>1.0</td> </tr> <tr> <td>Un>65</td> <td>100</td> <td>10</td> </tr> </tbody> </table> <p>(2) 절연저항시험은 내전압시험 전후 및 작동 시험 후에 실시한다. (3) 회로가 전기적으로 연결되어 있는 경우, 절연저항시험은 전기전자제품이 아닌 주 전원부에 실시한다.</p>	정격전압	시험 전	시험 후	Un≤65	10	1.0	Un>65	100	10
정격전압: Un(V)	시험전압: 직류전압 (V)																
Un≤65	2 x Un, 최소 24																
Un>65	500																
정격전압	시험 전	시험 후															
Un≤65	10	1.0															
Un>65	100	10															
<p>(비고) 필요 시 평형수처리장치의 정격처리용량을 초과하는 성능시험이 요구될 수 있다.</p>																	

[표 11] 작동 및 기능시험 항목

2.2 평형수 관리계획서 (Ballast Water Management Plan: BWMP) (Reg. B-1)

2.2.1 각 선박은 Guideline 4(Res.MEPC.127(53))에 따라 우리선급 또는 주관청이 승인한 평형수관리계획서(BWMP)를 선내에 비치하여야 한다. 평형수 관리계획서는 각 선

박에 대하여 상세히 기술되어야 하며 최소한 다음과 내용을 포함하여야 한다.

- .1 평형수 관리에 관련되는 선박과 승무원들의 안전에 관한 절차
- .2 평형수 관리요건 및 부속의 평형수 관리 실무 내용을 이행하기 위하여 취하여야할 상세 행동 요령 설명서
- .3 다음 각 경우에 대하여, 침전물 처분 절차
 - i) 해상에서 처분; 그리고
 - ii) 육상으로 처분;
- .4 배출이 일어날 수역의 당국과 해상으로 배출을 개입하는 선내 평형수 관리를 협의하기 위한 절차
- .5 평형수 관리계획서의 적절한 이행의 보장을 위하여 선내 담당사관을 지정한다;
- .6 이 협약에 규정된 선박을 위한 보고요건; 그리고
- .7 선박에서 통용되는 언어로서 작성되어야 한다. 만일 계획서가 영어, 프랑스어 또는 스페인어가 아닌 경우에는 이들 중 하나의 언어로서 번역한 것을 갖추어야 한다.

2.2.2 "평형수 교환 기준(D-1)에 따른 평형수 관리계획서(BWMP)"로만 승인받은 경우, 평형수 관리시스템을 설치하기 전에 "평형수 관리시스템 기준(D-2)에 따른 평형수 관리계획서(BWMP)"를 추가로 승인 받아야 한다.

2.2.3 Res.A.868(20) 기준으로만 승인된 평형수 관리계획서는 평형수관리협약 요건에 따른 공식 Plan이 아니지만, BWM.2/Circ.40에 따라 평형수관리 협약증서(또는 적합확인서)의 발급대상이 될 수 있음. 단, 협약의 발효 후에 현존선들의 평형수 처리장치의 설치로 인하여 동 계획서의 개정이 요구될 때까지만 유효하며, 그 이후에는 Res.MEPC.127(53)에 따라 개발된 평형수 관리계획서를 재승인 받아야 함.

2.2.4 기국 정부의 위임없이 우리선급 자체적으로 Res.MEPC.127(53)에 따라 승인된 평형수 관리계획서는 향후 해당 정부로부터 위임받게 되면 환경배관팀과 협의하여 기 승인된 평형수 관리계획서를 재승인(정부 스탬프 직인) 받아야 한다.

2.2.5 평형수 관리계획서는 환경배관팀에서 승인한다.

2.3 평형수 기록부 (Ballast Water Record Book ; BWRB) (Reg. B-2)

2.3.1 각 선박은 선내에 평형수 기록부(BWRB)를 비치해야 하며, 이는 전자기록시스템으로 되거나, 다른 기록부 또는 장치에 통합될 수 있다.

2.3.2 평형수기록부(BWRB)는 평형수관리협약의 Appendix II에 명시된 사항을 포함하여야 한다.

2.3.3 평형수 기록부의 기재사항은 마지막 기록일을 기준으로 하여 2년 이상 본선에 보관되어야 하며, 그 이후부터는 회사에서 최소한 3년간 관리하여야 한다.

2.3.4 제A-3, A-4 또는 B-3.6규칙에 의거한 평형수의 배출 또는 사고로 인한 배출 또는 협약에 의한 예외적 배출이 아닌 어떠한 평형수의 배출이 발생한 경우에는 평형수 기록부에 그 내용을 기록하여야 하며, 여기에는 그러한 배출의 상황, 이유 등의 설명이 있어야 한다.

2.3.5 평형수 기록부는 모든 합당한 시기에 즉시 검사 받을 수 있도록 선박에 보관되어야 하며, 승무원의 탑승이 없이 예인되는 선박의 경우에는 예인선에 보관될 수 있다.

2.3.6 평형수에 관한 모든 작업은 평형수 기록부에 지체 없이 상세히 기록되어야 한다. 각 기록은 당해 작업을 책임지는 사관에 의하여 서명되고 기록이 완료된 각 페이지는 본선의 선장에 의하여 서명되어야 한다. 평형수 기록부의 기록 내용은 본선의 통용 언어로서 기록되어야 한다. 만일 기록 내용이 영어, 프랑스어 또는 스페인어가 아닌 경우에는 이 들 중 하나의 언어로 번역한 것을 포함하고 있어야 한다.

2.4 평형수 관리시스템 검사 - Res.MEPC.125(53) revoked by Res.MEPC.174(58)

2.4.1 다음의 문서가 적합한 형태로 본선에 비치되어 있는가를 확인한다:

- 1 평형수 관리시스템 형식승인증서 사본
- 2 평형수 관리시스템의 전기 및 전자 구성품이 환경시험 규정에 적합하게 형식

시험 되었다는 것을 확인할 수 있는 주관청의 확인서 혹은 주관청이 인정한 시험기관이 발행한 확인서.

3. 평형수 관리시스템 주요 구성품의 장치 매뉴얼
4. 평형수 관리시스템 운전 및 기술 매뉴얼(평형수 관리시스템의 기술적인 상세 설명서, 운전 및 정비 절차서와 장치 오작동에 대비한 보완 절차서를 포함한 것).
5. 설치 사양서 및 설치 작업 절차서
6. 초기 검교정 절차서

2.4.2 평형수 관리시스템에 대한 검사 사항은 다음과 같다:

1. 평형수 관리시스템 설치가 설치기술사양서에 따라 수행되었는가?
2. 평형수 관리시스템은 주관청 혹은 그 대행자에 의해 발행된 평형수 관리시스템 형식승인 증서에 적합한가?
3. 평형수 관리시스템 일체의 설치가 제조자의 장치 사양서에 따라서 수행되었는가?
4. 모든 운전용 입,출구가 펌프 및 배관 배치도에 나타난 바대로 위치하는가?
5. 설치 작업자의 시공은 만족스러운지 특히 모든 격벽 관통부 혹은 평형수 계통의 배관 관통부가 관련 승인된 기준에 적합한가?
6. 제어 및 감시 장치의 작동이 정상적인가? 제어 장치는 자료를 24개월 동안 저장할 수 있어야 하고 요구되는 공식적인 검사를 위해 기록을 보여줄 수 있거나 출력할 수 있는가?
7. 대표적인 평형수 시료를 채취할 수 있도록 시료채취 장치가 제공되어 있는가?

2.5 위험구역에 BWMS가 설치될 경우 지침 (Rev.39 2014.9.1.)

2.5.1 오일 또는 케미칼 탱커의 위험구역에 BWMS가 설치될 경우에는 SOLAS II-1/45.11항에 따라 IEC 60092-502:1999 '선박-탱커의 전기장치'에 따른 안전 조치를 취하여야 한다.

2.5.2 위험구역 개방갑판 상의 에어로크로 보호되는 폐위구역에 BWMS를 설치 시 지침

1. 일반

BWMS는 방폭형 전기장치와 비방폭형 전기장치를 각각 기밀격벽으로 분리된 별도의 Room(예: BWMS Control Room과 BWMS Treatment Room)에 설치하고 있다.

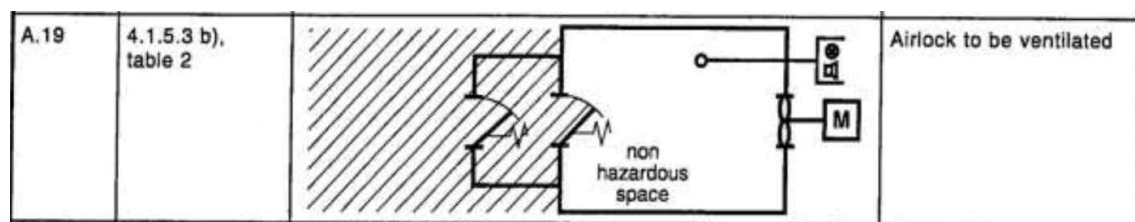
비방폭 전기장치를 설치하는 가스안전장소의 경우, 출입구는 가압보호 또는 에어로크를 통해 보호되어야 하며, 화물유 탱크와 직접 인접하지 않도록 코퍼댐을 설치하여야 한다. 또한, 각 장소의 통풍 개구는 서로 안전거리를 유지하여야 이격되어야 한다.

2. 에어로크로 보호되는 구역의 안전 조치

에어로크의 보호 방식은 IEC 60092-502의 4.1.5.2 또는 4.1.5.3항에 적합하여야 하며, 위험 장소의 등급에 따라 다음과 같이 적용한다.

[위험구역 Zone 2에 BWMS가 설치된 장소의 경우]

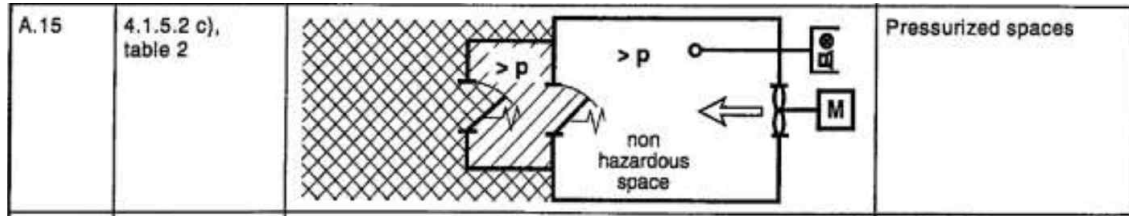
설치되는 문들은 Self-closing Gastight Door 형식이어야 하며, Holding back arrangement가 설치되지 않아야 한다. 보호되는 구역에는 기계식 통풍장치가 제공되어야 하며, 통풍장치의 고장 시 인원이 상주하는 장소에 가시각의 경보를 발하여야 한다.



[그림 46] Zone2에 BWMS 설치된 장소의 경우

[위험구역 Zone 1에 인접한 장소의 경우]

설치되는 문의 형식은 상기와 동일하며, 에어로크 구역과 보호되는 구역은 각각 인접한 외부구역보다 최소 25pa의 압력을 가지고 가압되도록 흡기식 통풍장치가 설치되어야 한다. 만약 보호되는 구역의 압력의 상실 시에는 인원이 상주하는 장소에 가압상실 경보를 발하여야 하며, 일정시간이 지나면, 안전구역 내에 설치된 비방폭형의 전기장치로 공급되는 전원은 안전구역 외부로부터 자동으로 차단되어야 한다.



[그림 47] Zone1에 BWMS 설치된 장소의 경우

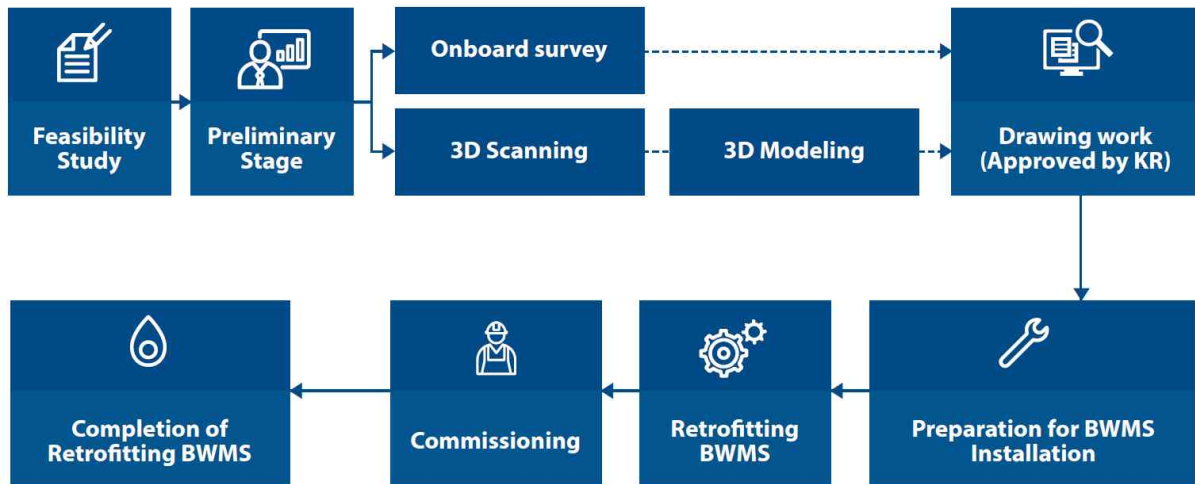
.3 안전구역 통풍개구에 대한 조치

안전구역과 위험구역의 통풍개구는 최소 안전거리를 가지고 서로 이격되어야 한다. 예를 들어 안전구역의 공기 흡입구는 위험구역으로부터 1.5m의 추가 안전거리를 유지하여야 하며, 안전구역의 공기 배출구의 경우 위험구역 밖에 설치되도록 한다.

Section 2. 현존선 검사를 위한 고려사항

1.1 현존선 설치를 위한 절차

1.1.1 평형수관리장치의 일반적인 현존선 설치는 아래 [그림 48]과 같은 순서로 이루어진다.



[그림 48] 일반적인 현존선 설치 절차

1.2 현존선 검사를 위한 준비사항

1.2.1 도면승인여부를 확인한다. 도면승인은 환경배관팀에서 호선별로 실시되며, 공문상의 "H" 또는 "C" Comment를 확인하여 현장에서 확인하여야 하는 특이사항을 식별한다.

1.2.2 호선용 단품검사증서(한국적선의 경우 검정증서)와 해당 제품의 일치여부를 확인하고, 승인받은 호선용 도면과 주요한 차이가 있는 경우 환경배관팀으로 연락하고, 제품자체의 문제점이 식별되는 경우 조lan 선해양기자재팀으로 연락한다.

1.2.3 도면 승인시 기본적으로 고려되는 사항은 다음과 같다.

- 제조사의 상세 도면(선주 또는 제조자)
- 제품의 운전 및 기술 매뉴얼
- 폐기물의 적절한 관리 및 처분을 위해 계획된 조치에 대한 설명서를 포함
- 평형수 관리시스템의 점검 절차서

- 제품의 설치와 관련된 변경된 기기배치도
- 제품의 설치와 관련된 배관계통도
- 전기기기배치도
- 동력계통도
- 전력조사표
- 평형수를 처리 후 보유 시간의 영향평가와 독성에 대한 희석의 영향평가를 포함한 독성시험결과표 (활성물질을 사용하는 평형수 관리시스템(G9)을 설치하는 경우 추가사항)

1.2.4 단품 기자재 검사시 고려되는 사항은 다음과 같다.

- 도면 및 사양에 따른 구조/외관 검사와 표시사항 확인
- 수압부가 있는 경우에는 수압시험
- Control Panel/Starting Panel 등에 대한 내전압/절연저항 시험
- 성능시험(단, 생물시험은 제외)

1.3 현존선 검사

1.3.1 승인된 도면을 바탕으로 현존선 설치 검사시 확인하여야 할 일반사항

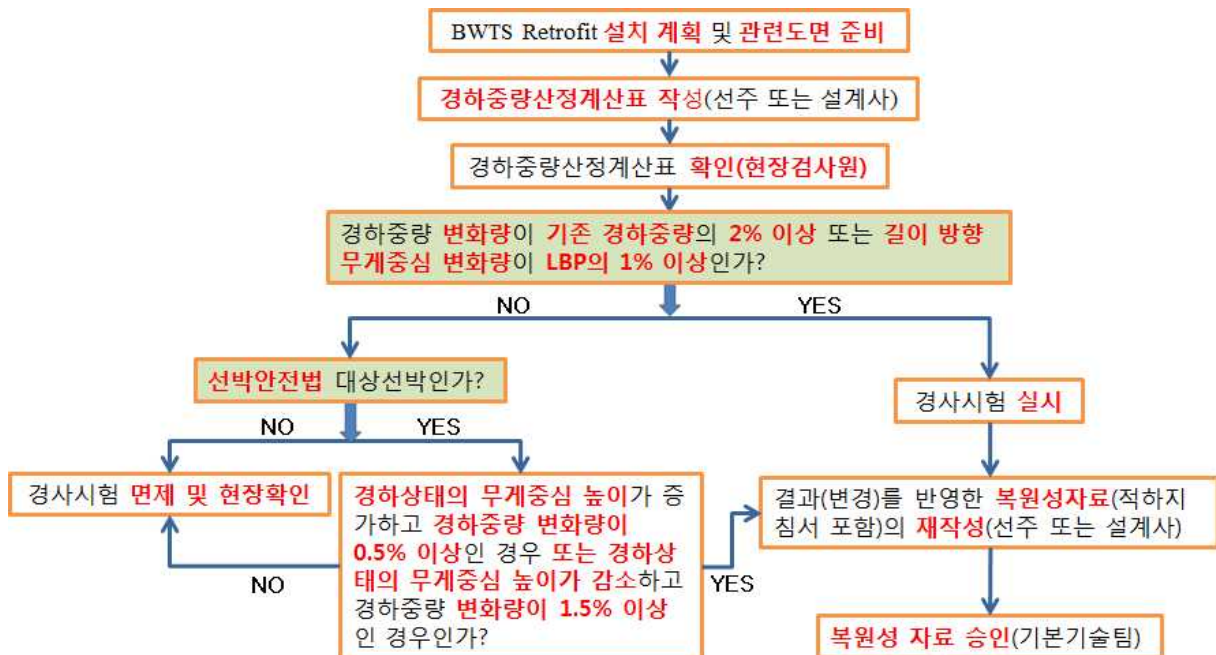
- 평형수 관리시스템 설치가 설치기술사양서에 따라 수행 여부
- 형식승인증서에 적합하게 설치
- 평형수 관리시스템 일체의 설치가 제조자의 장치 사양서에 따라 수행
- 모든 운전용 입출구가 펌프 및 배관 배치도에 나타난 대로 설치
- 모든 격벽 관통부 혹은 평형수 계통의 관통부가 관련 승인된 기준에 적합
- 제어 및 감시 장치의 정상 작동여부 및 제어장치는 자료를 24개월 동안 저장
- 공식적인 검사를 위해 보여주거나 출력 가능
- 대표적인 평형수 시료를 채취할 수 있도록 시료채취 설비 제공

1.3.2 장비설치를 위한 거치대는 다음의 사항을 확인한다.

- 중량이 무거운장비 -> 충분한 크기의 거치대 설치
- 작거나 가벼운 기기 -> 지지대를 선체에 직접 취부가능
- 치수는 장비의 크기, 중량, 설치위치 등을 고려하여 결정(장비의 하중이 효율적으로 선체구조에 전달될 수 있는 구조의 것)

- 거치대는 강재로서 견고히 선체에 취부하고 설치되는 갑판 하부는 충분히 보강 -> 갑판하부구조(Beam, Girder, Floor, Web 등)와 일치되도록 설치, 하부에 선체구조가 없을 경우에는 추가 Stiffener 설치
- 거치대(지지대 포함)에 사용되는 nstalIom강재는 용접에 적합한 구조용 강재이어야 함. (탄소함유량 0.23%이하)
- 선체보강구조 부재는 선급 강재 사용 (Grade A)
- 빌지가 고이지 않도록 배치
- 용접각장: F2이상

1.3.3 복원성 (경사시험) 관련한 절차는 아래를 따른다.



[그림 49] 복원성 관련 절차

1.3.4 부하에 대한 고려

하역작업시의 발전기 부하율은 추가되는 BWMS의 전력사용량을 합산하여도 총 발전기 부하율이 90%를 넘지 않아야 한다.

1.3.5 위험구역에 대한 고려

- Ballast IMSBC Code 또는 IMDG Code에 따른 인화성 위험이 있는 화물(SOLAS Reg.II-2/19 규칙)을 적재하는 경우, IEC 60092-506에 따라 위험구역이 지정됨
- 위험구역에 전기기가 설치될 수 없으며, 부득이 설치할 경우, 승인된 방폭형의 전기기가 설치되어야 함. BWMS의 형식승인이 방폭형으로 되어 있는지 확인필요.

1.3.6 배관에 대한 고려

1.1 규칙 5편6장 402.2.(2) (기관실 이외 구획의 배수설비 - 탱크)

- 이중저탱크를 포함한 모든 탱크에는 탱크의 후부로부터 적절한 동력펌프에 연결된 흡입관을 설치하여야 한다. 다만, 선수미탱크가 청수탱크로서 작은 용량의 경우에는 수동펌프를 사용할 수 있다.
- 모든 평형수탱크는 적어도 2개의 동력구동 평형수펌프에 연결되어야 한다. 그 중 한 대는 주기관에 의하여 구동되는 것으로 할 수 있다. 독립동력으로 구동되는 빌지, 위생수, 잡용수 펌프가 적절히 연결 된 경우에는 이들 펌프도 독립동력 평형수펌프로 간주할 수 있다. 다만, 톱사이드탱크로부터 중력으로 배수하는 경우는 지침 302.의 2항 (1)호 (나)에 따른다. 또한, 7편 1장 1003.의 2항 (2)호와 같이 비상용으로 화물유펌프로 평형수를 흡입할 수 있도록 설치된 경우에는 화물유펌프를 1대의 독립 동력 평형수 펌프로 간주할 수 있다.

1.2 규칙 5편6장 406.7 (평형수 관장치)

- 평형수탱크는 부주의로 선외에서 평형수탱크로 해수가 역류하거나 평형수탱크 사이를 평형수용 물이 이동하지 아니하도록 주입 및 배수시 이외에는 항상 폐쇄상태를 유지하도록 개폐지시장치를 갖는 체크밸브 또는 스톱밸브를 설치하는 등 적절한 조치를 하여야 한다. 버터플라이밸브(원격제어밸브 제외)를 사용할 경우, 진동 또는 유체의 흐름에 의하여 밸브디스크가 움직이는 것을 방지하기 위하여 홀딩(holding)장치 또는 동등한 수단을 갖는 것이어야 한다.
- 원격제어밸브가 설치된 경우, 제어를 위한 동력원이 상실된 경우에도 밸브가 닫히고 또한 폐쇄 상태로 유지할 수 있도록 배치되어야 한다. 대체수단으로, 동력 상실시 그 밸브를 잠그기 위하여 쉽게 접근할 수 있는 수동의 수단이 있는 경우, 원격제어밸브가 동력상실 시의 위치에 남아있게 할 수 있다. 원격제어밸브는 사용되는 탱크별로 명확히 식별되어야 하고 평형수 제어장소에 개폐지시장치를 설치하여야 한다.

1.3 적용지침 5편 6장 406.1 (디프탱크를 통과하는 빌지관 및 평형수관)

- 평형수 전용의 디프탱크를 통과하는 빌지흡입관에 한하여 설계압력에 따라 적용되는 호칭압력보다 1등급 위의 호칭압력에 대응하는 플랜지이음을 사용하는 경우에는 용접이음으로 할 필요가 없다.
- 전용 평형수탱크 내에 시체스트를 설치하고 자연주입.배수를 행하는 경우에는 이 중으로 스톱밸브를 설치하고 건현갑판상에서 조작할 수 있도록 한다.

- 화물유를 적재한 디프탱크에는 발지흡입관 및 평형수흡입관 등 다른 탱크흡입관은 통과할 수 없다. 다만, 디프탱크 내에 파이프터널을 설치하여 그 안에 배관하는 경우에는 이에 따르지 아니한다.
- 전 각호의 적용에 있어서 발지호퍼는 디프탱크로 본다.

1.3.7 본선에 보관되어야 할 도면

- 평형수 관리시스템 형식승인증서 사본
- 평형수 관리시스템의 전기 및 전자 구성품의 환경시험에 대한 시험기관의 확인서 (필요시)
- 설치 사양서
- 설치 작업 절차서
- 초기 검교정 절차서

Section 3. 증서, 가이드, 점검표¹⁸⁾

1.1 증서 발행 (Rev.47 2018.7.1.)

1.1.1 최초검사 후 증서를 발행하며, 검사원은 최초증서 발급 전에 본부로부터 평형수 관리계 획서를 승인받도록 안내한다.

1.1.2 평형수관리협약 증서는 OASIS에서 전산으로 발행된다.

1.1.3 평형수관리 협약증서는 미비준한 국가에 등록된 선박은 적합확인서로 발급되며, 비준한 국가에 등록된 선박은 협약증서로 발급되어야 한다.

1.1.4 본선에 적합확인서를 비치하고 있다가 평형수관리협약이 발효되어 협약증서로 교체 발급하는 경우, 정기적검사 또는 임시검사를 실시하여 평형수관리협약 증서(IN)를 발행하며 증서 상의 검사완료일(Completion date)은 기 적합확인서에 기재된 검사완료일을 그대로 유지한다.

1.1.5 평형수관리협약 증서 기록 사항

- .1 총톤수: ITC 톤수를 적용한다;
- .2 Ballast water 용량(m³)은 승인된 평형수관리계획서(BWMP)에 기재된 평형수용량을 기재한다.
- .3 사용된 평형수 관리방법(Method of ballast water management used)은 다음 중에 선택하여 입력한다:
 - i) Ballast water Management System
 - ii) Sequential Method
 - iii) Flow-through Method
 - iv) Dilution Method
 - v) Prototype Ballast water Treatment technology(D-4)
- .4 사용된 평형수 관리방법이 Ballast water management system인 경우, "Method

18) 점검표양식은 [그림 50]을 참조로 한다. 다만, 선종 및 용골거치일 등에 따라서 점검표의 내용이 상이하므로 반드시 KR-CON의 점검표 또는 KR-OASIS 프로그램을 사용하도록 한다.

of Ballast Water management used" 다음에 "Ballast water management system"를 선택하여 입력하고, 처리장치의 설치일자 및 제조자 명을 기입한다.

.5 사용된 평형수 관리방법이 Pumping-through method인 경우, "Method of Ballast Water management used" 다음에 "Pumping-through method"를 선택하여 입력한다.

.6 주된 평형수 관리방법(Principal ballast water management method)은 다음 중 하나 또는 하나 이상을 표시한다. D-2가 표시되는 경우, Type 및 용량을 기입한다(BWM.RD와 동일):

in accordance with regulation D-1

in accordance with regulation D-2

(describe).....

the ship is subject to regulation D-4

.7 주된 평형수 관리방법(Principal ballast water management method)이 D-4에 표시되는 경우, 주관청의 허가를 받아야 하므로 본부와 협의하여야 한다.

1.1.6 선박이 D-1으로 운항하다가 D-2의 요건을 만족하는 선박은 임시검사 또는 정기적 검사 시에 검사를 실시하고 증서를 재 발행한다.

Survey Checklist for IBWM Initial Survey

Ship's particular

Report No :

Name of Ship	test		
Class Number (KR)			
Ship Type	Other Cargo Ship(Container, General Cargo, PCC...)		
Construction Date (K/L)	1/1/2018	Current Date	
Gross tonnage		GT	Deadweight tonnage
			dwt
Freeboard length		m	Overall length
			m
UMA	<input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No		Flag

Navigation bridge

1. Plans and Designs

examining the design and construction
(BWM Convention-Reg.B-5)

Accommodation

1. Active substances

confirming that, if applicable, dosage instruction for active substances or preparations are available on board
(BWM Convention-Reg.D-3 / note, this survey requirement is relevant only when the performance standard according to Reg.D-2 is applicable)

2. Certificate

after satisfactory survey, the International Ballast Water Management Certificate should be issued.

3. Documentation

confirming that the Ballast Water Management Plan has been provided
(BWM Convention-Reg.B-1)

confirming that the Ballast Water Record Book has been provided
(BWM Convention-Reg.B-2)

verifying that the BWMS is in conformity with the Type Approval Certificate of BWMS issued by the Administration or its representative
(BWM Convention-note, this survey requirement is relevant only when the performance standard according to Reg.D-2 is applicable)

confirming that certificate(s) for type approval of ballast water management system(s) are available
(BWM Convention-Reg.D-3 / note, this survey requirement is relevant only when the performance standard according to Reg.D-2 is applicable)

confirming that a statement has been provided by the Administration, or from a laboratory authorized by the Administration, confirming that the electrical and electronic components of the ballast water management system(s) have been type-tested in accordance with the specifications for environmental testing contained in Part 3 of the Annex of the Guidelines for Approval of Ballast Water Management Systems (GB)
(BWM Convention-Reg.D-3 / note, this survey requirement is relevant only when the performance standard according to regulation D-2 is applicable)

confirming that equipment manuals for major components of the ballast water management system(s) have been provided
(BWM Convention-Reg.D-3 / note, this survey requirement is relevant only when the performance standard according to Reg.D-2 is applicable)

confirming that an operations and technical manual for the ballast water management system(s) specific to the ship and approved by the Administration, containing a technical description of the ballast water management system(s), operational and maintenance procedures, and backup procedures in case of equipment malfunction has been provided
(BWM Convention-Reg.D-3 / note, this survey requirement is relevant only when the performance standard according to Reg.D-2 is applicable)

confirming that installation specifications for the ballast water management system(s) have been provided
(BWM Convention-Reg.D-3 / note, this survey requirement is relevant only when the performance standard according to

Disclaimer: Although all possible efforts have been made to ensure correctness and completeness of Information contained in this Service, KR, known as Korean Register of Shipping is not responsible for any errors or omissions made herein, nor held liable for any actions taken by any party as a result of information retrieved from our Service. 1 / 3

Survey Checklist for IBWM Initial Survey

test /

Reg.D-2 is applicable)

4. Plans and Designs

- examining the ballast water management plan
(BWM Convention-Reg.B-1)
- examination of plans for the installation of ballast water management systems
(BWM Convention-Reg.D-3 / note, this survey requirement is relevant only when the performance standard according to Reg.D-2 is applicable)
- if applicable, examination of plans for the installation of prototype ballast water treatment technologies
(BWM Convention-Reg.D-4)

Engine room**1. Active substances**

- confirming that, if applicable, sufficient active substances are provided on board
(BWM Convention-Reg.D-3 / note, this survey requirement is relevant only when the performance standard according to Reg.D-2 is applicable)

2. BWM recording device

- confirming that if applicable the ballast water management recording device(s) are operable and that there is a sufficient supply of consumables for the recording device(s) on board
(BWM Convention-Reg.D-3 / note, this survey requirement is relevant only when the performance standard according to Reg.D-2 is applicable)

3. BWMS installation

- verifying that the BWMS installation has been carried out in accordance with the technical installation specification
(BWM Convention-note, this survey requirement is relevant only when the performance standard according to Reg.D-2 is applicable)
- verifying that the installation of the complete BWMS has been carried out in accordance with the manufacturers equipment specification
(BWM Convention-note, this survey requirement is relevant only when the performance standard according to regulation D-2 is applicable)
- verifying that any operational inlets and outlets are located in the positions indicated on the drawings of the pumping and piping arrangements
(BWM Convention-note, this survey requirement is relevant only when the performance standard according to regulation D-2 is applicable)
- confirming the satisfactory installation and operation of the ballast water management system, including any audible or visual alarms
(BWM Convention-Reg.D-3 / note, this survey requirement is relevant only when the performance standard according to Reg.D-2 is applicable)

4. Control and Monitoring Equipment

- verifying that the Control and Monitoring Equipment operates correctly;
(BWM Convention-note, this survey requirement is relevant only when the performance standard according to Reg.D-2 is applicable)

5. Documentation

- confirming that installation commissioning procedures for the ballast water management system(s) have been provided
(BWM Convention-Reg.D-3 / note, this survey requirement is relevant only when the performance standard according to Reg.D-2 is applicable)
- confirming that initial calibration procedures of the ballast water management system(s) have been provided
(BWM Convention-Reg.D-3 / note, this survey requirement is relevant only when the performance standard according to Reg.D-2 is applicable)
- confirming that, if applicable, a Statement of Compliance for a Prototype Ballast Water Treatment Technology has been provided
(BWM Convention-Reg.D-4)

6. Maintenance for conditions of ballast water treatment system

- Confirming that BWMS is in good working condition in accordance with Reg. D-2

Disclaimer Although all possible efforts have been made to ensure correctness and completeness of Information contained in this Service, KR, known as Korean Register of Shipping is not responsible for any errors or omissions made herein, nor held liable for any actions taken by any party as a result of information retrieved from our Service. 2 / 3

Survey Checklist for IBWM Initial Survey

test /

7. Piping and pumping system

Confirming that Ballast piping system and pumping system are in good condition in accordance with Reg. D-1

verifying that any operational inlets and outlets are located in the positions indicated on the drawings of the pumping and piping arrangements
(BWM Convention-note, this survey requirement is relevant only when the performance standard according to Reg.D-2 is applicable)

8. Prototype ballast water treatment

verifying that, if applicable, the prototype ballast water treatment technology installation has been carried out in accordance with the approved Programme and that the workmanship of the installation is satisfactory
(BWM Convention-Reg.D-4)

9. Prototype Ballast Water Treatment

Confirming that Prototype Ballast Water Treatment technologies and its system is in a good working condition in accordance with Reg. D-4

10. Sampling facilities

confirming that sampling facilities are provided and so arranged in order to collect representative samples of the ships ballast water from the ballast water management system(s) intake(s) before the ballast discharge points and any other points necessary for sampling
(BWM Convention-Reg.D-3 / note, this survey requirement is relevant only when the performance standard according to Reg.D-2 is applicable)

Flag Requirements

1. confirming that the requirements of the ship's flag administration are satisfactory

Checked by : _____ / _____

Verified by : _____

Section 4. 규칙(IACS UR M74과 규칙 9편 10장)

1.1 적용

1.1.1 조선소, 선주, BWMS 제조사가 BWM 협약의 원활한 이행을 위해, IACS는 2015년 9월에 UR M 74가 발간 됨.

1.1.2 첫 번째 개정(Rev.1)이 2016년 5월에 이루어 짐.

1.1.3 UR M74의 주요내용

- 1 일반사항, 위험 구역의 안전한 배치, 파이프와 밸프, 샘플링 시설 위한 요구사항 등
- 2 대형 선박¹⁹⁾의 추가적인 설치 요구사항
 - 위험 구역 및 비 위험 구역에서 2개의 평형수 탱크에 독립적인 BWMS 설치와 평형수 배관의 분리 배열 등
- 3 환기 설치 요구사항
- 4 기타 설치 요구사항²⁰⁾
- 5 BWMS의 바이패스 및 오버라이드 작동 시 자동화 요구사항

1.1.4 Machinery Panel (PM11902b)의 Revision 2에서, 현재 고려되고 있는 사항은 아래와 같다.

- 1 BWMS 기술적 분류 및 잠재적 위험 사항 식별 (safety hazards : UR M74에서 UR Fxx²¹⁾로 변경)
- 2 모든 BWMS 범주에 대한 부속서 I의 확대²²⁾(대형선박의 BWMS 배치)
- 3 IMO 협약 및 IACS 규칙(Urs, SCs)에 기재된 정의의 구체화
- 4 증서, 위험 분석의 범위 및 적용범위의 정의
- 5 현존선의 개조 공사 중 식별된 주의사항

19) 추가적인 요구사항의 상세는 IEC60092-502를 참조 한다.

20) 기타 설치 요구사항 : 배관 길이 및 접합부의 개수

21) UR F : 화재예방을 위한 요구사항

22) Annex I (IACS UR M74 Rev.1) : 처리 후 요구되는 BWMS 및 요구되지 않는 BWMS

1.2 다양한 검사의 핵심사항

1.2.1 호선용 도면승인

- .1 BWMS의 형식승인 증서에 기재된 Ballast pump 용량과 BWMS 정격 처리 용량의 일치 여부를 확인한다.
- .2 BWMS 설계도에서 우회 밸브와 샘플링 위치의 배열을 확인한다.
 - 샘플링 위치: 가능한 한 배출 밸브에 근접하여야 하며, 배관은 직선 부에 설치되어야 한다.
 - 우회 밸브: 본 밸브는 반드시 설치되어야 한다. 또한 우회 밸브 개방 시 시스템의 알람이 작동되어야 하며, 해당 내용이 기록되어야 한다.
- .3 탱커선에 BWMS가 한 대 또는 두 대(BWMS 한 대는 위험구역에 설치, 나머지 한 대는 비 위험구역에 설치)가 설치되는 어느 경우라 하더라도, 화물구역을 지나는 평형수 배관과 비 화물구역을 지나는 배관은 적절히 격리되어야 한다.
- .4 BWMS 운전중에 위험가스가 발생하는 경우, 독립적인 차단을 위한 모니터링 장치와 가스배출장치가 제공되어야 하며 가스 배출 장치는 갑판상의 안전 구역으로 유도되어야 한다. 단, 가스배출장치 없이 H₂를 생산하는 직관식 전기분해 시스템은 예외로 할 수 있으나, 이 경우 평형수 탱크의 H₂ LEVEL이 LEL 이하임을 증명하며 승인되어야 한다.

1.2.2 설치 검사

- .1 형식승인증서의 검증
- .2 승인된 도면의 검토
- .3 운용 매뉴얼이 형식승인 시 승인된 내용을 바탕으로 작성되었는지 확인
- .4 평형수관리계획서(BWMP) 검토
- .5 설치 검사 : 구조, 배관, 전선, 장치 등
- .6 기능 시험 : MEPC 72/WP.9²³⁾ 부속서 5 참조
- .7 경보 시험
- .8 샘플링 위치

1.2.3 설치 후 검사

- .1 평형수관리계획서 검증

23) 세부적인 시험 방법은 MEPC 73th에서 논의될 예정이다.

미국 해역 내 항해시, USCG 33CFR,PART 151.2050(G)를 준수해야 한다.

(g) Maintain a ballast water management (BWM) plan that has been developed specifically for the vessel and that will allow those responsible for the plan's implementation to understand and follow the vessel's BWM strategy and comply with the requirements of this subpart. The plan must include -

- (1) Detailed safety procedures;
- (2) Actions for implementing the mandatory BWM requirements and practices;
- (3) Detailed fouling maintenance and sediment removal procedures;
- (4) Procedures for coordinating the shipboard BWM strategy with Coast Guard authorities;
- (5) Identification of the designated officer(s) in charge of ensuring that the plan is properly implemented;
- (6) Detailed reporting requirements and procedures for ports and places in the United States where the vessel may visit; and
- (7) A translation of the plan into English, French, or Spanish if the vessel's working language is another language.

.2 경보, 시험 등을 포함한 기록의 검증

.3 기능 및 알람 시험 입회

.4 가능한 샘플시험기록의 검증

.5 BWMS가 작동 불능이 경우, 바이패스 기능이 시험시 사용되어야 함.

.6 BWMS의 바이패스 알람이 활성화되는 경우, 제어 및 검출 장비는 바이패스 시간을 기록해야 함.

1.2.4 BWMS 선상시험

본선에 탑재된 BWMS의 성능이, G8 가이드라인에 제시된 D-2 규정에 부합하는지의 여부를 검증하는 것이다. 아래의 내용은 검사 시, 이행되어야 하는 사항이다.

.1 시험 전 검토되어야 하는 시험계획서에는 통상의 평형수운전과 부합하게 평형수 관리시스템이 운전되는지 확인하여야 한다.

.2 처리 전, 시험에 사용될 탱크 내 평형수의 양을 확인한다.

.3 처리 동안, BWMS는 승인된 TRC에 따라 운용되어야 한다.

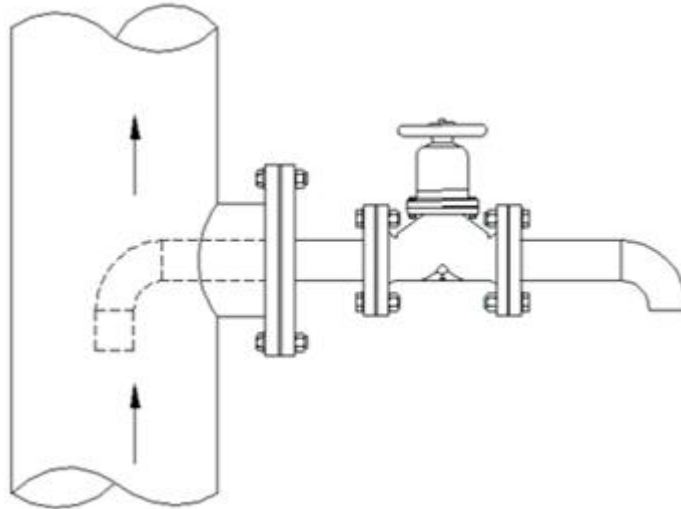
.4 처리 후, 시험수 채취는 제조사의 운용 요령에 따라 수행되어야 하며, 해당 샘플은 확인하여야 한다.

.5 제조자의 시험 요령에 기재된 기타 사항

1.3 본선에 탑재된 BWMS에서 식별된 주요 사례

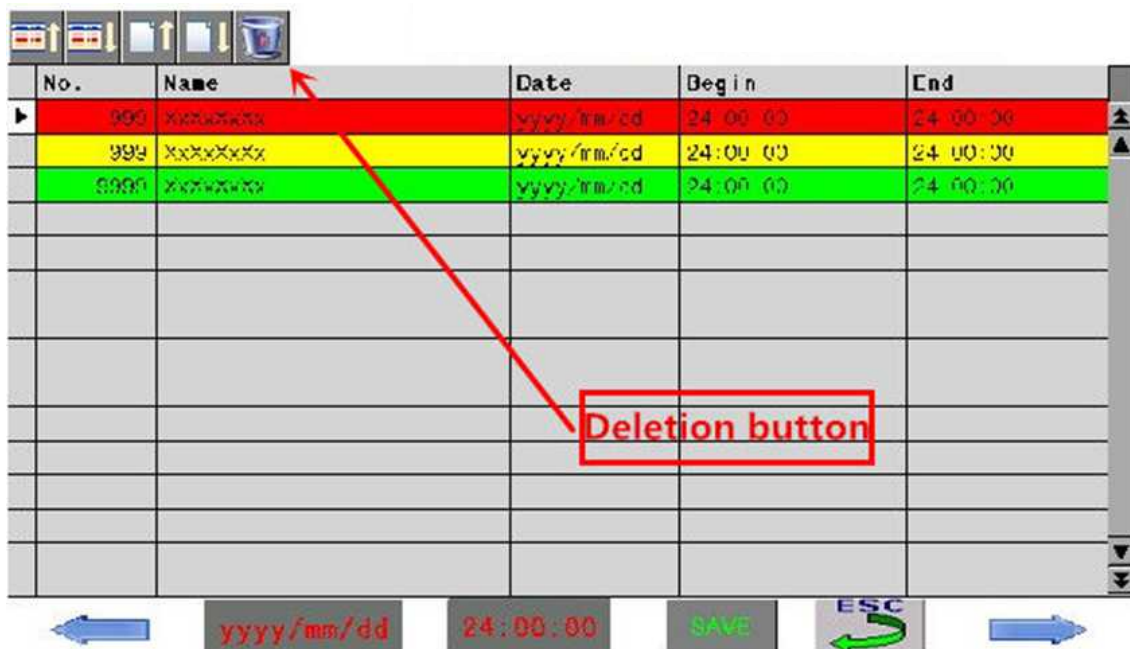
1.3.1 유조선의 경우, BWMS가 화물구역에 설치되었다면 환기구 인터록 및 배관을 차단할 수 있는 적절한 수단이 고려되어야 한다.

1.3.2 취수관의 설치 방향을 잘못된 방향(평형수의 반대 흐름은 아님)으로 설치했을 때, 평형수 흐름의 반대 방향에 취수 배관을 설치함으로써 해당 문제를 해결할 수 있다.



[그림 51] 취수관 설치

1.3.3 바이패스 밸브의 오동작에 의한 개방 관련 알람 등이 포함된, BWMS에 모니터 되는 모든 알람 기록은 제어 패널에서 삭제될 수 있다(재가동되면 경보는 활성화되지 않는다.). 하지만 알람 로그가 삭제되는 것은 아니기 때문에, PSC는 알람로그 내용을 확인 할 수 있다. PSC, 검사관, 엔지니어들이 참고할 수 있도록, 상기 운용 기록들은 선박의 유지보수 기록부에 저장되어야 한다.



[그림 52] 제어 패널에서 알람 인터페이스

1.3.4 BWMS TRO 센서의 정확도는 BWMS가 D-2 규정에 부합여부 확인을 담보하는 수단임과 동시에 안전하고 효과적인 BWMS의 운용을 위해 중요하다. 그러나 교정 방법이 ISO등으로 표준화 되어 있지 않고, 인도시 TRO 센서의 교정 보고서(제 3자에 의해 작성)에 따라 1년 이내 사용한 경우이거나 OMSM(시약 제조자에 의해 명시된 유효기간 내 사용)에 제시된 대로 TRO 관련 시약을 교체한 경우 TRO 센서의 정확성은 유효한 것으로 보고 있다. TRO 센서의 불확도는 일반적으로 $\pm 10\%$ 이며, 향후 정확도 및 편의성이 향상된 TRO 센서가 개발 될 것으로 판단된다.

선주와 검사원을 위한
BWMS Technical Information

=====

발행처 **한국선급**

부산광역시 강서구 명지오션시티 9로 36

전화: +82-70-8799-8240

팩스: +82-70-8799-8269

E-mail: bwms@krs.co.kr

Website: <http://www.krs.co.kr>

=====

발행일: 2018년 9월 28일

Copyright© 2018, KR

이 Technical Information의 일부 또는 전부를
무단전재 및 재배포시 법적제재를 받을 수
있습니다.

Notice.1) 본 가이드에 실려 있는 그림은 해당 내용의 이해를 돕기 위한 자료로서, 해당 내용과 직접적인 관련이 없음을 주지하
시길 바랍니다.

Notice.2) 본 가이드에서 식별된 제 3 장 Section 2 2항 "BWMS Type별 BWMS Management Guideline"은 BWMS를 운용하고
있는 우리선급 입급선을 대상으로 실시한 설문조사응답을 정리 한 것으로 특정 BWMS를 지칭하는 것이 아니며, 해당 표가 모
든 케이스를 대변하지 않음을 주지하시길 바랍니다.



한국선급 조선해양기자재팀

E-mail : bwms@krs.co.kr

Tel : +82-70-8799-8240