선박평형수처리장치 실시간 모니터링시스템 소개 및 활용

장풍국*, 신경순, 장민철, 현봉길
*한국해양과학기술원 선박평형수연구센터
e-mail:pgjang@kiost.ac.kr

A study on the utilization of real-time monitoring system for ballast water management system

Pung-Guk Jang*, Kyoungsoon Shin, Min-Chel Jang, Bonggil Hyun,
*Ballast Water Research Cneter, Korea Institute of Ocean Science and Technology

요 약

국제해사기구(IMO)는 선박 기원의 외래종 침입을 방지하기 위해 2004년 선박평형수처리협약을 제정하였으며, 이에 따라 국제항을 오가는 선박은 2019년부터 2024년까지 모두 선박평형수처리장치(BWMS)를 의무적으로 설치해야하고, 각 정부의 항만통제국은 협약이 준수되고 이행되는지를 검사해야한다. 항만통제국 검사원(PSCO)은 항만통제국 지침서에 따라 4단계로 검사를 수행해야하며, 이 중에서 2단계인 상세검사에 BWMS가 적절하게 운전되었는지 여부와 운전기록의 적정여부를 판단해야 한다. BWMS 실시간 모니터링시스템(RMS)은 다양한 BWMS 운전자료를 표준화된 운전자료로 변환시켜 데이터베이스화하는 기능과 데이터베이스에 축적된 자료를 활용하여 BWMS 운전자료의 분석결과를 웹 및 모바일을 통해 현장에서 활용할 수 있도록 구성되어져 있다. PSCO는 RMS을 이용해 선박이 입항 전에 선박의 BWMS 운전자료를 분석하여 검사대상 선박의 운선순위를 결정할 수 있고 항만통제국 지침서의 다음 단계인 지표검사와 상세분석을 할 수 있는 과학적인 근거를 제시할 수 있다. 또한 RMS에 축적된 BWMS 운전 자료를 활용하여 선주는 더욱더 효율적인 BWMS 유지 관리, 제조사는 BWMS 운영에 더욱더 나은 서비스를 제공에 활용할 수 있다.

1. 서 론

국제해사기구(IMO)는 선박평형수로 인한 외래생물의 침입을 막기 위해 2004 선박평형수관리협약을 제정했다[1]. 이에 따라 2019년부터 2024년까지 국제항을 운항하는 모든 선박은 선박평형수처리장치(BWMS)을 설치해야하고, 정부 항만통제국 검사원(PSCO)는 항만통제국 처리지침서에 따라 협약이 잘 이행되고 준수되는지를 검사해야한다[2].

항만통제국 처리지침은 4단계로 이루어지며, 1단계 초기검사는 BWMS 증서, 평형수 관리자가 BWMS 운전 방법과 교육 훈련 여부 확인, 2단계 상세 검사는 BWMS가 적절히 운전되었는지 여부 및 운전기록부의 적정 여부를 확인하는 단계이며, 3단계인 지표 분석은 2단계의 검사 과정에서 BWMS 운전에 이상 징후가 있을 경우 처리수 생물 기준(D-2 규칙)을 만족 여부를 검사하는 단계로서 4단계인 상세 분석 필요여부를 결정하고, 상세 분석에서 D-2 규칙을 만족하지 못했을 경우에는 이에 대해서 PSCO는 선박 억류 등의 제제를 가할 수 있다.

BWMS 운전자료는 제조사별, 장비별, BWMS 구성에 따라 다양한 형태로 형성되기 때문에 우리나라는 IMO의 환경보호위원회(MEPC)에 협약 이행을 위한 적절한 모니터링이 필요하며 이를 위해 운전자료의 표준화가 필요하다고 제안했지만, BWMS별 제조사별 다양한 운전자료 형태를 갖추고 있기 때문에 표준화에 대한 요청이 받아들여지지 않았다. 그러나 승인된 BWMS 장비는 개발사마다 자신들의 자료 저장 양식에 자료를 기록하고 있어서 운전자료를 현장에서 PSCO가 확인하기에는 정확성과 시간의 제한을 받을 수 있어 운전자료의 표준화 기록양식으로 전환이 필요하다. 또한 수집된 다양한 BWMS 운전자료를 분석하고 활용하기 위해서는 적절한 데이터베이스 구축 방안도 마련되어야 할 것이다.

본 연구는 항만통제국이 효율적으로 신속하고 공정하게 평형수를 감시할 수 있도록 도움을 주기 위해 BWMS 실시간 모니터링시스템(RMS)을 구축하는 것이다. RMS는 다양한 선박평형수처리설비의 운전자료를 표준화된 운전자료로 변환시켜 데이터베이스화하는 기능과 데이터베이스에 축적된 자료를 활용

한 BWMS 운전자료의 분석 결과를 웹 및 모바일 통해 PSCO가 현장에서 활용할 수 있도록 구성되어져 있다.

2. BWMS 실시간 모니터링 시스템(RMS) 소개

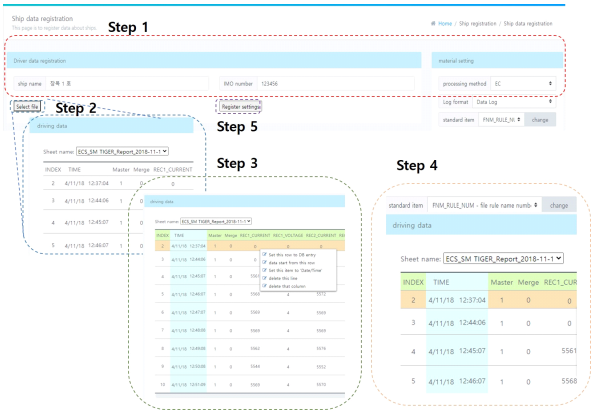
BWMS 실시간 모니터링 시스템(RMS)은 BWMS 제품별로 다양한 선박평형수처리장치의 운전데이터를 하나의 표준화된 운전데이터 형식으로 변환하고, 변환된 자료는 관계형데이터베이스(RDBMS)로 자동 전송되어 BWMS 데이터베이스를 구축하고, 구축된 자료는 네트워크 환경에서 조회할 수 있다. RMS는 자동으로 기록되는 BWMS 운전자료 중 선택된 단위 운전자료에 대해 최대치, 최소치, 평균, 중앙치, 표준편차 등의 통계치를 보여준다.

RMS는 BWMS의 주요 기술인 활성물질(TRO), 자외선(UV), 오존(O_3)을 이용하는 BWMS의 운전자료 중에서 활성물질의 농도, UV 조사량, O_3의 주입양에 대해서는 BWMS 운전매뉴얼에 따른 운전 범위를 벗어나는 이상치를 계산해서 BWMS 운전이 제대로 수행되었는지를 예측할 수 있도록 설계되어져 있다.

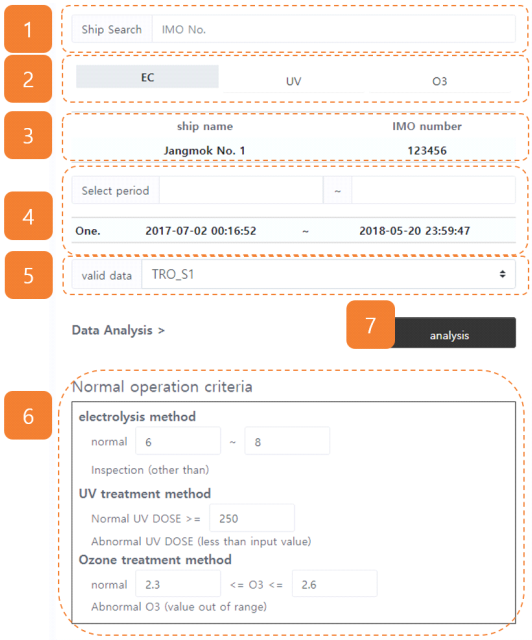
RMS을 통한 BWMS 운전자료의 표준화는 5단계로 구성된다(그림 1). 선박 정보 등록 단계, 운전자료 등록 단계, 등록한 운전자료 중 선택하여 표준화 설정 단계, 표준화 시킨 자료를 데이터베이스 항목을 표준화된 도메인으로 변경하는 단계, 그리고 마지막으로 설정등록을 하면 운전자료의 표준화가 이루어진다. 이러한 과정은 등록된 선박에 대해서 한 번만 수행하면 되고, 그 이후 등록된 선박의 자료는 자동으로 표준화가 이루어진다.

RMS에 특정 선박의 BWMS 운전자료가 표준화가 수행되면, 그다음은 운전자료를 분석하는 과정이며 이는 총 7단계로 구성된다(그림 2). 이 과정을 마치면 자료의 분석이 완료된다.

1단계: 검사 선박의 IMO 번호 입력
2단계: BWMS 장치 기술 선택
3단계: 계정 등록된 선박인지 확인
4단계: BWMS 운전 기간 선택
5단계: 검색하고자 하는 주요 인자 선택
6단계: BWMS 정상운전 범위 입력
7단계: 분석버튼 클릭



[그림 1] RMS에 BWMS의 운전자료 표준화 과정

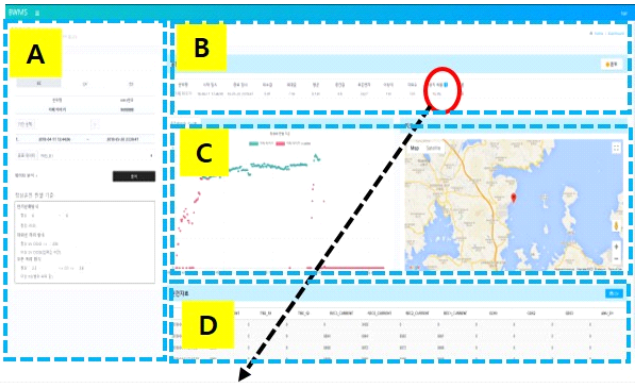


[그림 2] 선박의 BWMS 운전자료 분석절차

3. BWMS 실시간 모니터링 시스템(RMS) 활용

운전자료를 분석하면 운전자료의 분석 결과는 그림 3과 같이 4개의 섹터로 구성된다(그림 3). A 섹터는 검사하고자 하는 대상 선박의 단위운전 기간을 조회 및 선택할 수 있으며, 정상운전 범위를 설정할 수 있는 곳이다. B 섹터는 운전자료의 최고치, 최소치, 이상치 등을 보여주는 표를 나타내는 곳이며, C 섹터는 운전자료 및 운전한 위치를 가시화시켜준다. D 섹터는 표준화된 다른 운전자료를 보여주며 이 자료들도 운전자료의 최소, 최대, 평균과 편차값을 표로 나타내고 운전자료도 가시화된다. B 섹트에 표시되는 이상치를 클릭하면 운전 상태가 정상인지 비정상인지를 구별하는 값의 기준이 표시된다(그림 3).

PSCO가 이 수치를 활용하면 BWMS 운전이 올바르게 되었는지를 판단할 수 있다.



◈ 운전상태 식별 기준 안

운전상태 식별 기준(안)

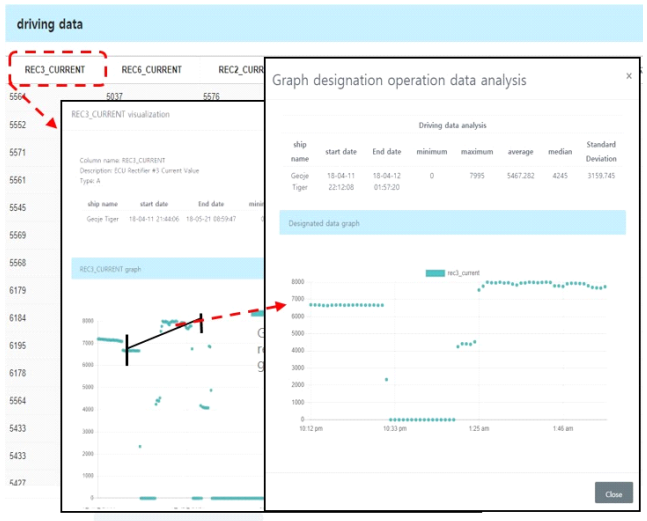
운전 구분	상태 구분	EC	UV	O3
Ballast	정상	10% 미만	5% 미만	5% 미만
	검토	10 ~ 20% 미만	5 ~ 10% 미만	5 ~ 10% 미만
	이상	20% 초과	10% 초과	10% 초과
De-Ballast	정상	0.1이하	-	0.1이하
	이상	0.1 이상	-	0.1 이상

[그림 3] 운전자료 분석 후 RMS 메인화면의 구성

C 섹트는 운전데이터의 그래프를 가사화시킨 것으로 그래프의 x축은 운전시간을 나타내고 Y축은 해당자료(TRO, UV, O3)의 주요 값을 나타낸다(그림 4). 마우스로 원하는 기간을 축소 또는 확대할 수 있어 원하는 시기의 자료를 자유롭게 볼 수 있다. 또한 조회하고자하는 시간의 시작점 및 종료점을 클릭하면 이 구간에 대한 운전자료를 분석하고 이상치가 표시되기 때문에 특정시기의 BWMS 운전이 안정하게 이루어졌는지 판단할 수 있다.

D 섹트는 표준화된 데이터를 표 형태로 구성하고 있다(그림 5). 표 상단 BWMS 운전 요소를 클릭하면 운전 요소에 대한 설명 및 측정치를 그래프로 가시화되어 운전 자료를 쉽게 분석하고 활용할 수 있도록 해준다. 또한 조회하고자하는 시간의 시작점 및 종료점을 클릭하면 이 구간에 대한 운전자료를 분석해 준다.

[그림 4] C 섹트의 특정 기간 동안에 주요 운전자료(활성물질, UV 조사량, O3 주입양) 분석 및 가시화



[그림 5] D 섹트의 특정 기간 동안에 표준화된 운전자료 분석 및 가시화

결과적으로 BWMS 실시간 모니터링 시스템(RMS)은 구축된 데이터베이스를 활용하여 BWMS 운전 상태, 검사 필요성 등을 확인할 수 있는 분석 기법과 운전자료의 현황, 통계정보를 웹 화면을 통해 제공하여, 주관청, PSCO 및 이해당사자 모두가 선박의 BWMS 운전 상태를 원격으로 확인할 수 있으며, 특히 PSCO가 BWMS 협약 이행 및 준수와 관련된 업무를 신속하게 처리하는데 활용할 수 있다.

References

[1] IMO, 2004. International convention for the contol and management of ship's ballast water and sediment, 2004.

[2] MEPC, 2014. Guideline for port State control under BWMS Convention, Resolution MEPC.252(67).