

# 부하변동에 따른 100kW 유기랭킨사이클의 동특성 분석

윤정인\*, 배종우\*, 박상찬\*, 윤지훈\*, 설성훈\*, 손창효\*, 이호생\*\*, 임승택\*\*

\*부경대학교 냉동공조공학과

\*\*선박해양플랜트연구소

e-mail: yoonji@pknu.ac.kr

## Dynamic Characteristics Analysis of 100 kW Organic Rankine Cycle with Respect to Load Variation

Jung-In Yoon\*, Jong-Woo Bae\*, Sang-Chan Park\*, Ji-Hoon Yoon\*, Sung-Hoon Seol\*,  
Chang-Hyo Son\*, Ho-Saeng Lee\*\*, Seung-Teak Lim\*\*

\*Dept. of Refrigeration and Air Conditioning Engineering, Pukyong National University

\*\*Korea Research Institute of Ships & Ocean Engineering

### 요약

본 논문에서는 선박의 부분부하 운전 시 선박 폐열량의 감소에 따른 100kW 유기랭킨사이클의 동특성을 분석하기 위해 열원인 스팀의 온도를 170°C에서 160°C로 서서히 변화시키면서 사이클의 변화를 분석하였다. 그 결과 열원의 온도가 감소할수록 발전량이 감소하였고 특히 열원의 온도가 164.95°C 이하로 감소한 경우 증발기 출구 작동유체의 상태가 액 상태로 변화하였다. 그 결과 터빈 내부로 액 상태의 작동유체가 유입되었다.

### 1. 서론

대한민국 수출입 물량의 99.7%가 해상으로 운송되기 때문에 해운산업에서 발생하는 연간 온실가스 배출량은 상당한 것으로 판단된다. 국제해사기구(IMO)에 따르면 2018년 해운 부분의 온실가스 배출량은 전 세계 온실가스 배출량의 3%인 10억 5600만 톤을 배출한다. 이에 따라 2020년 대한민국은 2050년까지 국제해사기구(IMO)가 수립한 온실가스 50% 감축 달성을 목표로 설정하였다.

본 논문에서는 이에 대한 기초연구의 일환으로 선박에서의 온실가스 감축을 위해 선박 폐열 유기랭킨사이클에 대한 부분부하 운전 시의 동특성을 연구하였다.

### 2. 시뮬레이션 방법

선박엔진의 부하변동에 따른 100kW 유기랭킨사이클의 동특성을 분석하기 위해서 Aspen 사의 Hysys를 이용하여 시뮬레이션을 수행하였다. 작동유체는 GWP와 ODP가 모두 낮은 친환경 작동유체인 R-1233zd(E)를 사용하였다. 열원으로는 Economizer를 지난 스팀을 사용하였고 열원의 온도와 압력, 유량은 각각 170°C, 700kPa, 0.5kg/s를 사용하였다. 열침의 경우 해수를 사용하였고 열침의 온도와 압력, 유량은 각각 30°C, 250kPa, 45.09kg/s를 사용하였다. 사이클의 과열도와 과냉각도는 터빈과 펌프의 고장을 고려하여 각각 20°C, 5°C로 가정하여 설계하였다. 또한 엔진의 부분부하 시 운전을 고려

하여 열원의 온도를 170°C에서 160°C로 서서히 변화시키면서 시뮬레이션을 진행하였다.

### 3. 결과 및 결론

본 논문에서는 부분부하 운전에 대한 선박 폐열 유기랭킨사이클의 동특성을 분석하였으며 그 결과는 다음과 같다.

열원의 온도가 감소할수록 발전량이 감소하였고 특히 열원의 온도가 164.95°C 이하로 감소한 경우 입구 열원의 상태가 액 상태로 변화하였다. 이는 증발기 내부의 열교환량을 감소시켜 증발기 출구 작동유체의 상태를 액 상태로 변화시켰다. 그 결과 터빈 내부로 액 상태의 작동유체가 유입되었다. 따라서 엔진의 부분부하 운전에 따른 터빈 내부로의 액 유입을 방지하기 위해 별도의 부분부하 운전 시의 제어시스템에 대한 추가적인 연구가 필요하다고 판단된다.

### 후기

이 논문은 2023년도 해양수산부 재원으로 해양수산과학기술진흥원의 지원을 받아 수행된 연구임(20220634, 친환경선박전주기 혁신기술개발사업).

### 참고문헌

[1] 염정훈, "탈탄소 해운산업을 위해 대한민국이 나아갈 길", SFOC, PE Shipping Report, pp.06-07, 12월, 2022년.