◎ 총 설

DOI: https://doi.org/10.5293/kfma.2023.26.2.081
ISSN (Print): 2287-9706

2022년 선박 · 해양에너지 분야 연구 동향

김범석*

1. 서 론

본 학회 선박・해양에너지 분과에는 2022년에 1편의 저널 논문이 출판되었고, 총 4편의 학술대회 발표논문이 동계 학술대회 구두발표 세션을 통해 발표되었다. 본 논문에서는 2022년에 발표된 선박・해양에너지 분야 학술논문이 다루는 주요 연구내용 분석을 통해, 개괄적 수준에서의 해당 분야 연구주제 및 기술개발 동향을 파악하고자 한다.

2. 친환경 선박 분야

2022년에는 장경식 등[1]이 선박・해양에너지 분야에 1편의 저널 논문을 출판했는데, 2021년과 마찬가지로 저널 논문의 비중이 학술대회 발표논문 대비 저조했다. 장경식 등이 수행한 연구는 LNG 선박에 사용되는 펌프의 누설유량 최소화를 위한 레버런스 실 형상 최적화에 관한 주제를 다루며, parametric study와 완전요인설계 기반의 최적 레버런스 실 형상과 누설 유량 근사 식을 제안했다.

이 연구는 ANSYS CFX 19.4를 이용한 3차원 비압축성 CFD 해석을 통해 레버런스 실 간극크기, 캐비티 높이, 캐비티 너비 및 개수의 영향을 평가했고, 완전요인설계 분석을 통해 최적 형상을 제시하고 있다. 주요 결과로써, 레버런스 실은 연속된 캐비티를 지나면서 점성 및 난류효과와 반복적 교축 작용으로 인해 유출 유량이 줄어드는 효과가 있는데, 다수의 설계변수 중 간극의 크기가 누설 유량에 가장 큰 영향을 준다고 보고했다. 이외에도 캐비티 높이, 너비 및 개수 변화에 대한 영향을 평가했는데, 캐비티 너비가 커질수록, 개수는 많을수록 누설 유량이 줄어든다는 결과를 제시했다. 높이의 영향은 상대적으로 적은 것으로 보인다. 이상의 연구결과를 바탕으로 얻어진 레버런스 실 최적 패턴을 적용할 경우, 최대 23.85%의 누설 유량 감소 효과를 얻을 수 있음을 보였다. 이들은 또한 누설 유량 근사 식을 제시하고 있는데, 각 설계변수가 누설 유량에 미치는 영향이 선형적이고 상호 독립적이라는 가정하에 평균 1.20%의 오차를 보였음을 확인했다.

친환경 선박 분야의 학술대회 발표논문은 총 3편이며, 폐열 열전발전시스템 내부 열전달, BOG 재액화 시스템 및 선박용 프로펠러와 수중익의 상호작용에 관한 연구가 발표되었다.

정재호 등[2]은 초대형 선박의 폐열 회수를 위한 열전발전시스템을 대상으로 수치해석 기반의 연구를 수행하였으며, 실험결과와의 비교를 통해 열전발전시스템 설계 최적화를 위한 CFD 기법의 적용성 평가결과를 제시했다. 공기의 유입조건 변화에 따른 열전발전시스템의 내부 열교환 현상을 확인하기 위해 ANSYS CFX를 이용했으며, $k-\epsilon$ 난류 모델과 porous domain을 적용한 얇은 핀(fin) 모델링 기법을 적용했다. 주요 CFD 해석결과로, 쉴드(shield)와 냉각 재킷(cooling jacket)의 영향에 의한 유동 박리 현상으로 냉각 재킷 하단부 일부 영역의 속도가 0에 수렴하는 현상이 발생하며, 이는 열전발전성능저하로 이어진다고 보고했다. 이들은 수치해석결과의 신뢰성 검증을 위해 동일한 모델을 대상으로 한 시험을 수행했는데, 해석과 시험의 교차검증 결과, 냉각 재킷에서 최대 16.42%, 발전량에서 18.49%의 오차율이 나타났음을 보고했다. 교차검증 결과의 상대오차가 다소 크게 나타난 이유를 시험과정에서 적용한 단열재 효율이 100%가 될 수 없는 문제로 열 손실이 발생했기 때문으로 분석하고 있다.

김유택 등[3]은 LNG 연료추진 선박용 BOG 재액화 시스템에 관한 기초연구결과를 발표했는데, N2 역브레이튼 사이클을 적용하고 BOG 압축기를 사용하는 시스템을 대상으로, Aspen HYSYS V12.1을 이용한 열역학적 분석결과를 제시했다.

주요 연구결과로, N2 역브레이큰 사이클 기반의 BOG 재액화 시스템을 제안했고, 제안 시스템이 기존대비 에너지(SEC) 및 엑서지(η_{ez}) 분석에 있어 매우 우수한 성능을 보인다고 주장했다. 새로 제안된 시스템의 SEC는 0.6 kWh/kg_{LBOG}, η_{ez}는 42.7%이다.

송지수[4]는 끝단 절단 수중익 전방에 선박용 프로펠러가 위치할 때와 그렇지 않을 때의 후방 와류 흘림 주파수 차이를 CFD 해석을 통해 분석했다. NACA0009 대칭 수중익을 대상으로 STAR-CCM+를 이용한 CFD 해석을 수행했으며,

* 제주대학교 대학원 풍력공학부(Faculty of Wind Energy Engineering, Graduate School, JEJU National University)
E-mail : bkim@jejunu.ac.kr

프로펠러 형식은 KP458이다. 해석결과로써, 수중익이 단독으로 존재하는 경우에는 2차원적인 와류 흘림 현상이 뚜렷하게 보이는 반면, 프로펠러가 있는 경우에는 이러한 현상이 거의 관찰되지 않음을 보고 했다. 이러한 원인으로, 수중익 후방의 와류 흘림 주파수가 프로펠러 회전 주파수의 영향을 지배적으로 받기 때문이라는 분석결과를 제시했다. 프로펠러 후류의 외부 영역에서는 일부 2차원적 와류 흘림 현상이 관찰되었지만, 수중익의 받음각 영향으로 인해 단독상태와는 다른 형태의 와류 흘림 주파수가 생성됨을 보였다.

3. 해양에너지 분야

해양에너지 분야의 학술대회 발표논문은 총 1편이며, 조력발전용 터빈에 관한 연구가 발표되었다. 이상호 등[5]은 조력 에너지를 이용한 발전용 터빈의 토크특성 변화를 수치해석적 연구를 통해 분석했는데, 수위 차가 증가할수록 유속, 난류 운동에너지, 각운동량이 상승하여 토크 특성에 큰 변화가 있음을 보였다. 연구에 적용한 조력발전시스템의 입구는 노즐 형태를 가지며 수위 차는 1~4m이다. CFD 해석을 위해 ANSYS Fluent를 사용했으며, 정상 상태 난류 유동으로 가정한 유동 해석을 수행했다. 주요 해석결과로, 수위 차가 상승함에 따라 터빈의 토크가 약 4배 수준으로 선형적인 증가 추세를 보임을 제시했다.

4. 결 론

2022년에 발표된 선박・해양에너지 분야 논문을 분석한 결과, 대체로 선박 분야에 집중된 연구들이 진행되고 있으며, 해양에너지 분야 연구논문 비중은 상대적으로 작은 것으로 나타났다. 특히, 해양에너지 분야 연구논문들은 주제에 특성화된 타 전문학술단체를 통해 발표되고 있는 것으로 보인다. 2022년에 발표된 논문은 대부분 CFD를 이용한 연구들이었으며, 규모의 한계로 인해 실험적 연구는 거의 수행되지 못한 것으로 보인다. 최근 친환경 선박과 관련 기자재 산업 및 해양에너지 분야에 대한 정부 지원이 강화되고 있다. 2023년에는 보다 다양한 분야의 연구가 활발히 진행되어 우수한 선박・해양에너지 분야 연구성과들이 발표되기를 기대한다.

References

(1) Kwak, Y. J., Kim, S. H., Cho, Y. J., Chang K. S., and Baek, H. C., 2022, “Numerical Study of Labyrinth Seal Geometry for Minimum of Leakage Flow in LNG Pump,”The KSFM Journal of Fluid Machinery, Vol. 25, No. 4, pp. 30~38.

(2) Seo, M. J., Hong, S. B., Kim, J. G., and Jung, J. H., 2022, “Elucidation of Heat transfer Phenomena in a Thermoelectric Generator of Super-capacity Waste Heat From Ship,”Proceedings of the KSFM 2022 Winter Annual Meeting, pp. 1~5.

(3) Kim, J. S., Kim, D. Y., and Kim, Y. T., 2022, “A Fundamental Study on Boil-off Gas Re-liquefaction Systems for LNG-fueled Ship,”Proceedings of the KSFM 2022 Winter Annual Meeting, pp. 1~2.

(4) Song, J. S., “The Study for the Unsteadiness of flow Behind Truncated Hydrofoil with Propeller Operation,”Proceedings of the KSFM 2022 Winter Annual Meeting, pp. 1~2.

(5) Park, D. I., Kong, B. J., Byounu, S. H., Lee, Y. H., Kim, S. H., and Lee, S. H., “Analysis of Turbine Torque Characteristics for Power Generation by Tidal Energy,”Proceedings of the KSFM 2022 Winter Annual Meeting, pp. 1~2.