

2024년 유체기계 연구동향

안준*†

2024 Trends in Fluid Machinery Research

Joon Ahn*†

Key Words : Fluid Machinery(유체기계), Research Trends(연구동향), Turbomachinery(터보기계)

ABSTRACT

Volume 28, Issue 2 of the Journal of the Korean Society for Fluid Machinery presents research trends across various fluid machinery fields based on studies published in the 2024 journal (Volume 27) and the summer and winter academic conferences. In 2024, 47 papers were published in the journal, a slight decrease from 52 in 2023, but a stable continuation of the recovery from the 32 papers in 2022. Meanwhile, 538 papers were presented at the 2024 academic conferences, showing a slight increase from 520 in 2023. Despite challenges such as reduced government R&D budgets, the conferences were successfully held, partly due to growing interest in the defense industry. The published papers were categorized into nine research areas, including blowers and ventilation systems, compressors, gas/steam turbines, pumps and hydraulic machinery, and CFD. Editors analyzed trends in research topics, summarized key findings, and highlighted emerging directions compared to 2023. These insights provide a valuable resource for understanding the latest research trends in fluid machinery and are expected to benefit industry, academia, and related institutions.

1. 서론

한국유체기계학회 논문집 제28권 2호에서는 본 특집을 통해 2024년 한국유체기계학회 논문집 제27권^(1~6) 및 2024년도 하계, 동계 학술대회 초록집^(7,8)을 통해 발표된 유체기계 각 분야의 연구동향을 소개한다. 2024년 한국유체기계학회 논문집에는 47편의 논문이 게재되었고 이는 2023년의 52편에 비해 소폭 감소한 숫자이다.⁽⁹⁾ 그러나 2022년에 32편까지 감소했던 것을 고려하면⁽¹⁰⁾ 2023년 회복한 논문 편수를 유지하고 있는 것으로 분석된다. 2023년부터 학술대회 논문 중 우수 논문을 수상하고 논문집에 투고하도록 하는 등의 논문 투고를 활성화하기 위한 노력을 경주하면서 국내 학술지의 어려운 환경 속에서도 논문 편수를 유지하고 있으나 논문 투고를 활성화하기 위한 추가적인 대책이 필요할 것으로 생각된다. 한편 2024년에는 하계, 동계 학술대회를 통해서 538편의 논문이 발표되었다. 이는 520편의 논문이 발표된 2023년에 비해 소폭 증가한 편수이다. 정부의 R&D 예산 축

소 등의 어려움이 있었으나 방위 산업 등이 주목을 받으면서 유체기계 학술대회는 성황리에 진행된 것으로 생각된다.

2024년에 발표된 논문들은 송풍기 및 환기시스템, 압축기, 가스/스팀 터빈, 펌프 및 수차, 에너지 환경기계, 선박 및 해양에너지, 환경플랜트, CFD, 전자장비 열관리 분야의 9개 분야로 나누어 각 분야의 한국유체기계학회 논문집 편집위원들이 분석을 수행하였다. 특히 가스/스팀터빈 분야는 새로운 편집인이 취임하여 새로운 시각의 분석을 제공할 것으로 기대된다.

각각의 분석에서 편집위원들은 2023년과 비교하여 해당 분야 내에서 연구 주제에 따른 논문 증감량을 분석하였고 발표된 논문의 주요 내용을 요약하였고 새로운 연구 경향을 제시하였다. 분석한 결과는 유체기계 각 분야의 최신 연구동향을 한 눈에 파악할 수 있는 좋은 자료이고 이를 통해 유체기계 관련 산학연을 비롯한 유관기관의 구성원들에게 도움이 되기를 기대한다.

* 국민대학교 기계공학부(School of Mechanical Engineering, Kookmin University)

† 교신저자, E-mail : jahn@kookmin.ac.kr

2. 유체기계 각 분야별 연구동향

2.1 송풍기 및 환기 시스템 분야

2024년 송풍기 및 환기 시스템 분야의 연구는 가변의 송풍기 기술 개발과 에너지 효율 향상에 집중되었다. 작년 한국유체기계학회 논문집에는 가변의 송풍기의 구동 특성 분석 및 최적 설계에 대한 연구등 주로 산업용 송풍기의 성능 개선과 구조 안전성 확보를 추구하는 연구들이 소개되었다. 한편, 학술대회 발표 논문 수는 총 20편으로, 하계 학술대회 발표 논문 수는 감소한 반면 동계 학술대회 발표 논문 수는 증가하는 경향을 보였다.

학술대회 발표 논문을 분석하면, 2024년 연구의 핵심 주제는 송풍기의 성능 최적화 및 설계 개선, 에너지 효율 및 인 증제도 연구, 냉각 팬 및 전동기 성능 향상, 수치해석 및 인공지능(AI) 기반 성능 예측으로 요약될 수 있다. 특히, 가변 속 및 가변의 기술을 적용한 송풍기의 설계·해석 연구가 활발하게 진행되었으며, AI 기반 성능 예측 기법이 적용되는 등 최신 기술이 활용되었다. 또한, 송풍기의 국내외 에너지 효율 인증제도를 분석하고, 실험 및 CFD 해석을 통해 성능 평가 방법을 연구하는 등 산업 적용성을 고려한 연구가 두드러졌다.

2.2 압축기 분야

압축기 분야는 압축기의 구동형식에 따라 원심압축기, 축류압축기, 용적형 압축기 및 기타로 구분하여 분석을 수행하였다. 2024년에는 논문집에 4편, 학술대회를 통해 27편의 논문이 발표되었다. 2023년에는 학술대회를 통해 12편의 논문이 발표되었던 것에 비하면 크게 증가하였다. 원심 및 축류 압축기 관련해서는 공력 및 구조적 성능 개선에 관한 연구로, 임펠러 후단 유동 박리 저감, 친환경 냉매 적용에 따른 원심 압축기의 공력 특성 분석, 블레이드 형상 최적화 및 구조 안전성 검토 등이 발표되었다. 또한, 고효율 베인 디퓨저 설계 및 표면 조도가 적층 제조 블레이드의 성능에 미치는 영향 등 압축기 성능 최적화를 위한 다양한 연구들이 진행되었다.

2024년에는 고온 열펌프 및 수소 액화 플랜트용 압축기 개발이 주목을 받았는데 고온 열펌프 시스템 설계 및 냉매 선정, 액화 수소 플랜트용 압축기 공력 및 구조 안전성 연구 등이 주요 주제로 다루졌다. 또한, 터보 압축기 베어링 기술 연구, 압축기 및 블로워의 최적 운전 알고리즘 개발 등 신기술 적용을 통한 시스템 최적화 연구도 이루어졌다.

2.3 펌프 및 수차 분야

펌프 및 수차 분야는 2022년, 2023년에 이어 2024년에도

가스/스팀터빈 분야에 이어 2번째로 많은 81편의 논문이 발표되었다. 2024년에는 기존과 마찬가지로 기기유형이나 연구 분야에 따른 분석을 수행하면서 동시에 연구 방법별 분석도 수행하여 예전보다 입체적인 분석을 수행하였다. 2024년 펌프 분야에서 원심펌프의 경우 축 슬리브 설계 인자가 성능에 미치는 영향, 입구 직경 변화에 따른 흡입 성능 변화, 평균 유선 해석의 계수 보정을 통한 예측 정확도 개선, 유동 불안정성과 성능 곡선 간의 상관관계 분석, 디지털 트윈 ROM 개발 등의 연구가 수행되었다. 축류펌프는 ‘가변형 중대형 펌프 기술 개발’ 과제의 일환으로 활발히 연구되었으며, 입구 유동 각이 성능과 유동 불안정성에 미치는 영향, 설계 및 부분 부하 운전 시 비정상 유동 구조 분석, 가변형 입구 안내깃 제작 및 평가, 디퓨저 베인 설계 최적화, 팁 간극이 성능과 흡입 특성에 미치는 영향 등이 논의되었다. 또한, 사류펌프에서는 세미오픈 케이싱 익단 간극의 성능 영향, 가이드 베인 보호 장치 적용 등의 연구가 발표되었으며, 액체 로켓 엔진용 전기펌프, 고품질 이송 펌프, LPG 사이드 채널 펌프, 듀얼 시린지 펌프, 마이크로펌프 등 특수한 형태의 펌프 연구도 진행되었다.

수차 연구에서는 프란시스 수차 관련 논문이 한국수력원자력의 기술개발 특별 세션을 통해 다수 발표되었으며, 러너 블레이드의 수력·구조 설계, 스테이 베인 구조 안정성 평가, 킬팅 패드 저널 베어링 시험 장치 개발, 성능 시험 설비 개발, 통합 제어 시스템 국산화 등의 연구가 포함되었다. 벌브 수차의 경우 낙차에 따른 캐비테이션 발생 특성과 입구 안내 베인 각도의 성능 영향이 발표되었으며, 횡류 수차는 원호 기반 독립형 노즐 설계법이 논의되었다. 또한, 수차 가이드 베인 서보모터 국산화, 로터-베어링 동역학 설계 및 문제 개선, 킬팅 패드 베어링 윤활 성능 분석, 소수력 운영에 따른 발전량 및 판매 수익 연구가 진행되었다.

2.4 가스/스팀터빈 분야

가스/스팀터빈 분야는 2024년에도 가장 많은 논문이 발표된 분야가 되었다. 논문집과 하계, 동계 학술대회를 통해 모두 124편의 논문이 가스/스팀터빈 분야에서 발표된 것으로 분석되었다. 예년에는 유동, 열전달, 시험평가/성능해석, 기술현황으로 나누어 분석하였으나 올해는 가스터빈 관련한 연소기술 분야를 추가하여 분석을 수행하였다. 2024년에는 열전달 및 냉각 분야에서 가장 많은 논문이 발표되며 지속적인 연구가 이루어졌으며, 유동장 관련 논문도 2023년에 비해 크게 증가하였다. 또한, 친환경 연료를 활용한 가스터빈 연소 및 연소기 개발 연구가 활발해지면서 학술대회 기간 동안 관련 논문 13편이 발표되면서 가스/스팀터빈 분야의 논문 수 증가를 이끌었으며, 향후 연소관련 연구와 발표가 더욱 증가할 것으로 기대된다.

유동장 분야에서는 터빈 팁 및 이차유로 누설 유동, 압축기/팬 서지 마진 및 성능 등이 주목을 받았다. 이번에 새로 분석을 수행한 연소 분야에서는 무탄소 혼소(수소/암모니아) 연소기, 연소기 성능해석 및 시험, 연료 예열 및 연소 안정성 등이 발표되었다. 열전달 분야는 터빈 블레이드의 냉각연구 외에 적층제조를 활용한 냉각유로 특성 분석, 복합열전달 해석, 터빈 연소기 냉각유로 등이 다루어졌다. 시험평가 및 성능해석 부문에서는 이상 진단 기술, 혼소(수소/암모니아 등)를 적용한 가스터빈의 성능 분석 등이 발표되었다. 기술 현황으로는 국산 가스터빈 개발 프로그램, 탄소중립 전략, 해외 우수 연구실 소개 등이 발표되었다.

2.5 에너지 및 환경기계 분야

에너지 및 환경기계 분야에는 2024년 하계 학술대회를 통해 18편, 동계학술대회를 통해 23편의 논문이 발표되고 논문집에도 2편의 논문이 게재되었다. 논문집에 게재된 논문 없이 하계 및 동계 학술대회를 통해 29편의 논문이 발표되었던 2023년에 비해 논문편수가 크게 증가하였다.

하계 학술대회에서는 일반세션에서 6편, 특별세션에서 물 에너지 기술 관련 10편, 포스터세션에서 2편의 논문이 발표되었다. 하계, 동계 학술대회에서 다양한 특별세션이 구성되어 논문 발표수의 증가를 견인하였다. 동계 학술대회에서는 일반세션에서 3편, 특별세션에서 Water Energy 부문 5편, Water Tech 부문 5편, Water Infra 부문 5편이 발표되었다. 분야별로는 에너지 관련 연구가 20편, 환경기계 관련 연구가 23편 진행되었다. 에너지 분야에서는 수열에너지, 수력 에너지, 수소에너지 및 에너지 절감 기술에 대한 연구가 활발히 이루어졌다. 환경기계 분야에서는 정수장 AI 적용, 소독 설비, 펌프, 전동기 등을 주제로 실험적 및 수치적 연구가 수행되었다.

2.6 선박 및 해양에너지 분야

선박 및 해양에너지 분야는 2024년 학술대회에서 12편의 논문이 발표되었고 논문집에 1편의 논문이 게재되었다. 2023년 17편의 논문이 학술대회에서 발표되었던 것을 고려하면 학술대회의 발표 편수는 소폭 감소하였다. 2024년 선박 해양에너지 분야는 친환경 선박, 해상풍력발전, 조류발전, 파력발전 및 해양 원자력 발전시스템을 주제로 한 연구들이 발표되었다. 최근의 기후 환경 대응 기술개발 수요 증가로 인해, 친환경 및 온실가스 감축 기술을 핵심 키워드로 하는 연구들이 주를 이루는 추세이다.

친환경 선박 분야에서는 연료전지 추진 선박에 관한 연구가 진행 중이고, 원자력 추진 선박용 증기 발생기 등에 관한 일부 연구가 시작되고 있다는 점은 이 분야의 새로운 연구 동

향으로 보인다. 해양에너지 분야에서는 해양공간을 이용한 다양한 발전원에 관한 연구들이 진행되고 있었는데, 해상풍력과 조류발전 분야가 상대적으로 높은 비중을 차지하고 있었다. 2025년에도 이러한 방향성은 지속될 것으로 보이며, 더 많은 다양성을 갖춘 우수 연구 결과들이 발표되기를 기대한다.

2.7 환경 플랜트 분야

환경 플랜트 분야에서는 2024년 학술대회를 통해 총 4편의 논문이 발표되었다. 이는 2023년과 비교하면 논문집 게재 1편, 학술대회 발표 7편에서 다소 감소한 수치이다. 2024년에 발표된 주요 연구 키워드는 이차전지, 유동충진조기, 폭염, 한파, 히트파이프, 도로환경, 나노에멀전, 연비 개선, 디젤유, 약액세정식 탈취기 등으로, 친환경 기술과 관련된 다양한 분야에서 활발한 연구가 진행되고 있음을 보여준다. 특히, 친환경 디젤 연료유 기술이 에너지 효율 향상과 대기환경 개선을 주제로 다시 주목받고 있다는 점이 눈에 띄는 변화이다.

2.8 CFD 분야

CFD 분야는 2024년 한국유체공학회 논문집에 실린 4편의 논문을 분석하였다. 2022년에 10편, 2023년 6편이었던 것에 비하면 논문수가 다소 감소하였다. 2024년 분석에서는 지난 3년간의 CFD 분야에서 발표된 논문을 망라하여 2024년의 경향을 분석하였다.

2022년에는 가스터빈, 송풍기, 발전기, 배터리 냉각, 드론 프로펠러 등 다양한 산업 분야에서 CFD를 활용한 성능 분석 및 개선 연구가 주를 이루었으며, 가스터빈 벨로우즈 형상 최적화, 송풍기 및 냉각 팬 성능 향상, 초발수표면(SHS)을 이용한 난류 저항 저감 등의 연구가 진행되었다. 2023년에는 친환경 에너지 및 효율 향상 관련 연구가 증가하여, SCR 시스템의 유동 균일화, 수소연료전지 및 해수이차전지 성능 개선, 여과 시스템 최적화 등의 연구가 활발히 이루어졌다. 2024년에는 CFD와 머신러닝을 결합한 최적화 및 설계 자동화 연구가 증가하였으며, TEG(열전 발전기) 핀 형상 최적화, 전기화학 수소 압축기 설계 안정성 연구, SHS의 난류 저항 저감 효과 분석, 리튬이온 배터리팩 냉각 성능 최적화 등이 주요 연구로 진행되었다. 이러한 흐름은 CFD가 단순한 유동 해석을 넘어 AI 및 머신러닝과 결합하여 설계 자동화와 성능 최적화를 가능하게 하는 방향으로 발전하고 있음을 보여준다.

2.9 전자장비냉각 및 열관리 분야

2023년에 신설된 전자장비냉각 및 열관리 분야는 학술대

회를 통해 71편의 논문이 발표되었다. 2023년에 논문집에 2편 학술대회에 60편의 논문이 발표되었던 것과 비교하면 학술대회 발표논문 개수가 증가하였다. 2024년에는 일반적인 전자장비의 열관리와 함께 히트파이프 열교환기 성능 향상, 산업공정에서의 히트펌프 기반 열관리 기술, 방산 전자장비 열관리, 방위산업 방열 설계 등이 주목을 받았다.

특히, 기존의 열유체 공학 연구가 지속되는 가운데, 전자장비 및 데이터센터 냉각 기술이 빠르게 발전하고 있으며, 이에 따라 고효율 열관리 및 에너지 절감이 중요한 연구 분야로 부각되었다. 또한 최근 방위산업 분야에서 고발열을 발생시키는 전자장비 및 무기 시스템의 효율적인 열관리가 중요한 이슈로 떠오르고 있으며 2024년에는 방위산업에 사용되는 고발열 소자의 온도 균일화 및 방열 성능 향상을 위한 다양한 연구가 발표되었다.

3. 결 론

2024년 한국유체기계학회 논문집과 한국유체기계학회 하계 및 학술대회에서 발표된 논문을 중심으로 송풍기 및 환기 시스템, 압축기, 펌프 및 수차, 가스/스팀 터빈, 에너지 및 환경기계, 선박 및 해양에너지, 환경플랜트, CFD, 전자장비 및 열관리 총 9개 분야에 걸쳐 연구동향을 분석하였다. 2024년 송풍기 및 환기 시스템 분야에서는 가변익 송풍기 기술, AI 기반 성능 예측, 에너지 효율 향상 등이 연구되었으며, 압축기 분야는 원심·축류 압축기의 성능 개선, 고온 열펌프·수소 액화 플랜트용 압축기 개발, 시스템 최적화에 집중되었다. 펌프 및 수차 분야에서는 원심·축류·사류펌프의 성능 최적화, 특수 펌프 개발, 수차 설계 및 국산화 연구가 이루어졌다. 가스/스팀터빈 분야는 열전달·냉각, 유동 해석, 친환경 연료 연소, 성능 평가 및 국산화 개발 연구가 활발히 이루어졌으며, 에너지 및 환경기계 분야에서는 수열·수력·수소에너지, 에너지 절감 기술, 정수장 AI 적용 및 소독 설비 연구가 증가했다. 환경 플랜트 분야는 이차전지, 유동충진조

기, 히트파이프, 친환경 디젤 연료 등 친환경 기술과 에너지 효율 향상 연구가 중심이었고, 전자장비 및 열관리 분야에서는 전자장비·데이터센터 냉각, 히트파이프·히트펌프 기반 열관리, 방산 전자장비 방열 설계를 중심으로 고효율 열관리 및 에너지 절감 기술이 주목받았다. 본 호에서 기획한 유체기계 각 분야별 연구 동향이 유체기계 관련 연구자 및 관련 분야 종사자들에게 좋은 정보가 되기를 기대하고 2025년도 논문집 및 학술대회를 통해 좋은 논문이 많이 발표되기를 기대한다.

References

- (1) Korean Society for Fluid Machinery, 2024, The KSFM Journal of Fluid Machinery, Vol. 27, No. 1.
- (2) Korean Society for Fluid Machinery, 2024, The KSFM Journal of Fluid Machinery, Vol. 27, No. 2.
- (3) Korean Society for Fluid Machinery, 2024, The KSFM Journal of Fluid Machinery, Vol. 27, No. 3.
- (4) Korean Society for Fluid Machinery, 2024, The KSFM Journal of Fluid Machinery, Vol. 27, No. 4.
- (5) Korean Society for Fluid Machinery, 2024, The KSFM Journal of Fluid Machinery, Vol. 27, No. 5.
- (6) Korean Society for Fluid Machinery, 2024, The KSFM Journal of Fluid Machinery, Vol. 27, No. 6.
- (7) Korean Society for Fluid Machinery, 2024, Proceedings of KSFM Summer Annual Meeting.
- (8) Korean Society for Fluid Machinery, 2024, Proceedings of KSFM Winter Annual Meeting.
- (9) Ahn, J., 2024, "2023 Trends in Fluid Machinery Research." The KSFM Journal of Fluid Machinery, Vol. 27, No. 2, pp. 68-70.
- (10) Ahn, J., 2023, "2022 Trends in Fluid Machinery Research." The KSFM Journal of Fluid Machinery, Vol. 26, No. 2, pp. 43-45.