

2023년 유체기계 연구동향

안 준*

1. 서 론

한국유체기계학회 논문집 제27권 2호에서는 본 특집을 통해 2023년 한국유체기계학회 논문집 제26권^(1~6) 및 2023년도 하계, 동계 학술대회 초록집^(7,8)을 통해 발표된 유체기계 각 분야의 연구동향을 소개한다. 2022년에는 6호의 논문집에 2021년보다 10편이 감소한 32편의 논문이 게재된 바 있다. 이에 학회에서는 학술대회 논문 중 우수 논문을 수상하고 논문집에 투고하도록 하는 등의 논문 투고를 활성화하기 위한 노력을 경주하였다. 결과적으로 2023년에는 게재된 논문의 편수가 2022년보다 20편이 증가하여 52편의 논문이 게재되었다. 한편 2023년에는 하계, 동계 학술대회를 통해서 520편의 논문이 발표되었다. 이는 COVID-19 이전 수준을 회복했던 2022년보다도 37편이 증가한 편수이다.

2023년에 발표된 논문들은 기존의 송풍기 및 환기시스템, 압축기, 펌프 및 수차, 가스/스팀 터빈, 환경기계, 회전체 동역학, 환경플랜트, 선박 및 해양에너지, CFD, 원자력기기의 10개 분야에 전자장비 열관리 분야가 추가된 11개의 분야로 나누어 각 분야의 한국유체기계학회 논문집 편집위원들이 분석을 수행하였다. 2023년에는 1개의 분야가 새롭게 추가되었고 펌프 및 수차와 회전체 및 동역학 분야는 편집위원이 새로 취임하면서 새로운 시각의 분석이 더해졌다.

각각의 분석에서 편집위원들은 2022년과 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 유체기계관련 산학연을 비롯한 유관기관의 구성원들에게 도움이 되기를 기대한다.

2. 유체기계 각 분야별 연구동향

2023년 송풍기 및 환기시스템 분야는 논문집에 4편, 학술대회에 20편의 논문이 발표되었다. 2022년에 논문집에 3편, 학술대회에 20편이 발표되었던 것에 비해 논문집 논문은 1편

증가하였고 학술대회 논문은 동일하였다. 송풍기 단품 및 환기 시스템에 대한 연구가 수행되었는데, 송풍기 단품과 관련해서는 재생형 블로워의 내부 유동특성을 분석하고 성능향상을 위한 개선방법을 제시한 연구가 있었고 산업용 축류팬의 성능 향상을 위해 환을 적용하고 그 효과를 분석한 연구가 발표되었다. 시스템 관련해서는 송풍기, 터보 팬, 팬, 쿨링팬 등의 성능을 분석하고 이들을 포함한 시스템의 성능을 최적화하는 방법을 다룬 연구들이 많이 발표되었다.

압축기 분야는 압축기의 구동형식에 따라 원심압축기, 축류압축기, 용적형 압축기 및 기타로 구분하여 분석을 수행하였다. 2023년에는 논문집에는 논문이 발표되지 않았고 학술대회를 통해 12편의 논문이 발표되었다. 2022년에는 학술대회를 통해 9편의 논문이 발표되었던 것에 비하면 소폭 증가하였다. 원심압축기 관련해서는 터보샤프트엔진용 원심압축기, 공기압축기, 압축기 등의 성능과 구조에 대한 연구가 발표되었다. 이 중에서는 원심 압축기 관련 연구로서 서지 마진 확보를 위한 블리드 방식, 증공 재순환 유로의 축 하중 분석, 블레이드 필렛 반지름의 영향 연구, LNG 운반선의 증발가스 처리를 위한 압축기 개발, 2차원 등각 원심형 임펠러의 미끄럼 계수 연구 등이 주목받았다. 축류 압축기 부분에서는 NASA Rotor-67 천음속 축류 압축기의 입구 압력 왜곡이 압축기 성능에 미치는 영향, 발전용 가스터빈 축류 압축기의 블레이드 필렛 형상에 대한 연구, 천음속 축류팬 정익의 스테킹 라인이 스톨 마진에 미치는 영향 등이 발표되었다.

펌프 및 수차 분야는 2022년에 이어 2023년에도 가스/스팀터빈 분야에 이어 2번째로 많은 67편의 논문이 발표되었다. 새로운 편집인이 취임하면서 기존의 펌프분야, 수차분야, 펌프터빈 분야에 건전성 예측, 관리 및 디지털 트윈 솔루션 분야를 추가하여 분석을 수행하였다. 2023년 펌프 분야에서는 형상 변형에 따른 성능 향상과 내부 유동장 해석 및 분석에 대한 연구가 주로 이루어졌다. 수차 분야에서는 노후화된 수차를 감지하는 시스템, 유연한 대체 방안, 그리고 프란시스 수차의 성능 분석과 내부 유동장 분석에 대한 연구가 수행되었다. 또한, 펌프터빈 분야에서는 양수발전소 펌프터빈의 운전 성능 향상과 관련 주변 설비의 최적설계, 그리고

* 국민대학교 기계공학부(School of Mechanical Engineering, Kookmin University)
E-mail : jahn@kookmin.ac.kr

임펠러 형상에 따른 성능 분석에 대한 연구가 이루어진 것으로 확인되었다. 새로운 분야인 건전성 예측, 관리 및 디지털 트윈 분야에서는 특별 세션이 구성되어 상태기반 예지정비, 장비 맞춤형 신뢰성 향상 지원 관련 연구가 발표되었다.

가스/스팀터빈 분야는 2022년에 이어 2023년에도 가장 많은 논문이 발표된 분야가 되었다. 논문집과 하계, 동계 학술대회를 통해 모두 107편의 논문이 가스/스팀터빈 분야에서 발표된 것으로 분석되었다. 예년과 마찬가지로 유동, 열전달, 시험평가/성능해석, 기술현황으로 나누어 분석하였다. 유동장 관련 논문은 2022년보다 감소하였으나 열전달 및 냉각, 시험평가 및 성능해석, 기술 및 현황소개 분야에서 2022년에 비해 많은 논문이 투고되어 전체 논문 수 증가를 견인하였다. 유동장 관련해서 2023년에는 가스터빈 쉘, 압축기 및 터빈 내부 유동장, 터빈 팁 유동장에 대한 연구들이 발표되었다. 열전달 및 냉각 분야는 적층제조를 활용한 단위요소(내부냉각 및 막냉각)에 대한 논문은 2023년에도 꾸준히 발표되고 있고 냉각계통이 포함된 가스터빈 시스템 해석 연구도 발표되었다. 기술 현황과 관련해서는 항공용/발전용 가스터빈 국산화 개발 프로그램 소개 및 개발 현황, 암모니아/수소 연소, 적층제조 등과 같은 주제에 대한 기술개발 동향이 소개되었다. 2023년에도 가스터빈 스팀터빈 관련 많은 특별 세션이 기획되었는데 일반세션과의 유기적인 운영이 과제로 제기되었다.

에너지 및 환경기계분야에는 2023년 학술대회를 통해 29편의 논문이 발표되었다. 논문집을 통해 4편, 학술대회를 통해 54편의 논문이 발표되었던 2022년에 비하면 발표된 논문 편수가 다소 감소하였다. 2023년부터는 에너지 분야와 환경기계 분야를 나누어 분석을 수행하였다. 에너지 분야에서는 수열에너지, 수력에너지, 수소에너지에 대한 연구와 발표가 활발하게 이루어졌다. 환경기계 분야에서는 하계 학술대회에서 수력현대화 및 조력발전소 특화기술, 수열에너지의 실증에 대한 논의가 이루어졌으며, 동계 학술대회에서는 환경기계, 물관련 기술, 수력 에너지 이용기술, 다부처 수열 주제 중심으로 연구가 발표되었다.

회전체 및 동역학 분야는 예년과 마찬가지로 2023년에 발표된 국내의 유관학회 논문을 포함하여 64편의 논문에 대하여 분석을 수행하였다. 회전체 및 동역학 분야는 새로운 편집위원이 취임하여 회전체 동역학, 저널 베어링, 구름 베어링, 자기 베어링, 우주 항공, 실로 나누어 분석을 수행하였고 2022년 자료와 비교했을 때 스크즈 필름 댐퍼 부분이 제외되고 우주 항공 부분이 추가된 것이 흥미롭다. 우주 항공 부분에서는 유체 베어링 및 터보펌프에 관한 연구가 발표되었다. 이들 연구는 하이브리드 스러스트 베어링의 특성, 유체 베어링의 제작 및 성능평가, 새로운 설계 파라미터에 대한 연구, 그리고 회전체동역학 해석 등을 포함하고 있다. 전체적으로 회전체 및 동역학 분야에서 회전체 구조물의 진동

만을 다루는 연구는 흔하지 않으며, 대부분의 연구들은 회전체 구조물 주변의 기계요소와 관련된 연구들이다. 이 중에서도 2023년에는 베어링(저널베어링, 구름베어링, 자기베어링) 및 실과 관련된 연구들이 주를 이루었다.

선박 및 해양에너지 분야는 2023년 17편의 논문이 학술대회에서 발표되었다. 2022년 4편의 논문이 학술대회를 통해 발표되었던 것을 고려하면 학술대회의 발표 편수가 크게 증가하였다. 2022년에는 선박 분야가 해양 에너지 분야를 압도했지만 2023년에는 반대로 해양 에너지 분야의 논문이 많이 발표되었다. 해양에너지 분야의 논문 중 조류발전이 가장 많으며, 그 뒤를 해상풍력발전과 파력발전이 이었다. 조류발전은 부존량 자원평가, 시스템 및 부품설계, 실증시험장 구축 등 다양한 연구가 진행 중이며, 특히 MW급 수평축 조류터빈이 중심 연구과제로 부상하고 있다. 파력발전은 특별한 기술개발 연구가 부족하며, 해상풍력발전은 공급망 및 지역발전 효과, O&M 기술동향, 부유식해상풍력 등에 관한 논문이 발표되었다. 이번 연구들은 주로 CFD를 활용한 방법론적 연구가 많았지만, 일부에서는 실험적 연구도 다루었다. 해양 에너지 분야의 기술 수요와 정부 지원이 증가하고 있으며, 2024년에는 다양한 분야에서 활발한 연구와 우수한 성과가 예상된다.

환경 플랜트 분야는 2023년 논문집에 1편, 학술대회에 7편의 논문이 발표되었다. 2022년 학술대회에서만 9편의 논문이 발표된 것과 유사한 수준을 유지했다. 수처리, 폐기물 처리, 그리고 신재생에너지 분야에서 다양한 연구가 이루어지고 있는데, 특히 2023년에는 도금폐수처리, 해수담수화, 소화조 인제거 기술, 생활폐기물 자동집하시설과 같은 탄소저감기술에 대한 다양한 주제를 중심으로 연구가 발표되었다.

원자력기기 분야는 2023년에는 66편의 논문이 발표되어 61편이 발표되었던 2022년의 발표수를 상회하면서 가스터빈/증기터빈, 펌프/수차 분야에 이어 3번째로 발표논문수가 많은 분야가 되었다. 2023년에는 2022년에 이어 열유체 실험 및 해석, 소형모듈형원자로 기술, 원자력 시스템 및 기기, 측정기술 및 기타 기술로 나누어 분석을 수행하였다. 2022년에 등장하였던 원자력을 활용한 수소 생산기술은 이어지지 못했지만 2022년에 등장했던 소형모듈형원자로 기술은 2023년에도 많은 주목을 받았다.

CFD 분야는 2023년 한국유체공학회 논문집에 실린 6편의 논문을 분석하였다. 2022년에 10편이었던 것에 비하면 논문수가 다소 감소하였다. 2022년에는 레디에이터, 자성 나노유체, 배터리 팩 등 열전달이 포함된 CFD 연구 결과가 많았는데 2023년에는 SCR 시스템, 여과 시스템, 이차전지, 드론 프로펠러, 그리고 기계학습을 활용한 익형 형상 최적화 등 다양한 시스템에 대한 전산 해석이 수행되었다. 컴퓨터 하드웨어 및 해석 기법의 발전으로 인해 전산 해석 연구들은

더욱 정밀한 결과를 도출하고, 복잡한 시스템의 해석이 가능해지고 있다. 이는 CFD 연구의 범위를 확장시키며 다양한 산업 분야에서 연구 개발의 방향성에 중요한 영향을 미칠 것으로 기대된다.

2023년에 신설된 전자장비 및 열관리 분야는 논문집에 2편 학술대회에 60편의 논문이 발표되었다. 기존의 열관리 분야에서 주로 수행되어왔던 전통적인 열유체 공학분야 연구뿐만 아니라 최근 급속히 발전하고 전자장비 및 데이터센터 냉각 관련 연구분야가 새롭게 주목을 받았다. 전자장비 및 열관리 분야에서 발표된 62편의 논문은 주제별로 전자장비 냉각 및 열관리, 비등을 이용한 히트파이프 열교환기, 산업계 탄소중립 고도화 유체기기 및 열에너지 이용기술, 방위산업, P2H(Power to Heat) 분야로 구분할 수 있었다. 러시아-우크라이나 전쟁의 장기화 등으로 방위산업이 주목을 받는 점과 재생에너지의 잉여전력을 냉난방에 활용하는 P2H 분야가 주목을 받는 것이 흥미롭다.

3. 결 론

2023년 한국유체기계학회 논문집과 한국유체기계학회 하계 및 학술대회에서 발표된 논문을 중심으로 송풍기 및 환기 시스템, 압축기, 펌프 및 수차, 가스/스팀 터빈, 에너지 및 환경기계, 회전체 및 동역학, 선박 및 해양에너지, 환경플랜트, CFD, 원자력기기의 10개 분야와 새로 신설된 전자장비 및 열관리가 더해진 총 11개 분야에 걸쳐 연구동향을 분석하였다. 2023년에는 2020년에 이어 2년간 이어졌던 COVID-19라는 특수 상황이 종료되어 하계 및 동계 학술대회가 성황리

에 개최되었다. 2021년부터 주목을 받은 탄소중립 관련 연구가 이어졌으며 2023년에는 우주 항공이나 방위 산업이 새롭게 주목을 받기 시작했다. 실험과 해석은 고도화 되었고 분야별, 기기별 융합 연구가 다수 발표되었다. 각 분야의 자세한 내용은 이어지는 11편의 총설에서 확인할 수 있다. 본 호에서 기획한 유체기계 각 분야별 연구 동향이 유체기계 관련 연구자 및 관련 분야 종사자들에게 좋은 정보가 되기를 기대하고 2024년에도 논문집 및 학술대회를 통해 좋은 논문이 많이 발표되기를 기대한다.

References

- (1) Korean Society for Fluid Machinery, 2023, The KSFM Journal of Fluid Machinery, Vol. 26, No. 1.
- (2) Korean Society for Fluid Machinery, 2023, The KSFM Journal of Fluid Machinery, Vol. 26, No. 2.
- (3) Korean Society for Fluid Machinery, 2023, The KSFM Journal of Fluid Machinery, Vol. 26, No. 3.
- (4) Korean Society for Fluid Machinery, 2023, The KSFM Journal of Fluid Machinery, Vol. 26, No. 4.
- (5) Korean Society for Fluid Machinery, 2023, The KSFM Journal of Fluid Machinery, Vol. 26, No. 5.
- (6) Korean Society for Fluid Machinery, 2023, The KSFM Journal of Fluid Machinery, Vol. 26, No. 6.
- (7) Korean Society for Fluid Machinery, 2023, Proceedings of the KSFM 2023 Summer Annual Meeting.
- (8) Korean Society for Fluid Machinery, 2023, Proceedings of the KSFM 2023 Winter Annual Meeting.