

# 2021년 유체기계 연구동향

안 준\*

## 1. 서 론

한국유체기계학회 논문집 제25권 2호에서는 본 특집을 통해 2021년 한국유체기계학회 논문집 제24권<sup>(1-6)</sup> 및 2021년도 하계, 동계 학술대회 초록집<sup>(7,8)</sup>을 통해 발표된 유체기계 각 분야의 연구동향을 소개한다. 2021년에는 6호의 논문집에 2019년보다 1편이 증가한 42편의 논문이 게재되었고 하계, 동계 학술대회를 통해 367 편의 논문이 발표되었다. 2020년보다는 16편 증가하였고 코로나 이전인 2019년 학술대회에서 비교해도 8편의 논문이 발표되어 COVID-19 이전 수준을 회복한 것으로 보인다. 2021년에 발표된 논문들을 송풍기 및 환기시스템, 압축기, 펌프 및 수차, 가스/스팀 터빈, 환경기계, 회전체 동역학, 환경플랜트, 선박 및 해양에너지, CFD, 원자력기기의 10개 분야로 나누어 각 분야의 한국유체기계학회 논문집 편집위원들이 분석을 수행하였다.

각각의 분석에서 편집위원들은 2020년과 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

2021년 송풍기 및 환기시스템 분야는 논문집에 2편, 학술대회에 26편의 논문이 발표되었다. 2020년에 논문집에 1편, 학술대회에 19편이 발표되었던 것에 비해 증가하면서 COVID-19 이전 수준을 회복하고 있는 것으로 분석하였다. 송풍기 분야는 예년과 동일하게 송풍기 단품의 내부 유동이나 송풍기의 주요 부품 (소음기, 케이싱, 입구 및 그릴)에서 발생하는 유동 및 송풍기에 미치는 영향을 연구하는 내용이 주를 이루었다. 환기분야에서는 2019년까지 가장 주목을 받았던 주제가 미세먼지였으나 2021년에는 COVID-19에 대한 대응으로 감염병 예방을 위한 환기 시스템에 대한 연구가 활

발히 발표되었다. 이와 관련하여 송풍기를 활용한 환기 시스템 관련 연구와 특수 목적 송풍기 개발 및 송풍기 운전 성능 향상을 위한 추가 장치에 대한 연구가 발표되었고 감염병은 뉴노멀로 자리를 잡게 되어 향후 연구 및 발표가 지속될 것으로 전망된다.

압축기 분야는 압축기의 구동형식에 따라 원심압축기, 축류압축기 및 기타로 구분하여 분석을 수행하였다. 2021년에는 논문집에 1편, 학술대회를 통해 15편의 논문이 압축기 분야에서 발표되었다. 2019년, 2020년에 논문집에 1편, 학술대회에 5편이 발표되었던 것에 비교하면 학술대회 발표논문이 2018년 이전 수준을 회복하면 활기를 되찾았다. 압축기 연구 내용의 특징을 살펴보면 2019년 및 2020년에는 초임계 이산화탄소 사이클용 압축기, 냉매 변경에 따른 상사모델 적용성 연구 등 기존의 발전용이나 산업용이 아닌 새로운 어플리케이션에 관한 연구의 비중이 커졌으나, 2021년에는 다시 공기 압축기에 대한 연구가 대부분을 차지하였다. 이는 탄소 중립을 위한 방안으로 초임계 이산화탄소 사이클에서 수소가스터빈으로 관심이 옮겨지면서 나타난 경향으로 파악된다.

펌프 및 수차 분야는 2020년에 이어 2021년에도 가스/스팀터빈 분야에 이어 2번째로 많은 70편의 논문이 발표되었다. 펌프분야, 수차분야, 펌프터빈 분야로 나누어 분석을 수행하였다. 펌프 분야에서는 펌프의 성능 및 최적설계에 대한 연구가 발표되었고, 산업계 적용을 위해 다양한 종류의 펌프에 관한 연구도 활발히 진행되었다. 수차 분야에서는 중대형 수력용 수차발전기의 효율과 성능향상을 위한 실험 및 수치 해석 연구가 발표되었고, 특히, 중규모 수력플랜트 특별세션을 통하여 발전기 제어 시스템 및 수력플랜트의 성능 개선에 대한 연구가 활발히 발표되었다. 펌프터빈 분야에서는 양수발전설비의 운영기술 및 양수발전소 펌프터빈의 유동 특성에 따른 운전성능 향상에 관한 연구가 중점적으로 진행되고 있음을 확인할 수 있었다.

가스/스팀터빈 분야는 2020년에 이어 2021년에도 가장 많은 논문이 발표된 분야가 되었다. 논문집과 하계, 동계 학술대회를 통해 모두 79편의 논문이 가스/스팀터빈 분야에서 발표된 것으로 분석되었다. 유동, 열전달, 시험평가/성능해

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

석, 기술현황으로 나누어 분석한 결과 지난 수년간 구축한 실험 설비를 통해 실제 가스터빈에 가까운 천음속 조건에서 실험한 결과들이 발표되었고 큰에디모사는 막냉각 뿐 아니라 레버린스 실이나 부품간 상호 작용을 탐구하는 쪽으로 응용범위가 확장되었다. 3차원 프린터를 이용한 적층 제조기술을 접목한 가스터빈 부품 관련 연구는 꾸준히 발표되었고 열전달 분야에서 충돌제트나 핀-핀 등도 주목을 받기 시작했다. 특별세션을 통해 기술동향 발표도 많았는데 에너지 전환 시대에 맞춘 수소 가스터빈이 많은 주목을 받았다.

환경기계분야에는 2021년 논문집을 통해 2편, 학술대회를 통해 38편의 논문이 발표되었다. 2020년에 비해 특별세션이 많이 구성되면서 학술대회 발표 논문이 크게 증가하였다. 2021년에는 중규모 수력플랜트 설계·평가 기술, 중규모 수력플랜트 건설기술, 수열에너지 연구 및 사업동향, 물에너지-물산업기자재 요소기술, 수열에너지 국책 R&D 기술개발, 미세먼지 저감 기술, 유량측정 기술, 공기 냉매 시스템의 성능 분석 등 다양한 분야에 대하여 실험적 방법과 수치적 방법을 통한 연구 결과들이 발표되었다.

회전체 및 동역학 분야는 예년과 마찬가지로 2021년에 발표된 국내의 유관학회 논문을 포함하여 분석을 수행하였다. 2020년에는 회전기 시스템과 회전기 베어링, 댐퍼, 실의 요소부품으로 나누어 분석을 진행하였는데 2021년에는 회전기계 상태진단 및 회전체 동역학, 유체 베어링, 구름 베어링, 마그네틱 베어링, 구조 감쇠 댐퍼, 실로 나누어 분석을 수행하였다. 이와 같은 분류 체계에서 2021년에는 회전기계 상태진단 및 회전체 동역학 분야에서 가장 많은 연구가 발표되었다. 예년과 마찬가지로 회전기계의 고속화, 고성능화에 따른 시스템 안전성 및 신뢰도 확보를 위한 연구가 활발하였고 실시간 진단 기법도 많이 연구되었다. 다음으로는 베어링 분야로 실험보다는 해석적 연구가 주를 이루었다. 요소 부품 중에서는 실(밀봉)에 대한 연구가 활발했는데 CFD를 활용한 연구가 많이 진행되었다. 댐퍼 등의 감쇠 부품은 상대적으로 덜 주목을 받았다. 새로운 경향으로는 구조, 열적 특성을 포함한 다중물리적 접근이 많이 이루어지고 있는 점을 들 수 있다.

선박 및 해양에너지 분야는 2021년 1편의 논문이 논문집에 출간되었고 6편의 논문이 학술대회를 통해 발표되었다. 최근 해양에너지를 주제로 하는 연구들이 중점적으로 진행되고 있으며, 분야별로는 조류발전용 터빈 설계, 신형식 파력발전용 장치 설계 및 성능해석, 조류발전용 블레이드 구조 건전성 해석과 같은 터빈 및 주요부품에 대한 시뮬레이션 중심의 연구들이 다수 발표되고 있다. 연구 기법으로는 CFD가 많이 활용하고 있으며, 유한요소해석을 위한 독립적 구조해석 또한 일부 활용되고 있었다. 터빈의 실제 운전 하중 값의 적용을 통한 정밀한 구조 건전성 평가를 위해 단방향 유체-

구조 연성해석에 관한 연구 또한 일부 시도되고 있다.

CFD 분야는 2021년 한국유체공학회 논문집에 실린 9편의 논문을 중심으로 분석을 수행하였다. 2020년에 17편이었던 것에 비하면 논문수는 다소 감소하였다. 2020년이 다양한 문제에 CFD를 적용해보는 논문이 많았던 것에 비해 2021년에는 전통적인 펌프, 원심압축기, 터빈, 사이클론 집진기 등의 해석을 위한 CFD 기법을 개발하고 검증하는 연구가 많았다. 터빈에서 회전 부품과 고정 부품의 interface를 처리하는 기법, 팬이나 펌프에서의 다양한 난류 모델의 평가, 사이클론 집진기나 원심압축기의 액적에 Eulerian-Lagrangian 해석의 적용 및 평가, 3차원 공동 유동에 대한 격자볼츠만 코드의 검증 등이 발표되었다.

원자력기기 분야는 2021년에는 48여편의 논문이 발표되어 30편이 발표되었던 2020년에 비하면 크게 증가하였고 COVID-19이전인 2019년 41편보다도 7편이 더 발표되었다. 2020년에는 고정밀 측정, 상변화 열전달, 안전시스템, 여과배기 시스템, 열교환기 및 증기발생기, 유체기기 해석, 실험 방법 개발 및 설비구축, 기타 각 분야로 나누어 분석을 수행하였는데 2021년에는 발표 편수가 증가하면서 분야가 다양해짐에 따라 열유체 실험 및 해석, 원자력 시스템 및 기기, 측정기술 및 머신러닝 적용기술로 나누어 분석을 수행하였다. 머신러닝 적용기술이 별도의 분야로 나누어 분석을 수행할 만큼 활성화된 것이 주목할만 하다. 머신러닝은 원자력기기 분야에서 사고의 진단과 예측에 활발히 적용되고 있으며 2021년에는 측정기법이나 CFD 기법을 고도화하는 곳에 머신러닝을 적용한 연구 결과들이 발표되고 있는 점이 특이할만 하였다.

### 3. 결 론

2021년 한국유체기계학회 논문집과 한국유체기계학회 하계 및 학술대회에서 발표된 논문을 중심으로 송풍기 및 환기 시스템, 압축기, 펌프 및 수차, 가스/스팀 터빈, 환경기계, 회전체 동역학, 환경플랜트, 선박 및 해양에너지, CFD, 원자력기기의 10개 분야에 걸쳐 연구동향을 분석하였다. 2021년에는 2020년에 이어 2년째 COVID-19라는 특수 상황을 겪었다. 2019년 큰 주목을 받았던 4차산업혁명은 2021년에도 크게 확장이 되지 않았고 2021년에는 탄소 중립이 유체기계 분야에서 중요한 키워드로 주목을 받았다. 실험과 해석은 고도화 되었고 분야별, 기기별 융합 연구가 다수 발표되었다. 각 분야의 자세한 내용은 이어지는 10편의 총설에서 확인할 수 있다. 본 호에서 기획한 유체기계 각 분야별 연구 동향이 유체기계 관련 연구자 및 관련 분야 종사자들에게 좋은 정보가 되기를 기대하고 2022년에도 논문집 및 학술대회를 통해 좋은 논문이 많이 발표되기를 기대한다.

## References

- (1) Korean Society for Fluid Machinery, 2021, The KSFM Journal of Fluid Machinery, Vol. 24, No. 1.
- (2) Korean Society for Fluid Machinery, 2021, The KSFM Journal of Fluid Machinery, Vol. 24, No. 2.
- (3) Korean Society for Fluid Machinery, 2021, The KSFM Journal of Fluid Machinery, Vol. 24, No. 3.
- (4) Korean Society for Fluid Machinery, 2021, The KSFM Journal of Fluid Machinery, Vol. 24, No. 4.
- (5) Korean Society for Fluid Machinery, 2021, The KSFM Journal of Fluid Machinery, Vol. 24, No. 5.
- (6) Korean Society for Fluid Machinery, 2021, The KSFM Journal of Fluid Machinery, Vol. 24, No. 6.
- (7) Korean Society for Fluid Machinery, 2021, Proceedings of the KSFM 2021 Summer Annual Meeting.
- (8) Korean Society for Fluid Machinery, 2021, Proceedings of the KSFM 2021 Winter Annual Meeting.