

2022년 압축기 분야 연구동향

서정민*

1. 서 론

2022년 한 해 동안 한국유체기계학회 논문집과 한국유체기계학회 하계 및 동계 학술대회의 논문 중 압축기 분야를 통해 발표된 논문의 연구내용을 요약하여 소개한다. 한국유체기계학회 논문집에는 압축기 분야에 대한 논문은 발표되지 않았고, 한국유체기계학회 하계 및 동계 학술대회에서 압축기 관련하여 9편의 논문이 발표되었다. 2017년도에 15편, 2018년도에 18편으로 발표되던 논문수가 2019년도 및 2020년도에 각각 6편으로 크게 급감한 이후 2021년도에는 다시 예전 수준과 유사하게 논문집에 1편, 학술대회에 15편, 총 16편의 논문이 발표되었으나, 2022년도에는 다시 9편으로 감소하였다.

본 연감에서는 2022년도 한국유체기계학회 하계 및 동계 학술대회에서 발표된 논문 9편을 압축기의 구동형식에 따라 원심압축기와 축류압축기, 기타 압축기로 구분하여 소개한다.

2. 원심압축기

원심압축기는 2017년도에 13편, 2018년도에 11편의 논문이 발표되었고, 2019년도에 3편, 2020년도에 5편의 논문이 발표되어 크게 감소한 이후 2021년도에는 예전과 유사한 10편의 논문이 발표되었다. 2022년도에는 7편의 논문이 발표되어 전년에 비해 다소 감소하였다.

박근성 등⁽¹⁾은 수소 재순환용 원심 블로워의 공력설계 및 특성 분석에 대한 논문을 발표하였다. 수소 재순환용 원심 블로워는 수소연료전지의 수소 재순환 시스템에서 미반응 수소의 재순환을 위한 원심형 블로워이다. 작동 유체를 수소, 질소 및 수증기의 조성으로 하여 원심형 블로워를 설계하고, 임펠러, 베인리스 디퓨저 및 벌류트를 포함한 도메인에 대해 ANSYS CFX로 성능해석을 수행하고 실험값과 비교한 연구 내용을 소개하였다.

1,500HP급 터보 공기압축기 가변속 개보수 효율 향상 기술 개발 및 실증 과제와 관련된 여러 편의 논문들이 발표되었다. 홍성원 등^(2,3)은 터보 공기압축기의 효율 향상을 위해

수행한 최적화 설계 전후 공력부품의 공력성능 및 유동특성을 비교 평가하기 위한 압축기 단별 공력성능 시험리그의 구성 및 구축현황에 대해 소개하였다. 정희찬 등⁽⁴⁾과 박세진 등⁽⁵⁾은 3단으로 구성된 원심형 터보압축기의 개보수를 통한 공력성능 향상을 위해 압축기 단별 형상 최적화를 수행하고, 해석을 통해 그 결과를 소개하였다. 개보수를 고려하여 임펠러와 디퓨저를 포함한 구간에 대해 설계변경이 불가능한 고정변수와 변경 가능한 설계변수를 구분하고, 설계변수에 대해 Latinized CVT를 이용한 실험설계법을 활용하여 최적화를 수행하였다. 기존 형상과 동일 유량, 압력비 조건에서 향상된 등엔트로피 효율과 저감된 출력을 갖는 임펠러 형상을 도출하였다. 김무성 등⁽⁶⁾은 1500HP급 터보 공기압축기를 대상으로 수치해석에서 원심압축기 벌류트 유무에 따른 성능곡선이 어떻게 변하는지 벌류트에 의해 발생하는 손실이 유량에 따라 어떻게 나타나는지에 대해 수치해석적 연구를 수행하였다. 손승현 등⁽⁷⁾은 1500HP급 터보 공기압축기를 대상으로 입구안내베인(IGV) 각도 제어에 따른 성능곡선 변화에 대한 수치해석적 연구를 수행하였다. 이를 통해 입구안내베인(IGV)으로 압축기의 운전 범위가 얼마나 넓어지는지 이때 압축기의 효율은 어떻게 변하는지에 대한 연구 결과를 소개하였다.

3. 축류압축기

축류압축기에 관해서는 2017년도에 1편의 논문이 발표된 이후 2018년도에 5편으로 다소 증가하다가, 2019년도에 2편, 2020년도에는 1편으로 감소한 후 2021년도에는 5편으로 다시 증가하였다. 2022년도에는 다시 감소하여 1편의 논문만이 발표되었다.

김보경 등⁽⁸⁾은 Reynolds Number 및 표면 거칠기가 천음속 터보팬 유동 특성에 미치는 영향에 대한 수치해석적 연구를 수행하였다. 대형 터보기기의 성능시험은 시험 장비에 맞추어 스케일을 축소하여 진행되는 경우, 원형 스케일과 축소 모델 간의 불완전 상사는 불가피하게 발생하게 되면서 유동 특성에 차이를 보인다. 이 때 영향을 미치는 대표적인 요소들

* 한국기계연구원 고효율에너지기계연구부(Innovative Energy Machinery Research Division, Korea Institute of Machinery & Materials)
E-mail : jmseo@kimm.re.kr

이 Reynolds Number와 표면 거칠기이다. Reynolds number가 감소하고, 표면 거칠기가 증가할수록 로터와 스테이터의 손실이 증가하면서 성능이 저하되고, 초킹 유량이 감소하며, 로터에서는 팁 부근, 스테이터에서는 중간 반경 부근에서 전압손실의 변화가 가장 크게 발생하는 결과를 소개하였다.

4. 기타 압축기

기타 압축기로는 용적형 압축기의 하나인 스크롤 압축기에 대한 논문이 발표되었다. 유장근 등⁹⁾은 스크롤 압축기의 냉난방 사이클 적용 기법에 대한 연구를 수행하였다. 스크롤 압축기에 계절 별 기후 변화에 따른 냉난방 사이클을 적용하기 위하여 흡입압-토출압 압축 비율을 조정하는 기법이 사용되는데 이때 발생하는 과압축 현상은 압축기의 에너지 효율을 낮추고 구조적 손상을 준다. 중간 토출 밸브 (IDV)가 적용되는 스크롤 압축기는 토출압 이상으로 압축된 냉매를 사전 단계에서 토출함으로써 제어할 수 있다. 강화학습을 통해 스크롤 압축기의 압축일을 최소화하는 IDV 위치를 도출하는 방법을 제시하는 연구를 소개하였다.

5. 결 론

2022년 한 해 동안 한국유체기계학회 하계 및 동계 학술대회를 통해 발표된 논문을 중심으로 압축기 분야의 연구동향을 간단히 정리하였다.

압축기 분야에서 연구 동향에 대해 서술한다면 15편의 논문이 발표된 2017년과 18편의 논문이 발표된 2018년 이후 6편의 논문이 발표된 2019년 및 2020년에 압축기 분야 학술발표가 다소 위축되었으나, 2021년도에는 16편의 학술발표로 예전 수준으로 회복되었다. 하지만 2022년도에는 9편의 학술발표로 다시 감소하였다. 특히 2022년도에는 한국유체기계학회 논문집에는 단 한편의 논문도 게재되지 않았다.

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, 2021년과 2022년에는 다시 공기 압축기에 대한 연구가 대부분을 차지하였다. 다만 2018년도 이후 단 한편도 발표되지 않았던 용적형 압축기 분야에 대한 논문이 한 편 발표되었다.

References

(1) Park, K. S., Lim, B. W., Chung, J. T., and You, S. J., 2022, "Aerodynamic Design of a Centrifugal Blower for Hydrogen Recirculation," Korean Society for Fluid Machinery, 2022, Proceedings of the KSFM 2022 Winter

Annual Meeting, KSFM2022-20303.

- (2) Hong, S., Lee, J., and Lee, D., 2022, "Construction of Test Facility for Performance Analysis on Multi-stage Turbo Air Compressor," Korean Society for Fluid Machinery, 2022, Proceedings of the KSFM 2022 Summer Annual Meeting, KSFM2022-10709.
- (3) Hong, S., Lee, J., and Lee, D., 2022, "Experimental Analysis for the Performance in Each Stage of a Multi-stage Turbo Air Compressor," Korean Society for Fluid Machinery, 2022, Proceedings of the KSFM 2022 Winter Annual Meeting, KSFM2022-20304.
- (4) Jeong, H., Park, S., Lim, H.-S., Seo, J.M., Park, J. Y., Choi, B. S., and Yoon, E. S., 2022, "Shape Optimization for Improving Aerodynamic Performance of 1500 HP Multi-stage Air Compressor," Korean Society for Fluid Machinery, 2022, Proceedings of the KSFM 2022 Summer Annual Meeting, KSFM2022-10710.
- (5) Park, S., Jeong, H., Seo, J.M., Park, J. Y., Lim, H.-S., Choi, B. S., and Yoon, E. S., 2022, "Numerical Simulation and Shape Optimization for Aerodynamic Performance Improvement of Commercial 1,500 HP Multi-stage Turbo-Compressor," Korean Society for Fluid Machinery, 2022, Proceedings of the KSFM 2022 Winter Annual Meeting, KSFM2022-20305.
- (6) Kim, M.S., Son, S.H., Joo, W.G., Park, S.J., Park, J.Y., Hong, S.W., Lee, J.M., and Lee, D.I., 2022, "Analysis of Compressor Performance Characteristics according to Inlet Guide Vane (IGV) Control," Korean Society for Fluid Machinery, 2022, Proceedings of the KSFM 2022 Summer Annual Meeting, KSFM2022-10711.
- (7) Son, S.H., Kim, S.M., Joo, W.G., Park, S.J., Park, J.Y., Hong, S.W., Lee, J.M., and Lee, D.I., 2022, "Numerical study on Performance Characteristics of Centrifugal Compressor according to Volute Presence," Korean Society for Fluid Machinery, 2022, Proceedings of the KSFM 2022 Winter Annual Meeting, KSFM2022-20306.
- (8) Kim, B.K., Joo, W.G., Kim, M.S., Son, S.H., and Cho, H.W., 2022, "Numerical Analysis of Reynolds Number and Surface Roughness Effects in Transonic Fan," Korean Society for Fluid Machinery, 2022, Proceedings of the KSFM 2022 Winter Annual Meeting, KSFM2022-20301.
- (9) Yoo, J., Jeong, T., and Kim, D., 2022, "Optimization of Intermediate Discharge Valve Positions in a Scroll Compressor with Deep Reinforcement Learning," Korean Society for Fluid Machinery, 2022, Proceedings of the KSFM 2022 Winter Annual Meeting, KSFM2022-20302.