

2022년 송풍기 및 환기시스템 분야 연구동향

김 성*

1. 서 론

2022년 한 해 동안 송풍기 및 환기시스템 관련 총 3편의 논문이 게재되었고 학술대회 기간에 총 20편(하계 8편 및 동계 12편)의 논문이 발표되었다. 지난 3년간 송풍기 및 환기시스템 분야의 학술지 및 학술대회 논문은 아래 표와 같다. 전년도 대비 논문 및 동계 학술대회 발표논문은 증가하였으나 하계 학술대회 발표논문은 감소하였다.

		2020년	2021년	2022년
논문		1	2	3
학술 대회	하계	11	14	8
	동계	8	11	12
합계		20	27	23

2022년 한국유체기계학회를 통해 게재 및 발표된 논문은 주로 산업현장에서 사용되는 송풍기 개발 및 송풍기가 적용되는 시스템의 운전효율 향상에 관련 연구내용이며 제목은 아래와 같다.

〈논문〉

- 1) 제연용 벽부형 축류 송풍기 설계 및 시험결과
- 2) 대형 유체기계 최적화 문제의 차원 축소를 위한 스크리닝 방식에 관한 연구
- 3) 매개변수를 도입한 축류형 송풍기 최적설계 및 데이터 분석 프로세스 구축

〈학술대회〉

- 1) 가변익이 적용된 송풍기 기술 개발 - 2차년도
- 2) 가변의 축류송풍기의 최적설계 및 성능해석
- 3) RecurDyn을 활용한 가변 메커니즘 연구
- 4) 가변의 송풍기용 전동식 액추에이터 설계
- 5) 실속 방지 휠이 부착된 축류팬의 내부 유동에 관한 과도 상태 분석

- 6) 송풍기 효율 예측을 위한 설계 인자 선정에 관한 연구
- 7) 제트팬의 정익 설치각도 변경을 통한 성능개선
- 8) 송풍기 특성 인자 기반 시스템 성능 예측 메타모델 구성 방안 연구
- 9) 5kW급 건물용 SOFC 발전시스템을 위한 연료 재순환 송풍기의 고온(600°C) 성능시험
- 10) 실속 방지 휠의 성능에 대한 유효 변수 범위에 관한 수치해석적 연구
- 11) CFD해석을 이용한 재생형 블로워 임펠러 파라메트릭 설계
- 12) Efficacy향상을 위한 다품질최적설계
- 13) 산업용 원심송풍기의 요소별 손실 특성에 대한 수치해석 연구
- 14) 축류형 팬의 효율과 가변환경을 고려한 다중목적함수 최적화 및 데이터 분석
- 15) 가변익이 적용된 송풍기 기술 개발 - 2차년도 개발 결과
- 16) 블레이드 각도 분포 설계 방식이 가변의 축류 송풍기 성능에 미치는 영향
- 17) 가변의 송풍기용 전동식 액추에이터 동작 특성 분석
- 18) 가변의 송풍기의 링크 사프트에 대한 구조안전성 분석
- 19) 덕트 팬에서 발생하는 공력소음 예측을 위한 연성해석 프로세스와 적용
- 20) 공동주택 내 각방 환기제어를 위한 실험적 연구

본 연감에서는 위의 논문들의 연구내용을 요약 및 분석하여 2022년 송풍기 및 환기시스템 분야의 연구내용 및 동향을 정리하고자 한다.

2. 연구 내용 및 동향

정철영 등⁽¹⁾은 국내 산업체에서 사용되는 지하 공간 환기용 송풍기를 익형타입으로 설계하고 전산유체역학 및 성능시험을 통하여 공력학적 성능을 검증하였다. 또한, 송풍기의 구조해석을 통해 허브의 리브 보강을 검토하고 고온에서의 날개 구조강성을 검토하였다.

* 한국생산기술연구원 탄소중립산업기술연구부(Korea Institute of Industrial Technology (KITECH), Carbon Neutral Technology R&D Department)
E-mail : ks2928@kitech.re.kr

김승욱 등⁽²⁾은 축류팬의 설계 최적화를 위해, 축류팬 설계 변수 선정 및 민감도 분석을 체계적으로 분석하였다. 또한, 민감도 분석을 통하여 중요 설계변수를 선정하고 평가하는 방법을 제시하였다.

김승욱 등⁽³⁾은 설계사양 및 성능을 만족하는 축류형 송풍기 최적설계를 상용 설계프로그램을 활용하여 수행하였다. 송풍기 최적설계를 수행하는 동안 발생하는 문제를 체계적으로 해결하는 방안을 제시하고 설계변수 변화에 따른 성능 변화를 정밀하게 분석하였다.

이상열 등⁽⁴⁾은 송풍기 운전 에너지 절감을 위하여 가변의 축류 송풍기를 서보모터를 도입하여 개발하였다. 또한, 축류 송풍기 개발 과정의 소개를 통해 연구방법, 연구목표 및 기대효과를 설명하였다.

이찬 등⁽⁵⁾은 국내에서 사용되는 소형 가변의 축류 송풍기의 개발을 위한 최적설계 및 성능해석 방법을 소개하고 성능이 향상된 최적형상을 제시하였다.

김도환 등⁽⁶⁾은 가변의 축류형 송풍기의 임펠러 구동 조건에 의한 모터 추력을 상용 프로그램을 이용하여 계산하였고 임펠러 설치 각도에 따른 모터에 필요한 추력을 분석하였다.

김래은 등⁽⁷⁾은 가변의 송풍기 구동을 위하여 전동식 액추에이터 설계 및 시제품 제작을 수행하고 연구결과 분석방법을 제시하였다. 또한, 가변의 송풍기의 날개 각도를 조절하고 그에 따른 추력 측정방법 및 장치를 제시하였다.

김용인 등⁽⁸⁾은 축류팬의 실속 방지를 위해 환을 적용한 축류팬의 내부유동 특성 및 성능을 분석하였다. 또한, 축류팬의 성능을 객관적으로 분석하기 위해, 수치해석 및 성능시험을 수행하였고 체계적으로 결과를 분석하였다.

신용우 등⁽⁹⁾은 송풍기의 작동 효율 예측을 위해 유량 보정 방법을 제시하고 송풍기 작동 특성 일반화를 위한 설계 선정 방식에 관한 연구를 수행하였다.

노의중 등⁽¹⁰⁾은 제트 팬의 정익 설치각도 변경에 따른 내부 유동특성 및 성능결과를 전산유체역학을 활용하여 분석하였고, 제트 팬의 수치해석 결과를 통하여 정익의 최적 각도를 제시하였다.

남지수 등⁽¹¹⁾은 송풍기의 운전 효율 향상을 위해, 송풍기 성능 예측을 위한 메타모델 구성에 대한 연구를 수행하였다. 다양한 회전 속도 조건에서 측정된 송풍기 성능 데이터를 활용하여 안정적인 성능 예측이 가능한 모델을 설계하였다.

최문경 등⁽¹²⁾은 연료전지 시스템에서 미반응 연소가스의 재순환을 위한 고온 연료재순환 송풍기의 성능을 수치해석 및 성능시험을 이용하여 분석하였다. 선행연구로 개발된 송풍기 형상을 대상으로 분석하였으며, 재순환 송풍기의 성능 검증을 위한 고온 성능시험 및 검증방법을 제시하였다.

김용인 등⁽¹³⁾은 축류팬의 실속 방지 환의 형상에 따른 공력학적 성능을 분석하기 위하여 환의 주요 설계변수에 대한 공력학적 성능변화를 체계적으로 분석하였다.

쉬레스트 우즈왈 등⁽¹⁴⁾은 비속도가 낮은 재생형 블로워의 성능을 향상시키기 위하여 블로워 날개 형상을 설계하였다. 블로워 날개 형상에 따른 성능 및 내부 유동특성은 전산유체역학을 활용하여 분석하였다.

안지수 등⁽¹⁵⁾은 공기청정기용 환의 효율 향상을 위하여 공기청정기 토출 유로를 분석하였고, 최적화기법을 이용하여 설계하였다. 공기청정기 환 및 필터저항의 상사성을 이용하여 기본설계를 수행하였고, 최적화기법을 적용하여 효율이 향상된 형상을 도출하였다.

조혜원 등⁽¹⁶⁾은 산업용 송풍기의 주요 구성품(사각입구덕트, 임펠러, 벨류트)에 따른 내부 유동특성 및 손실을 전산유체역학을 이용하여 분석하였다. 또한, 유량에 따른 각 요소의 손실 변화도 분석하였다.

김승욱 등⁽¹⁷⁾은 축류형 팬의 동익 및 정익의 설계변수를 정의하고 효율과 가변환경을 고려한 최적화 및 데이터를 분석하였다.

이상열 등⁽¹⁸⁾은 가변의 축류 송풍기 개발과 관련하여 연구방법, 연구목표 및 연구내용에 관하여 설명하였다.

이찬 등⁽¹⁹⁾은 소형 가변의 축류 송풍기의 3차원 익형 설계 방법을 소개하고, 블레이드 각도 분포의 설계방식이 송풍기 성능 및 효율에 미치는 영향을 이론적으로 규명하였다.

양현명 등⁽²⁰⁾은 송풍기 시스템의 운전효율 향상을 위한 가변의 송풍기 각도 조절용 액추에이터를 개발하고, 액추에이터 성능은 성능시험을 통하여 검증 및 분석하였다.

김도환 등⁽²¹⁾은 가변의 송풍기의 기구학적 해석을 위해 상용 해석프로그램을 이용하였고, 가변의 송풍기 구동시스템에 따른 응력을 분석하고 구조 안전성을 평가하였다.

임태균 등⁽²²⁾은 회전익 비행체의 성능개선을 위해 덕트팬의 내부 유동특성 및 공력소음을 분석하였다. 제자리 비행조건에서 덕트팬의 비정상 유동특성을 분석하고, 소음의 방사 음장해석을 통해 음장분포와 측정 위치에서의 음압을 예측하고 분석하였다.

이준섭 등⁽²³⁾은 실내 공기질 향상을 위하여 전열교환기를 통해 각 방의 공기질 상황에 따른 각 방 최적 환기를 위한 시스템을 연구하였다. 또한, 각방 제어방식의 환기시스템 및 알고리즘을 개발하고, 각 방의 실내 공기질 환경에 따라 구동되는 환기시스템에 대해 검증하였다.

3. 결 론

위와 같이 2022년 한국유체기계학회 송풍기 및 환기시스템 부문에 발표된 총 23편의 논문(3편) 및 학술대회 발표논문(20편)들이 요약 및 분석 되었다. 특히, 탄소중립 정책으로 인하여 효율 향상 및 운전에너지 절감을 위한 송풍기 개발 및 송풍기를 활용한 환기 시스템 연구가 활발히 진행되었다. 앞으로도 산업 및 가정현장에서 적용되는 송풍기 및 환기시스템 관련 연구가 지속될 것으로 예상된다.

References

- (1) Jeong, C. Y., Lee, K. Y., Kook, J. K., 2022, "Design And Test Results of Wall Mounted Axial Flow Fan for Smoke Ventilation," The KSFM Journal of Fluid Machinery, Vol. 25, No. 3, pp. 21~27.
- (2) Kim, S. W., Choi, B. L., Choi, D. H., Lee, C., Yang, S. H., 2022, "A Study on a Screening Method for Dimensionality Reduction of Large Fluid Machine Optimization Problems," The KSFM Journal of Fluid Machinery, Vol. 25, No. 3, pp. 48~54.
- (3) Kim, S. W., Choi, B. L., Choi, D. H., Lee, C., Yang, S. H., 2022, "Design Optimization of an Axial Fan with Parameters and Establishment of Data Analysis Process," The KSFM Journal of Fluid Machinery, Vol. 25, No. 4, pp. 23~29.
- (4) Lee, S. Y., Yang, S. H., 2022, "Development of Axial flow Fan Applying Variable Pitch Control Technology – Second Year," Proceedings of the KSFM 2022 Summer Annual Meeting.
- (5) Lee, C., Noh, E. J., Kil, H. G., Kim, S. W., Choi, B. L., Byun, H. T., Seo, G. W., Yang, S. H., 2022, "Optimal Design and Performance Analysis of a Variable-pitch Axial Flow Fan," Proceedings of the KSFM 2022 Summer Annual Meeting.
- (6) Kim, D. H., Kook, J. K., Cho, B. K., 2022, "A Study on the Variable Pitch Mechanism Using RecurDyn," Proceedings of the KSFM 2022 Summer Annual Meeting.
- (7) Kim, R. E., Yang, H. M., Yang, S. J., Seo, J. M., 2022, "Design of Electric Actuator with Motor for Variable Pitch Axial flow Fans," Proceedings of the KSFM 2022 Summer Annual Meeting.
- (8) Kim, Y. I., Yang, H. M., Lee, K. Y., Choi, Y. S., 2022, "Transient Analysis of Internal Flow Patterns in an Axial Fan with the Anti-stall Fin," Proceedings of the KSFM 2022 Summer Annual Meeting.
- (9) Shin, Y. W., Yang, S. J., 2022, "A study on the Constitution of Design Parameters for Prediction of Blower Efficiency," Proceedings of the KSFM 2022 Summer Annual Meeting.
- (10) Noh, E. J., LEE, J. S., LEE, C., 2022, "The Performance Improvement of a Jet Fan by Changing the Setting Angle of Guide Vane," Proceedings of the KSFM 2022 Summer Annual Meeting.
- (11) Nam, J. S., Shin, Y. W., Yang, S. J., 2022, "A Study on the Constructing Metamodel of System Efficiency based on the Blower's Characteristic Parameters," Proceedings of the KSFM 2022 Summer Annual Meeting.
- (12) Choi, M. K., Song, C. K., Kim, S. J., Jung, K. H., 2022, "High Temperature (600° C) Performance Test of Anode Recycle Blower for SOFC Power Generation System for 5kW Class Building," Proceedings of the KSFM 2022 Winter Annual Meeting.
- (13) Kim, Y. I., Yang, H. M., Lee, K. Y., Choi, Y. S., 2022, "A Numerical Study on Effective Variable Range for Performance of the Anti-stall Fin," Proceedings of the KSFM 2022 Winter Annual Meeting.
- (14) Shrestha, U., Choi, Y. D., 2022, "Parametric design of regenerative blower impeller using CFD analysis," Proceedings of the KSFM 2022 Winter Annual Meeting.
- (15) An, J. S., Yu, H. J., Lee, S. B., 2022, "Flow Path Optimal Design Improving Efficacy," Proceedings of the KSFM 2022 Winter Annual Meeting.
- (16) Cho, H. W., Son, S. H., Kim, M. S., Joo, W. G., Kim, B. S., Song, K. H., Yu, J. H., 2022, "A Numerical Study on the Part Loss Characteristics of Industrial Centrifugal Air Blower," Proceedings of the KSFM 2022 Winter Annual Meeting.
- (17) Kim, S. W., Choi, B. L., Choi, D. H., Lee, C., Yang, S. H., 2022, "Multi-objective design optimization and data analysis considering the efficiency and variable environment of an axial fan," Proceedings of the KSFM 2022 Winter Annual Meeting.
- (18) Lee, S. Y., Yang, S. H., 2022, "Development of Axial flow Fan Applying Variable Pitch Control Technology – Development Results for the Second Year," Proceedings of the KSFM 2022 Winter Annual Meeting.
- (19) Lee, C., Noh, E. J., Lee, S. Y., Yang, S. H., 2022, "The effect of blade angle distribution design method on the performance of variable-pitch axial flow fan," Proceedings of the KSFM 2022 Winter Annual Meeting.
- (20) Yang, H. M., Lyeo, M. G., Kim, M. H., Kim, R. E., 2022, "Dynamic Characteristic analysis of electric Actuator with Motor for Variable Pitch Axial flow Fans," Proceedings of the KSFM 2022 Winter Annual Meeting.
- (21) Kim, D. H., Choi, S. R., Choi, J. H., Choi, T. S., Kook, J. K., Cho, B. K., 2022, "Structural safety analysis for Link shaft of Variable pitch Axial Flow Fan," Proceedings of the KSFM 2022 Winter Annual Meeting.
- (22) Lim, T. G., Jang, J. S., Yim, J. B., Jeon, W. H., Jeong, C. H., 2022, "Process and its application of a coupled analysis for prediction on aeroacoustic noise generated at a ducted fan," Proceedings of the KSFM 2022 Winter Annual Meeting.
- (23) Lee, J. S., Jeon, Y. N., Park, S. T., 2022, "An Experimental Study on the Ventilation Control of Each Room in Apartment Houses," Proceedings of the KSFM 2022 Winter Annual Meeting.