

2023년 송풍기 및 환기시스템 분야 연구동향

김 성*

1. 서 론

2023년 한 해 동안 송풍기 및 환기시스템 관련 총 4편의 논문이 게재되었고 학술대회 기간에 총 20편(하계 12편 및 동계 8편)의 논문이 발표되었다. 지난 3년간 송풍기 및 환기시스템 분야의 학술지 및 학술대회 논문은 아래 표와 같다. 전년도 대비 하계 학술대회 발표논문은 증가하였으나 동계 학술대회 발표논문은 감소하였다. 그러나 게재 논문은 꾸준히 증가하고 있는 상황이다.

		2021년	2022년	2023년
논문		2	3	4
학술대회	하계	14	8	12
	동계	11	12	8
합계		27	23	24

2023년 한국유체기계학회를 통해 게재 및 발표된 논문은 주로 일반 및 특수 기능을 포함한 송풍기 개발 과 송풍기가 적용되는 운영 시스템 개발 및 분석 관련 연구내용이며 제목은 아래와 같다.

〈논문〉

- 1) 재생형 ब्ल로워 임펠러 블레이드 형상 및 임펠러 디스크 측면 틈새 형상이 성능에 미치는 영향
- 2) 축류팬의 저유량 영역에서 실속 방지 휠의 성능에 관한 실험적 검증
- 3) 인클로저 입출구가 이동형 디젤발전기세트의 냉각에 미치는 영향
- 4) 축류형 팬의 효율과 가변환경을 고려한 다중목적함수 최적화 및 데이터 분석

〈학술대회〉

- 1) 가변 유체기계의 유동 최적화 SW 개발을 위한 설계 프로세스 구축
- 2) 운영 시나리오 적용 축류 송풍기 에너지 소비량 분석

- 3) 고효율 FFU용 사출성형 Turbo Fan 설계
- 4) 주방 후드 배플필터의 취사 중 유증기 및 미세먼지 제거 성능에 대한 연구
- 5) 작동유체 물성치가 재생형 유체기계 성능에 미치는 영향
- 6) 생체모방기반 S-형상 스플릿 베인 고효율 원심형팬 개발
- 7) 자동차용 쿨링팬의 Design Parameter에 대한 연구
- 8) 가변익이 적용된 송풍기 기술 개발 - 3차년도
- 9) 대형 가변의 송풍기의 설계 및 CFD 해석
- 10) 가변의 송풍기 날개 조절용 액추에이터 실부하 구동 특성 분석
- 11) 가변의 송풍기 상사모델에 대한 구조안전성 분석
- 12) CFX를 활용한 가변의 송풍기의 성능곡선 해석 연구
- 13) AADO 기술을 이용한 가변 피치를 갖는 대형 축류형 송풍기 최적설계
- 14) 가변익이 적용된 송풍기 기술 개발 - 3차년도 개발 결과
- 15) 기존 블레이드 단면 설계들의 설치각 분포 변화를 통한 새로운 축류 송풍기의 설계 및 검증
- 16) 부하에 따른 가변의 송풍기용 액추에이터 추력 특성 연구
- 17) 가변의 임펠러 날개 설치각도에 따른 구조안전성 연구
- 18) 다층돈사의 중앙배기식 환기장치 설계
- 19) 가변 제어 기술 적용 유체기계 에너지 소비량 저감 분석
- 20) 가변의 축류 송풍기의 설계 및 CFD 기법을 활용한 성능곡선 해석

본 연감에서는 위의 논문들의 연구내용을 요약 및 분석하여 2023년 송풍기 및 환기시스템 분야의 연구내용 및 동향을 정리하고자 한다.

2. 연구 내용 및 동향

쉬레스트 우즈왈 등⁽¹⁾은 저유량 및 고압용 재생형 ब्ल로워의 형상에 따른 내부 유동특성을 정밀하게 분석하였다. ब्ल로워 임펠러 형상 및 디스크 측면 틈새의 형상에 따른 성능곡선 변화 및 내부 유동특성을 체계적으로 분석하였다. 또한,

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

재생형 블로워의 성능향상을 위한 형상 개선방법을 제시하였다.

최영석 등⁽²⁾은 산업용 급배기 축류팬의 실속 방식을 위해 환을 적용한 축류팬의 성능을 검증 및 분석하였다. 실속 방식 환에 따른 성능을 객관적으로 분석하기 위해, 성능시험을 수행하였고 저유량 영역 및 성능곡선 특성을 체계적으로 분석하였다.

조수용 등⁽³⁾은 이동형 디젤발전기세트 인클로저의 내부유동 및 온도분포 특성을 분석하였다. 인클로저 입구 및 출구 부가 이동형 디젤발전기세트의 냉각에 미치는 영향을 검토하기 위하여 내부 유동흐름 및 온도분포를 정밀하게 분석하였다. 또한, 흡입구 조정에 따른 효과적인 냉각방법을 제시하였다.

김승욱 등⁽⁴⁾은 가변환경을 고려한 축류형 팬의 성능을 향상시키기 위하여 다중목적함수 최적화를 수행하였다. 정립된 가변형 블레이드의 설계변수 대상으로 최적화 기법을 적용하여 성능을 만족하는 형상을 제시하였다.

최병열 등⁽⁵⁾은 송풍기를 포함한 유체기계계의 성능향상을 위해, 유동 최적화 SW 개발 하였다. 설계 프로세스를 구축하기 위하여 주요 설계변수 정보를 분석하였고 예측 모델 기반으로 최적화 수행 및 결과를 확인하였다.

양현모 등⁽⁶⁾은 유라시아 터널의 시간별 교통량 데이터 기반으로 운영 시나리오에 따른 축류 송풍기 에너지 소비량을 분석하였다. 이때, 축류 송풍기의 성능은 성능시험을 통하여 검증 및 분석하였다.

유호준 등⁽⁷⁾은 반도체 제조공장 설비에 장착되는 FFU용 터보 팬의 성능 및 효율을 개선하기 위한 설계과정을 제시하였다. 이때, 사출성형을 고려한 터보 팬의 성능은 CFD를 활용하여 검토하였다.

박세준 등⁽⁸⁾은 주방에서 발생하는 유증기 및 유해가스를 효과적으로 배출하기 위한 배플필터의 성능을 분석하였다. 특히, 실제 공동주택의 배기환경을 모사하여 유해물질 제거 성능을 체계적으로 분석하였다.

박준영 등⁽⁹⁾은 재생형 블로워의 임펠러 형상 및 작동유체에 따른 내부 유동특성 및 성능을 정밀하게 분석하였다. 또한, 재생형 블로워의 성능향상을 위한 임펠러 형상 및 유체 특성을 제시하였다.

유호준 등⁽¹⁰⁾은 생체모방 기반의 S-형상 원심형 환의 성능 및 소음특성에 관하여 성능시험 결과를 이용하여 분석하였다. 원심형 임펠러의 주 날개 사이의 채널에 보조날개를 배치에 따른 성능 및 소음특성을 정밀하게 분석하였다.

김명훈 등⁽¹¹⁾은 자동차 산업에 쓰이는 쿨링팬의 형상변수 변화에 따른 공력성능 특성에 관하여 CFD를 활용하여 분석하였다. 이때, 쿨링팬의 임펠러 형상변수는 익형타입으로 정립하였고, 임펠러 형상변화에 따른 성능변화를 비교 및 분석하였다.

이상열 등⁽¹²⁾은 송풍기 운전 에너지 절감을 위하여 가변익 축류 송풍기를 개발하고 송풍기 운전 상태진단 모니터링 시스템 플랫폼 기술을 연구하였다. 또한, 축류 송풍기 개발 과정의 소개를 통해 연구방법, 연구목표 및 기대효과를 설명하였다.

이찬 등⁽¹³⁾은 대형 가변익 축류 송풍기의 운전영역을 넓히고 압력손실을 최소화하는 익형 설계 방법 및 형상을 연구하였다. 그리고 대형 송풍기의 성능, 동력 및 효율이 개선되는 형상을 제시하였다.

김래은 등⁽¹⁴⁾은 효과적인 가변익 송풍기 날개 구동을 위한 조절용 액추에이터의 구동특성을 연구하였다. 또한, 가변익 송풍기의 날개 각도를 효과적으로 제어하는 방법을 제시하였다.

김도환 등⁽¹⁵⁾은 가변익 송풍기 모델을 대상으로 구조적인 안전성을 분석하기 위해, 가변익 송풍기 임펠러의 구조에 대하여 수치해석을 수행하고 결과를 분석하였다. 가변익 송풍기의 구조해석 결과를 명확히 분석하여 파손 위험성에 관한 의문점들을 해결하였다.

고현석 등⁽¹⁶⁾은 CFD를 활용하여 가변익 송풍기의 성능곡선 특성을 분석하였다. 이때, 송풍기 형상 설계는 상용 설계 프로그램을 사용하였고, 송풍기 형상에 따른 성능특성을 비교 및 분석하였다.

최병열 등⁽¹⁷⁾은 가변익 피치가 적용된 축류형 송풍기의 설계 최적화를 수행하였다. 송풍기 설계에 소요되는 비용 및 시간을 절감하기 위하여 송풍기 설계 자동화에 대한 연구를 수행하였고, 그 결과에 대하여 객관적으로 검토하였다.

이상열 등⁽¹⁸⁾은 가변익 축류 송풍기 기술 개발과 관련하여 획기적인 에너지 절감을 위한 송풍기 운전 상태진단 모니터링 시스템 플랫폼 기술의 연구내용 및 결과에 관하여 설명하였다.

이찬 등⁽¹⁹⁾은 축류 송풍기의 익형 설계방법을 소개하고, 설계변수 변화에 따른 성능특성을 정밀하게 분석하였다. 이때, 송풍기 형상 제어는 기존 블레이드 단면의 설치각 분포를 제어하였고, 설계변수 제어에 따른 송풍기 성능곡선 특성을 비교 및 분석 하였다.

김진석 등⁽²⁰⁾은 가변익 송풍기 날개각도 제어를 위해 사용되는 전동식 액추에이터의 추력 특성을 연구하였다. 송풍기가 운전 중에 발생하는 동력을 고려하여 효과적인 날개각도 제어를 위해 액추에이터에 요구되는 추력 특성을 분석하였다.

국정근 등⁽²¹⁾은 가변익 송풍기의 임펠러가 구동할 때 발생하는 구조특성을 분석하였고, 구조특성 결과를 기반으로 비교 및 분석함에 따라 가변익 송풍기 시스템의 구조안전성을 평가하였다.

박계영 등⁽²²⁾은 축산업 환경조건 개선을 위하여 다층돈사의 환기 시스템을 설계 및 환경 개선방법을 제시하였다. CFD를 활용하여 환기 시스템을 적용한 돈사의 내부의 유동

특성을 정밀하게 분석하였고 쾌적한 환경개선을 위한 방안을 제시하였다.

양현모 등⁽²³⁾은 송풍기를 포함한 유체기계의 가변익에 따른 성능특성을 분석하였고, 가변익에 따른 소비전력량을 파악하였다. 또한, 가변 제어 기술 적용에 따른 에너지 소비량 저감에 대해 분석하였다.

김성용 등⁽²⁴⁾은 가변익 송풍기의 동익 피치각 및 유량이 송풍기 성능과 효율에 미치는 영향을 분석하였다. 더 나아가 에너지 절감을 위한 가변익 운영 및 운전 조건을 제시하는 연구를 수행하였다.

3. 결 론

위와 같이 2023년 한국유체기계학회 송풍기 및 환기시스템 부문에 발표된 총 24편의 논문(4편) 및 학술대회 발표논문(20편)들이 요약 및 분석 되었다. 고유가시대에 에너지 절감은 필수적이며, 그에 따른 효율 향상 및 운전에너지 절감을 위한 송풍기 개발 및 송풍기를 활용한 환기 시스템 연구가 활발히 진행되었다. 앞으로도 탄소중립 및 에너지 절감을 위한 송풍기 및 환기시스템 관련 연구가 지속될 것으로 예상된다.

References

- (1) Shrestha, U., Kim, P. J., Choi, Y. D., 2023, "Effects of Impeller Blade Shape and Impeller Disk Side Gap Passage Shape on the Regenerative Blower Performance," The KSFJ Journal of Fluid Machinery, Vol. 26, No. 5, pp. 79~88.
- (2) Choi, Y. S., Kim, Y. I., Yang, H. M., Lee, K. Y., 2023, "Experimental Validation on Performance of the Anti-stall Fin at Low Flow Rates of an Axial Fan," The KSFJ Journal of Fluid Machinery, Vol. 26, No. 6, pp. 16~20.
- (3) Cho, S. Y., Cho, C. H., 2023, "Cooling Effect on A Portable Diesel Engine Generator Set by the Inlet and Outlet Gates of An Enclosure," The KSFJ Journal of Fluid Machinery, Vol. 26, No. 6, pp. 100~109.
- (4) Kim, S. W., Choi, B. L., Choi, D. H., Lee, C., Yang, S. H., 2023, "Multi-objective Design Optimization and Data Analysis Considering the Efficiency and Variable Environment of an Axial Fan," The KSFJ Journal of Fluid Machinery, Vol. 26, No. 6, pp. 143~151.
- (5) Choi, B. L., Choi, D. H., 2023, "Design Process of CFD Optimization SW for Variable Operating High-Efficiency Fluid Machinery," Korean Society for Fluid Machinery, 2023, Proceedings of the KSFJ 2023 Summer Annual Meeting.
- (6) Yang, H. M., Son, Y. J., Kim, Y. I., Lee, K. Y., Park, S.

- K., Choi, Y. S., 2023, "Analysis of energy consumption of the axial-flow fan applying operational scenario," Korean Society for Fluid Machinery, 2023, Proceedings of the KSFJ 2023 Summer Annual Meeting.
- (7) Yu, H. J., Bang, S. K., Choi, S. Y., Lee, S. B., 2023, "Design of High-Efficient Turbo Fan Considering Mold-injection," Korean Society for Fluid Machinery, 2023, Proceedings of the KSFJ 2023 Summer Annual Meeting.
- (8) Park, S. J., Lee, S. H., Kim, S. S., Lee, S. B., 2023, "A Study on the Removal Efficiency of the Innovative Baffle Filter Installed in the Kitchen Range-hood," Korean Society for Fluid Machinery, 2023, Proceedings of the KSFJ 2023 Summer Annual Meeting.
- (9) Park, J. Y., Kang, J. W., Park, Y. J., Lee, Y. M., Shrestha, U., Choi, Y. D., 2023, "Influence of working fluid properties on the regenerative fluid machinery performance," Korean Society for Fluid Machinery, 2023, Proceedings of the KSFJ 2023 Summer Annual Meeting.
- (10) Yu, H. J., LEE, S. H., LEE, W. Y., Kim, Y. C., Lee, S. B., 2023, "Development of Bio-mimetic, High-efficient, Low-noise Fan with an S-curved, Split-vaned Impeller," Korean Society for Fluid Machinery, 2023, Proceedings of the KSFJ 2023 Summer Annual Meeting.
- (11) Kim, M. H., Park, C. Y., Yang, H. S., 2023, "A study on the design parameter of cooling fan for vehicle," Korean Society for Fluid Machinery, 2023, Proceedings of the KSFJ 2023 Summer Annual Meeting.
- (12) Lee, S. Y., Yang, S. H., 2023, "Development of Axial flow Fan Applying Variable Pitch Control Technology - 3rd Year," Korean Society for Fluid Machinery, 2023, Proceedings of the KSFJ 2023 Summer Annual Meeting.
- (13) Lee, C., Lee, T. H., Ko, H. S., Lee, S. Y., Yang, S. H., 2023, "The Design and CFD Analysis of a Large Capacity Variable-pitch Blower," Korean Society for Fluid Machinery, 2023, Proceedings of the KSFJ 2023 Summer Annual Meeting.
- (14) Kim, R. E., Shin, Y. W., Lee, S. Y., Yang, S. J., 2023, "Analysis of Actual Load Driving Characteristics of Actuator for Variable Pitch Axial flow Fans," Korean Society for Fluid Machinery, 2023, Proceedings of the KSFJ 2023 Summer Annual Meeting.
- (15) Kim, D. H., Choi, J. H., Choi, T. S., Kim, J. H., Lee, J. H., Cho, B. K., Kook, J. K., 2023, "Analysis of Structural Safety for Scaled Model of Variable pitch Axial Flow Fan," Korean Society for Fluid Machinery, 2023, Proceedings of the KSFJ 2023 Summer Annual Meeting.
- (16) Ko, H. S., Lee, T. H., Kim, S. R., Kang, G. W., Lee, C., 2023, "A Study on the Performance Curve Analysis of a Variable Pitch Fan Using the CFX code," Korean Society for Fluid Machinery, 2023, Proceedings of the KSFJ 2023 Summer Annual Meeting.

- (17) Choi, B. L., Lee, H. J., Kim, S. W., Choi, D. H., Lee, C., Yang, S. H., 2023, "Optimization of axial fan with variable pitch using AADO technique," Korean Society for Fluid Machinery, 2023, Proceedings of the KSFM 2023 Winter Annual Meeting.
- (18) Lee, S. Y., Yang, S. H., 2023, "Development of Axial flow Fan Applying Variable Pitch Control Technology – Development Results for the Third Year," Korean Society for Fluid Machinery, 2023, Proceedings of the KSFM 2023 Winter Annual Meeting.
- (19) Lee, C., Ko, H. S., Lee, T. H., Lee, S. Y., Yang, S. H., 2023, "Design and Verification of a New Axial Flow Fan Through Variation of Stagger Angle Distribution of the Existing Blade Section Designs," Korean Society for Fluid Machinery, 2023, Proceedings of the KSFM 2023 Winter Annual Meeting.
- (20) Kim, J. S., Kim, R. E., 2023, "Study on Thrust Characteristics of Actuator for Variable Pitch Axial Flow Fan," Korean Society for Fluid Machinery, 2023, Proceedings of the KSFM 2023 Winter Annual Meeting.
- (21) Kook, J. K., Cho, B. K., 2023, "A Study of Structure safety according to Blade Setting Angle of Variable Pitch Impeller," Korean Society for Fluid Machinery, 2023, Proceedings of the KSFM 2023 Winter Annual Meeting.
- (22) Park, G. Y., Park, C. S., 2023, "Central exhaust design for ventilation system of multi-story pig house," Korean Society for Fluid Machinery, 2023, Proceedings of the KSFM 2023 Winter Annual Meeting.
- (23) Yang, H. M., Son, Y. J., Lee, K. Y., Park, S. K., Choi, Y. S., 2023, "Analysis of energy consumption reduction in turbomachinery applying variable control technology," Korean Society for Fluid Machinery, 2023, Proceedings of the KSFM 2023 Winter Annual Meeting.
- (24) Kim, S. R., Ko, H. S., Lee, T. H., Choi, J. M., Hwang, J. S., Lee, C., 2023, "Design of Variable Pitch Axial Blower and Performance Curve Analysis Using CFD Technique," Korean Society for Fluid Machinery, 2023, Proceedings of the KSFM 2023 Winter Annual Meeting.