

2014년 송풍기 및 환기시스템 분야 연구동향

이장호*

1. 서론 및 연구동향

최근 수 년 간 한국 유체기계논문집에 게재된 송풍기 및 환기시스템 분야의 논문 수는 Fig. 1과 같다. 2009년과 2010년을 정점으로 논문 수가 감소되긴 하였으나, 송풍기 분야의 중요한 연구 결과가 본지에 꾸준히 게재되고 있는 것으로 나타난다.

2014년 한 해 동안에는 총 6편이 논문이 게재되었고, 학술대회 기간에 총 4편의 논문이 발표되었다. 본 논문에서는 이들의 연구내용을 요약하고 분석하는 방법으로 2014년 한 해 동안의 송풍기 및 환기시스템 분야의 연구내용을 정리하고자 한다.

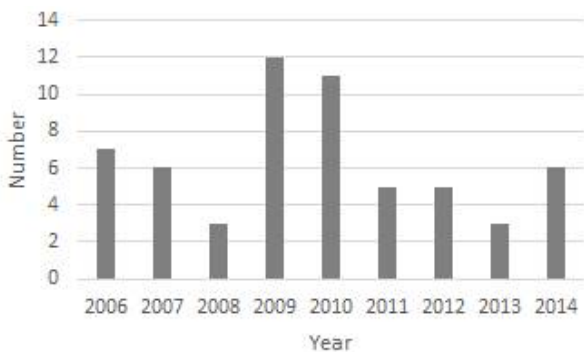


Fig. 1 한국유체기계 논문집에 게재된 송풍기 및 환기시스템 분야의 연도별 논문 수

2. 각 분야 별 연구내용

지난해 논문집에 게재된 송풍기 및 환기시스템 논문을 구체적으로 분류하면, 원심형 송풍기분야 3편, 축류형 송풍기 1편, 에어커튼과 칠드빔에 관련된 논문이 각각 1편으로 집계된다.

이종성 등⁽¹⁾은 고압 및 고풍량이 요구되는 산업용 양흡입형 원심송풍기를 대상으로 두 개의 임펠러 형상을 선정하여 삼차원 압축성 유동해석 및 반응면기법을 이용한 수치최적설계를 수행하고 내부 유동장을 분석하였다. 그 결과, 기존 양흡입 원심송풍기에 비하여 효율 3%, 압력 3.9%가 향상된

임펠러 최적 형상을 얻은 것으로 나타났다. 이들의 연구에서, 기존 원심송풍기는 블류트 케이싱 컷오프 근방에서 익간 선회류에 의한 저속 유동영역이 큰 범위에서 발생되었으나, 임펠러 형상 최적화를 통하여 익간흐름을 방해함으로써 압력손실을 증가시키는 저속영역을 감소시키는 것으로 나타났으며, 원심송풍기 임펠러 날개의 압력면 측 전연에서 발생하는 유동박리-재부착에 의한 손실영역도 임펠러형상 최적화로 줄일 수 있는 것으로 나타났다. 이와 함께 원심송풍기 임펠러 날개수의 증가에 따라 압력도 계속 증가하지만, 토오크 값도 함께 증가하기에 고효율 원심송풍기 설계를 위하여 적절한 날개수의 선정이 중요한 것으로 나타났다. 한편, 이들의 연구 결과를 도출하는데, 상용전산코드가 유용하게 사용된 것으로 나타났으며, 향후, 개선결과에 대한 검증 실험 및 그것의 효과가 기대된다.

김준곤 등⁽²⁾은 연료전지에서 요구되는 송풍기의 성능을 만족하면서 동시에 소음을 최소화 시킬 수 있는 재생형 송풍기 설계의 최적화 개발에 대하여 발표하였다. 이들은 재생형 송풍기의 설계 및 성능과 소음 등을 예측하기 위하여 FANDAS-Regen 프로그램을 사용하였고, 송풍기 형상의 최적 설계를 위해서 최적화 알고리즘인 STDQAO(Sequential Two-point Diagonal Quadratic Approximate Optimization)를 사용하여 FANDAS-Regen과 최적화 프로그램인 PIANO를 연성해석을 진행하였다. 이들은 또한 최적 설계된 모델을 실제 제작하고, 제작 완료된 시제품의 성능 및 소음 시험을 수행하여 FANDAS-Regen 예측결과와 비교하였다. 그 결과, 송풍기의 압력과 유량특성 곡선에서 예측 값과 시험 값이 서로 비교적 잘 일치하는 것이 증명되었으며, FANDAS-Regen의 예측소음 값과 실제모델의 소음 시험 값도 일정부분 그 경향이 일치하는 것이 증명되었다. 또한 설계점 유량에서 현저하게 낮은 소음 값이 측정되는 것으로 나타났다.

허만웅 등⁽³⁾은 송풍기 설계를 위한 기초설계, 삼차원 유동 및 소음해석, 그리고 최적설계와 같은 일련의 설계과정을 수행할 수 있는 통합형 송풍기 전산설계 프로그램인 Total FAN[®]을 개발하고, 프로그램의 한 부분인 Total FAN-Regen[®]을 사용하여 재생형 송풍기에 대한 기초설계, 삼차원 유동 및 소음해석 그리고 공력-음향학적 성능을 고려한 다목적 최적설계를 수행하고, 도출된 최적형상에 대해 시제품 제작 및 성능 시험을 수행하였다. 그 결과, 최적 설계된

* 국립군산대학교 기계자동차공학부
E-mail : jangho@kunsan.ac.kr

재생형 송풍기의 효율과 소음에 대한 설계 값은 성능시험 결과 값과 비교하여, 각각 7.3%와 6.5%의 오차를 보이는 것으로 나타났다.

고희환 등⁽⁴⁾은 대형 축류 송풍기의 성능시험에 대해 ANSI/AMCA 표준에 인증된 노즐형 시험 장치와 그렇지 않은 덕트형 시험장치의 실험 결과로부터 최대 17%의 오차가 있음 분석하고, 12개월의 특정 기간 동안 반복 실험을 수행하였다. 그 결과, 산업계에서 많이 쓰고 있는 흡형 덕트형 시험 장치는 외부환경에 쉽게 영향을 받고 재현성과 신뢰성이 매우 떨어지는 것으로 나타났으며, 피토티브를 이용한 유량 측정이 신뢰하기 어려운 것으로 나타나서, 이를 사용할 때 주의가 필요한 것으로 나타났다.

양상호 등⁽⁵⁾은 양방향 토출 방연에어커튼으로서 최적의 성능으로 평가된 E 모델(원심형 송풍기를 이용한 스파이럴 노즐형)을 대상으로 풍속 시험과 방연능력 시험, 실화재 방연시험 등을 하고, 수치해석을 통해 에어커튼의 핵심 요소인 노즐의 각도 및 분출속도 등을 최적화한 연구결과를 발표하였다. 그 결과, 방연에어커튼 흡입구는 화원 반대방향으로 위치할 때가 연기 재순환에 따른 가시도 확보에 효과가 있음이 확인되었으며, 화재발생시 250 °C에서 60 분 이상 운전이 가능한 구조로 설계된 원심형 송풍기가 적용되었다. 그리고 주어진 조건에서 방연에어커튼의 총 높이는 900mm 이하로 설계하는 것이 좋을 것으로 나타났으며, 매현 2터널 중단구배를 적용하여 방연에어커튼의 연기차단 성능에 대하여 전산유체역학(CFD)으로 수치해석결과, 중단구배 0 %에서는 7 MW의 화재강도에, 중단구배 1.779 %에서는 2 MW의 화재강도에 각각 화재 발생이후 10분간 연기 차단이 가능한 것으로 확인되었다.

백레이어링 및 터널 내 역풍 저항에 대하여 전산유체역학(CFD)으로 수치해석 결과 노즐각도는 20°, 에어커튼의 노즐 선단 0.1 m에서 풍속 30 m/s를 기준으로 화원의 반대방향에서의 입구 속도 조건으로 0.5 m/s를 부여한 경우 터널내 정압차가 대략 2.11 Pa로 예측되었다. 그리고 방연에어커튼 풍속 및 포그머신 실험결과 호흡선 높이(GL+1.5 m)에서의 방연에어커튼 유속은 1.5 m/s 이상으로 측정되어 5 MW 정도 규모의 화재발생시 열기류 상승에 따른 1 m/s 정도의 연기 이동 속도에 충분히 차단효과를 발휘할 수 있는 것으로 확인되었다. 매현 2 터널에 설치된 E 모델(원심식 후향의 송풍기, 스파이럴 노즐형식) 방연 에어커튼이 가동될 때, 차단이 가능한 터널의 외풍 유속은 평구배를 기준으로 대략 0.4 m/s 정도로 나타났다.

김정엽 등⁽⁶⁾은 는 칠드빔유니트의 최적설계 과정과 실규모 성능평가 장치에서의 성능평가 수행에 대해 발표하였다. 그들은 국내 조건에 맞는 칠드빔 공조시스템을 개발하고 그 과정에서 칠드빔 유니트의 유인구조에 대한 최적설계를 수행하였으며, 실규모 성능평가 장치를 제작하여 시제품에 대

한 성능평가를 수행한 것이다. 이와 함께 칠드빔 유니트의 유인성능에 영향을 줄 수 있는 노즐각도, 노즐개수, 유인슬롯의 폭, 압력챔버 높이, 드레인 팬의 높이 및 1차 공기 유량 등을 설계변수로 선정하여 수치해석적인방법으로 분석을 하였다. 그 결과, 1차공기의 공급 유량이 101.3 CMH 일 경우에 압력 챔버에는 158.7 Pa의 압력이 형성되며 냉난방 코일에 공급되는 냉수의 급수온도는 7.1 °C, 배수온도는 11.0 °C가 되었고, 냉난방 코일의 유량은 2.6 LPM이 되었다. 이때, 1차 공기측의 냉방부하 처리량은 498.1 W가 되었고, 2차 공기측의 냉방부하 처리량은 709.5 W가 되는 것으로 나타났다.

한편, 유체기계 학술대회에서는 고효율 저소음 송풍기를 주제로 한 특별 세션이 구성되었으며, 냉동공조용 축류팬 블레이드의 고효율 설계⁽⁷⁾, 스위프를 가지는 축류팬의 설계방법⁽⁸⁾, 제트팬의 내열시험⁽⁹⁾, 전동기 냉각팬의 공학학적 특성⁽¹⁰⁾ 등에 대한 논문들이 성공적으로 발표되었다.

3. 결 론

이상과 같이 송풍기 및 그것을 활용한 에어커튼이나 칠드빔 등의 연구결과 등이 요약되었다. 이들의 연구 수행방법을 살펴보면, 대형 축류 송풍기의 실험방법 검토에 대한 논문 1편을 제외하고 모두 수치해석에 근거한 최적화 해석을 포함하고 있는 게 특징이다. 컴퓨터를 활용한 수치해석 방법은 비싼 비용이 수반되는 실험 시료를 최소화 할 수 있기 때문에 많은 연구에서 도입되고 있는 것으로 파악된다. 이에 따라 수치해석 방법에 근거를 둔 상용코드를 개발하는 연구나 이러한 코드의 신뢰성이나 안정성 등을 검증하는 연구들이 송풍기 및 환기시스템 분야에 지속적으로 수행될 것으로 기대된다.

References

- (1) 이종성, 장춘만, 2014, “임펠러 형상에 따른 양흡입 원심 송풍기 성능특성”, 한국유체기계학회논문집, 제17권 제1호, pp.28~34.
- (2) 김준근, 이광영, 이찬, 길현권, 정경호, 황상문, 2014, “연료전지용 저소음 재생형 송풍기의 개발”, 한국유체기계학회논문집, 제17권 제2호, pp.48~53.
- (3) 허만웅, 김진혁, 서태완, 구경완, 이충석, 김광용, 2014, “재생형 송풍기의 고효율 저소음 설계를 위한 통합형 최적설계 프로그램 개발”, 한국유체기계학회논문집, 제17권 제1호, pp.35~40.
- (4) 고희환, 정철영, 김경엽, 2014, “ANSI/AMCA 210 기준에 의한 대형 축류 송풍기의 성능시험 및 측정 불확도 평가”, 한국유체기계학회논문집, 제17권 제2호, pp.24~29.
- (5) 양상호, 최영석, 김정엽, 김남규, 김경엽, 2014, “터널 화재 시 연기확산 차단을 위한 양방향 토출 에어커튼 시스템

- 에 대한 연구”, 한국유체기계학회논문집, 제17권 제5호, pp.43~53.
- (6) 김정엽. 신현준. 주상현. 김지석, “칠드빔 유니트의 최적 설계 및 성능평가 연구”, 한국유체기계학회논문집, 제17권 제5호, pp.11~18.
- (7) 김진혁, 김성, 이경용, 최영석, 여환걸, 정철영, “냉동 공조용 축류형 팬 블레이드의 고효율 설계”, 한국유체기계학회 학술대회 논문집, 부산 해운대그랜드호텔, 2014. 11. pp.26~28.
- (8) 이찬, 서경휘, 정우열, 차용길, “스윙을 가지는 축류형 팬의 설계, 성능해석 방법 및 적용”, 한국유체기계학회 학술대회 논문집, 부산 해운대그랜드호텔, 2014. 11. pp.26~28.
- (9) 양상호, 김경엽, 최영석, 김정엽, 이승환, “고효율 슬림형 제트팬의 내열 시험에 관한 연구”, 한국유체기계학회 학술대회 논문집, 부산 해운대그랜드호텔, 2014. 11. pp.26~28.
- (10) 박재민, 허만웅, 김광용, 최장운, 이준엽, “저전압용 전동기 냉각 nos의 형상 변화에 따른 공력학적 특성”, 한국유체기계학회 학술대회 논문집, 부산 해운대그랜드호텔, 2014. 11. pp.26~28.