

송풍기 및 환기시스템 분야 연구동향

이봉수* · 권오용*

1. 서 론

2009년 한 해 동안에 국내에서 발표된 송풍기 및 환기시스템 관련 논문들을 유체기계공업학회(KFMA)를 대상으로 확인한 결과 총 12편의 연구 논문이 발표 되었다. 송풍기 및 환기 분야는 환경 및 에너지 저감의 측면에서 보면 연구 활동이 활발히 이루어져야함에도 불구하고, 첨단 분야가 아니라는 이유로 연구활동이 위축되고 있는 실정이었다. 2009년에는 산업기술기반조성사업의 일환으로 “고효율 저소음 송풍기 개발”이라는 제목으로 송풍기 분야에 연구개발이 종합적으로 진행되고 있는 점은, 관련 업체 및 학계의 송풍기 분야의 발전을 위해 진일보할 수 있는 계기가 될 것으로 사료된다. 2009년도 송풍기 및 환기시스템의 연구동향을 소개함으로써 향후 관련 산업체과 학계의 연구 활동에 도움을 드리고자 한다.

2009년 유체기계공업학회(KFMA)에서는 송풍기 및 환기시스템 관련하여 총 12 편의 연구논문이 발표되었다. 그 중 대형 축류 송풍기에 관련하여 5편의 논문이 발표되었고, 블로어에 관련하여 2편, 주거용 환기용 송풍기에 관련하여 2편, 그 밖에 송풍기의 성능 및 소음 관련된 논문은 3편의 논문이 발표되었다.

2. 대형 축류 송풍기 분야

대형 축류 송풍기는 일반적으로 고속도로의 터널, 해저터널에 많이 쓰이고 있으며, 이는 터널 내에 산재하고 있는 오염물질을 밖으로 이송하거나, 화재시 발생하는 연기를 터널 밖으로 이송시키는 역할을 한다. 오인규 등⁽¹⁾은 제트팬 설계변수가 성능에 미치는 영향을 대하여 연구했으며, 여러 제트팬 설계 변수들 중 제트팬 소음기 형상에 따른 영향성을 실험계획법을 이용하여 분석하였다. 실험계획법을 사용하여 최적화된 로터의 날개를 사용했으며, 제트팬 케이스 밖으로 돌출시켜 효율을 높인 벨 마우스를 사용하였다. 수치해석방법으로는 난류모델을 사용하였으며, 유동박리현상 등의 예측에 적절한 전단이송

(Shear stress transport) $k-\omega$ 사용하였다.

고희환 등⁽²⁾은 지하환기 및 제연용 가역 대형 송풍기에 대한 연구를 진행했으며, 블레이드 세팅 각도에 따른 성능변화의 추이에 대하여 확인하였다. 또한, 블레이드 세팅 각도의 변화가 압력 및 풍량, 동력 변화의 경향을 확인하였다. 제연을 위해서 송풍기의 역방향 회전시 정압 및 풍량의 감소에 대하여 연구를 진행하였다.

이봉수 등⁽³⁾은 대형 가역 송풍기에서 발생하는 소음에 대하여 분석하였다. 회전수 및 받음각에 따라서 Sound Power Level 변화 경향에 대해 연구하였다. 송풍기 회전수에 따라 압력 및 풍량의 변화량을 추정이 가능하지만, Sound Power Level 변화는 추정이 어렵다. 연구에서는 회전수 및 받음각에 대한 Sound Power Level의 경향에 대하여 연구하였다.

박준영 등⁽⁴⁾은 가역송풍기에 사용되는 블레이드 형태에 따른 설계기법을 연구하였다. 일반적인 날개익형을 사용하여 입출구의 날개각에 대한 최적화 연구를 진행하였다. 사용된 설계기법은 관통유동해석기법을 활용하였으며, 최적화 기법은 익형의 입출구각을 최적화하기 위해 상용프로그램인 Isight를 활용하였다.

양상호 등⁽⁵⁾은 제트팬에 사용되는 지지대물의 안전성 검토를 통한, 지지대의 최적화에 대하여 연구하였다. 기존의 지지대의 과도한 안전율로 생산 원가의 상승요인이 되는 점을 연구, 이를 합리적인 안전율로 계산하여, 적절한 지지대에 대한 값을 추출, 원가 절감이 가능하다는 것을 확인하였다.

3. 블로어 분야

시스템에 고압의 공기를 공급하거나 고압의 공기를 이용하여 고체(미소입자포함)을 이동시키는 데 이용되기도 하는 블로어에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있다. 특히 쓰레기 이송 및 재생형 블로어가 그것 중 하나이다.

최영석 등⁽⁶⁾은 설계 요구조건에 만족하는 재생형 블로워를 개발하고 시제품을 제작하여 성능을 평가하였다. 재생형 블로어를 설계하기 위해 1차원 성능예측기법을 사용하여 기본 및

* 한국기기유화시험연구원 유체기계평가센터
E-mail : bs7624@mpi.or.kr

최종설계를 수행하였으며 최종 설계 결과에 대해 3차원 형상으로 모델링하고 수치해석을 통하여 성능을 예측하였으며, 최종 형상에 대해 시제품을 제작, 송풍기 성능시험을 통해 성능을 평가하였다.

양상호 등⁽⁷⁾은 생활폐기물 관로 이송 설비용 송풍기의 설계 방법 및 운전방법을 제시하였고, 최적의 운전상태를 유지하며 에너지 손실을 줄이는 방안에 대한 연구를 진행하였다. 이 연구에서는 중앙집하장 시설의 송풍기 제원, 관로 이송시스템의 송풍기 운전방식에 대해 연구하였으며, 이송관로 설비 송풍기의 설계 및 인렛 베인 콘트루에 의한 시스템 압력 제어에 대해서 연구하였다.

장춘만 등⁽⁸⁾은 송풍기 설계에 대한 기반 연구단계로 송풍기의 기본설계를 간단히 수행할 수 있는 Excel 프로그램을 이용한 설계코드를 개발하였고, 설계인자가 기하학적 형상에 미치는 영향에 대하여 고찰하였다.

4. 환기용 원심 송풍기 분야

현재 건물이 고층화됨에 따라 욕실이나 주방의 오염된 공기를 배출하는 것이 중요한 이슈로 대두되고 있다. 특히, 건물에 높이에 따라 환기용 송풍기의 배기 성능이 변화함으로서 원하는 공기를 배출하는 것이 고전적인 환기용 송풍기로는 한계에 도달했다. 이에 정풍량 송풍기로 기외정압 및 덕트 손실을 보상할 수 있는 것이 필요하다.

박준건 등⁽⁹⁾ 환기용 원심 다이송풍기의 공력설계 및 평가에 대하여 연구를 하였다. Adichi 등은 임펠러 날개의 입출구각이 다른 9개의 날개형상을 실험하여 날개 입구각과 출구각의 최적값을 제시한바 있고, Han 등은 스크롤 내부의 유동장을 2차원 유동으로 가정하여 해석하고, cut-off의 형상을 반응면 기법을 이용하여 최적화 하였다. 또한, Yamazaki 등은 다이송풍기의 임펠러와 스크롤 내부에서의 압력손실을 이론과 실험치를 적용하여 수치적으로 성능을 예측하였다. 이를 바탕으로 하여 설계조건에 맞는 공력 설계를 실시하였으며, CFD해석 및 시제품 공력시험을 통하여 내부유동특성 및 성능평가를 실시하였다.

5. 송풍기 기초 설계 분야

김진혁 등⁽¹⁰⁾은 시로코 팬의 스크롤 내 삼차원 유동 및 소음 특성을 파악하고자 하였으며, 정상 및 비정상 삼차원 RANS 해석을 수행하였다. 성능시험을 토대로 수치해석의 타당성을

검증을 수행하였다. 또한, 임펠러 및 스크롤의 상호작용으로 인해 발생하는 소음 특성을 분석하기 위해 비정상상태의 삼차원 해석을 수행하였으며, 원주방향으로 선택된 케이싱에서의 벽 압력 소음수준과 스펙트럼을 분석한 결과, 피크소음은 설부영역과 임펠러 간의 강한 상호작용에 의해 발생하는 것을 확인하였다.

김재우 등⁽¹¹⁾은 환기용 축류 송풍기에 대하여 유동특성을 파악하고자 삼차원(RANS) 방정식을 사용한 수치해석을 수행하였으며, 정확한 수치해석을 위해 난류모델 및 벽 근처의 격자구성을 변화시켜가며 삼차원 수치해석을 수행하고, 그에 따른 결과를 토대로 모터 위치 변경에 따른 수치해석을 수행하여 성능곡선 상의 각 유량계수에서 압력계수 및 효율과 같은 특성 비교 연구를 진행하였다.

이찬 등⁽¹²⁾은 산업체 설계 실제에서 활용할 수 있는 팬성능과 소음 특성을 동시에 고려할 수 있는 설계방법을 제안하였다. 팬의 3차원 형상 설계는 블레이드 각도 분포, 캠버선 결정, 익형 두께분포 및 블레이드 요소의 축적과정을 통하여 수행된다. 설계된 팬 성능에 대해, 유동 편차각 및 압력손실 모형을 결합된 관통류 해석방식을 적용하여 팬 내부 유동장 및 성능을 계산하였으며, 예측된 유동장 결과를 바탕으로 하여, 회전하는 정상양력, 2차 유동 및 팁 누설유동에 의한 팬의 이산 주파수 소음을 계산하였다. 또한 계산된 팬 성능을 이용하여, 팬의 광대역 소음을 계산하였다. 설계 및 해석방법을 하나의 전산화된 체계에 통합하였고, 본 전산 프로그램을 실제 산업용 및 공조용 팬 설계에 적용하였으며, 설계, 성능 및 소음 해석 결과들을 측정결과와 비교하여 신뢰성에 대한 검증 연구를 진행하였다.

6. 결 론

지금까지 2009년도 유체기계 공업학회의 송풍기 및 환기시스템 분과에 대한 연구동향과 성과에 대하여 살펴보았다. 환경 분야의 대두로 인하여, 송풍기의 또하나의 이슈인 소음해석에 대한 연구가 2009년에는 활발히 진행되었다.

또한, 송풍기의 기초적인 유동장 해석, 블레이드 설계에 대한 연구도 진행되었으며, 특히, 산업체에서 쉽게 이용할 수 있는 팬 설계 상용 프로그램의 개발 또한 이루어지고 있음을 알 수 있다.

오는 2010년에도 송풍기의 소음 및 송풍기 기초 설계에 대한 상용 프로그램의 지속적인 연구 개발로 송풍기 분야의 성장 이 함께 이루어지기를 기대해 본다.

참고문헌

- (1) 오인규, 김준형, 최영석, 양상호, 권오명, 2009, “제트팬 설계 변수가 성능에 미치는 영향” 2009 유체기계연구개발 발표회 및 정기총회, pp. 365~366.
- (2) 고희환, 정철영, 박덕용, 이봉수, 권오용 2009, “블레이드 피치각 변화에 따른 송풍기 성능 변화연구” 2009 유체기계연구개발 발표회 및 정기총회, pp. 461~464.
- (3) 이봉수, 권오용, 송화영, 고희환, 정철영 2009, “회전수 및 받음각의 변화에 따른 제연팬의 소음특성변화” 2009 유체기계연구개발 발표회 및 정기총회, pp. 465~468.
- (4) 박준영, 최범석, 한상조, 2009, “대형 가역송풍기 공력설계 기술 개발” 2009 유체기계연구개발 발표회 및 정기총회, pp. 469~470.
- (5) 양상호, 임순규, 문은숙, 김태영, 2009, “제트팬 각 지지대의 설계 표준안 방안” 2009 유체기계연구개발 발표회 및 정기총회, pp. 319~333.
- (6) 최영석, 이경용, 정경호, 2009, “소형 고속 재생형 블로워의 설계 및 성능평가” 2009 유체기계연구개발 발표회 및 정기총회, pp. 367~368.
- (7) 양상호, 김경엽, 장춘만, 2009, “생활폐기물 관로 이송용 송풍기의 설계 및 운전 특성에 관한 연구” 2009 유체기계연구개발 발표회 및 정기총회, pp. 149~154.
- (8) 장춘만, 박준용, 양상호, 2009, “Excel을 이용한 원심송풍기 설계프로그램 개발” 2009 유체기계연구개발 발표회 및 정기총회, pp. 471~476.
- (9) 박준건, 강경준, 신유환, 김광호, 이윤표, 정계구, 김정환 2009, “환기용 원심 다익송풍기의 공력설계 및 평가” 2009 유체기계연구개발 발표회 및 정기총회, pp. 341~346.
- (10) 김진혁, 송우석, 이승배, 김광용 2009, “주거환기용 시로코팬의 공력 및 소음 특성 연구” 2009 유체기계연구개발 발표회 및 정기총회, pp. 347~352.
- (11) 김재우, 김진혁, 김광용, 2009, “환기용 축류송풍기의 유동 해석 및 모터 위치에 따른 성능 특성 연구” 2009 유체기계연구개발 발표회 및 정기총회, pp. 353~358.
- (12) 이찬, 길현권, 2009, “성능 및 소음특성을 고려한 축류팬의 설계 전산 체계” 2009 유체기계연구개발 발표회 및 정기총회, pp. 359~364.