

## 가스 · 스팀터빈 분야 연구동향

김재환\*

### 1. 서론

전 세계의 선진 산업화 및 정보 사회화로 인해 전기형태의 에너지 소비가 급속하게 늘고 있는 것은 이미 잘 알려진 사실이다. 그러나 화석연료를 이용한 전기생산은 온실가스 등의 환경문제를 안고 있으며, 기존 형태의 발전 방식을 고수하는 한 인류가 반드시 해결하고 넘어가야 할 숙제이다. 따라서 기존 발전 시스템의 고성능화 및 친환경화 뿐만 아니라 새로운 형태의 발전 시스템 개발은 매우 중요한 이슈가 되고 있다. 전력수급의 많은 부분을 원자력 및 화력발전이 의존하고 있는 우리나라는 점차 증가하는 전력 수요를 가스 터빈을 이용한 복합발전이나 열병합 발전이 담당해 가고 있는 추세를 볼 때 가스 및 스팀터빈 관련 산업 발달과 이 분야의 지속적인 연구개발은 매우 중요하다.

한편, 1940년대를 전후로 가스터빈이 항공기 엔진으로 적용되면서 이와 관련된 기술이 급속한 발전 하였으며, 현재까지도 몇 개의 선진국만이 핵심기술을 독점하고 있다. 가스터빈 관련기술은 항공우주 분야의 핵심기술 중 하나라는 것은 주지의 사실이며, 설계, 제작, 시험과 관련된 파생기술 들은 타 산업의 파급효과 매우 크기 때문에 국내에서도 관련분야 연구가 활발히 진행되고 있다.

최근에는 분산발전에 대한 관심이 고조되면서 이에 적합한 동력원으로 고려되고 있는 마이크로터빈 및 이의 응용시스템에 대한 연구개발이 선진국에서 뿐만 아닌 국내에서도 활발히 수행되고 있다. 마이크로터빈은 중대형 가스터빈에 비해 개발기간이 짧고 개발비 규모가 작아 세계시장에서도 경쟁력 있는 상품이 될 수 있으며, 터보기기 공력설계, 공기 베어링, 내열코팅 등의 관련 핵심기술들은 항공기의 보조동력장치 및 ECS 등의 개발에 직접적으로 적용되기 때문에 기술파급 효과

가 매우 크다.

현재 국내에서는 5MW급 소형열병합발전용 가스터빈 개발 사업의 본격적 진행 및 2006년도부터 착수된 한국형헬기개발사업 등에 힘입어 가스터빈엔진, 보조동력장치(마이크로터빈)의 개발과 관련된 산·학·연 공동연구가 활발히 진행되고 있다. 이 같은 움직임은 그 동안 시장성 및 독자모델 개발 당위성을 이유로 주춤했던 중대형 발전용 가스터빈 및 항공용 가스터빈 관련 연구의 활성화를 가져올 것으로 기대된다.

본 연감에서는 2008년도 가스/스팀 터빈 분야의 주요 연구동향을 유관학회의 논문집 및 학술대회에 발표된 논문을 중심으로 살펴본다. 연구동향 분석에 필요한 자료는 유체기계저널, 대한기계학회논문집B, 설비공학논문집에 게재된 가스/스팀 터빈 관련 논문과, 대한기계학회, 대한설비공학회, 유체기계공업학회의 학술대회에서 발표된 논문을 토대로 작성하였다. 가스터빈의 구성부 중 압축기와 팬은 타 분야 연구동향에서 다루기 때문에 여기서는 생략하였고, 본 학회 연구 분야의 특성상 연소기 관련 분야는 다루지 않았다.

### 2. 유동장 해석

터빈내부(허브와 케이싱 및 3차원 익형으로 형성된 환형 통로내부) 유동은 벽면 및 익 주변에서 발생하는 점성 경계층, 2차 유동의 발생, 익의 회전에 의한 원심력 및 전향력, 회전익 말단 틈새에서의 누설유동과 이들의 상호 작용으로 복잡한 특성을 보인다. 또한 터빈의 내부에도 열전달 향상(터빈 익 냉각)을 위해 설치된 다양한 요철들의 영향으로 복잡한 유동이 존재한다. 2008년도에는 터빈 내 유동과 관련하여 2건의 연구가 수행되었다.

터빈 블레이드의 익단 형상이 전압손실에 미치는 영향을 분석하기 위해 선형 캐스케이드를 이용한 실험적 연구<sup>(1)</sup>가 수행되었는데 익단의 흡입면 측에 스킨러가 설치된 경우가 가장 낮은 전압 손실을 보였다. 한

\* 한국항공우주연구원 회전익기개발단 항공엔진팀  
E-mail : kjaehwan@kari.re.kr

편, 터빈 블레이드의 3차원 형상이 터빈 내 유동특성에 미치는 영향을 분석하기 위해 스캔 방향으로 단면 형상이 동일한 2차원 캐스케이드와 단면 형상이 다른 3차원 캐스케이드를 이용한 시험<sup>(2)</sup>을 수행한 결과 3차원 형상의 경우 허브면 부근으로 손실이 치우치는 경향을 보였다.

### 3. 열전달 해석

열전달 해석 부분은 터빈 익 냉각기술과 직접적 관련은 없지만 터빈 익 주변, 허브, 케이싱 등에서의 열전달 및 열 해석에 관련된 연구들을 분류하였다. 2008년에도 매년 꾸준히 발표되었던 터빈 익단 주변의 열전달 현상과 관련된 연구가 주로 소개되었다.

최근 들어 고압터빈 동익에는 평면팁 보다는 스컬러팁이 많이 적용되고 있는데 고선회 터빈 동익 스컬러팁 표면에서의 유동 및 열전달 특성을 실험적으로 규명하고 평면팁의 결과와 비교 분석한 결과<sup>(3)</sup> 스컬러팁 표면에서의 열부하 및 국소적 열부하 집중도가 현저히 낮음이 확인 되었다. 또한, 기존의 익단 주변 열전달 연구와는 다르게 이상우 등<sup>(4)</sup>은 실제 가스터빈 연소기 출구조건에 근접한 난류 강도, 대형 고선회 각 터빈 익 등을 적용한 실험을 통하여 익단 주변의 국소적 열전달 특성을 규명하였다.

### 4. 터빈 익 냉각

높은 터빈입구온도확보를 위한 터빈 익 냉각에 관한 연구는 크게 익 내부에서의 냉각공기 흐름에 의한 대류냉각, 정체 점에서의 강한 열 및 물질전달을 이용한 충돌제트 냉각, 익 내부에서 표면으로 냉각공기를 분사한 후 막을 형성하여 익을 보호하는 막냉각 등에 대한 것이 대부분이며 본 연감에서도 냉각방식에 따라 2008년도에 발표된 논문을 분류 및 분석하였다.

#### 4.1 내부관 냉각

터빈 익 내부의 열전달 향상을 위해 내부유로 표면에 요철(rib), 핀(pin) 및 딥플(dimple) 등의 형상변화를 주는 열전달 향상기법들이 많이 사용되고 있다. 이러한 구조물들은 이차유동, 박리유동의 재 부착 등을 야기 시키고 궁극적으로 열전달 성능을 증대시킨다. 특히 딥플형상은 높은 열전달 특성과 함께 상대적으로

낮은 압력 손실 특성을 가지고 있어, 2008년에는 딥플 형상을 가진 면에서의 열전달 특성을 실험적/해석적으로 분석한 연구가 주로 수행되었다.

박승덕 등<sup>(5)</sup>은 딥플이 설치된 회전 유로에서의 열전달 특성 관련 연구를 통하여 회전 유무가 딥플이 설치된 뒷면에서의 열전달 계수와 열성능에 큰 영향이 있음을 확인하였으며, 권현구 등<sup>(6)</sup>은 사각형을 이용하여 발생시킨 와류가 딥플 내 열/물질전달 특성에 미치는 영향을 분석하여 난류조건일 때 보다 층류조건일 때 주변 유동(사각형에 의한 와류)에 의한 딥플의 열전달 성능 향상이 더 크음을 확인하였다. 또한 주름진 덕트를 이용해 열전달 면 상류 유동에 와류를 발생시켜 그 영향을 분석한 연구<sup>(7)</sup>도 수행 되었다.

한편 딥플형상 면의 열전달 특성을 보다 국소적 관점에서 분석하기 위해 단일 딥플의 열전달에 대한 실험적/수치 해석적 연구가 수행되었는데, 낮은 레이놀즈 수 영역에서 단일 딥플에 의한 국소 열/물질전달계수 측정을 한 연구<sup>(8)</sup>와 단일 딥플 내에 리브렛 형상을 적용하여 열전달 특성을 수치적으로 규명한 연구<sup>(9)</sup>도 수행되었다. 후자의 연구에서 리브렛 각도가 60°인 경우 딥플 내부에 리브렛이 부착되지 않은 경우에 비해 23% 정도의 항력감소와 7% 정도의 Nusselt 수 증가를 보였다.

이 밖에도 가스터빈의 동익 내의 열전달 특성을 모사하기위해 회전하는 채널 내의 열 및 물질전달 분포를 분석한 연구<sup>(10)</sup>와 반응면 기법을 이용한 원형관 내 요철 형상에 대한 최적화 연구<sup>(11)</sup>가 수행되었다.

#### 4.2 충돌제트 냉각

2008년에는 충돌제트 냉각과 관련된 독립적 연구는 수행되지 않았으며 막 냉각과의 혼합 형태인 충돌제트/유출냉각 관련 연구가 주로 수행되었다. 경사제트가 충돌제트/유출냉각 면의 열전달 특성에 미치는 영향<sup>(12)</sup>과 분사홀에 설치된 난류 촉진제가 충돌/유출면의 열전달 특성에 미치는 영향<sup>(13)</sup>에 대한 연구가 수행되었다. 경사제트를 이용한 충돌제트/유출냉각방법의 적용은 정체점 이동 및 극대값 증가현상을 보였으며, 수직으로 분사되는 배열제트에서 발생하는 2차 극대영역이 나타나지 않았다. 또한 분사홀에 난류 촉진제를 적용한 결과 횡방향 유동존재 여부에 상관없이 turbulator 설치를 통해 평균 열/물질전달 값이 5~10% 증가되는 효과를 얻을 수 있었다. 한편 이현 등<sup>(14)</sup>은 유출유동을

가진 정사각유로 내 열전달 향상을 위해 경사진 요철의 최적 설계를 수행하였는데, 이를 통해 블레이드 내부의 덕트에 막냉각을 위해 설계된 유출홀은 열전달에는 크게 영향을 미치지 않지만 마찰계수에는 큰 영향을 미치는 인자라는 것을 규명하였다.

### 4.3 막냉각

작년까지 수행된 막냉각 관련 연구는 주로 터빈의 내부유로에서 대류냉각과 복합적으로 일어나는 경우에 대한 것이었으나 2008년에는 막냉각 자체에 대한 연구가 주로 수행되었다.

이기돈 등<sup>(15)</sup>은 원통형 막냉각 홀에 대해 3차원 RNS해석을 바탕으로 대리모델을 사용하는 최적화 기법인 RBNN기법을 사용하여 최적설계를 수행하였다. 박승덕 등<sup>(16)</sup>은 압력감응페인트를 이용하여 유로가 축소 또는 확대되는 영역에서의 막냉각 효율을 측정하였다. 한편 고온의 연소가스에 노출되는 터빈 노즐의 냉각의 실제적 모사를 통해 열전달 특성을 규명한 실험적 연구가 수행되었는데, 오상현 등<sup>(17),(18)</sup>은 충돌제트에 의한 냉각효과와 전면 막냉각에 의한 냉각효과가 복합적으로 나타나는 유출판 외부 표면의 열전달 특성에 초점을 맞추어 시험을 수행하였으며 두 가지 냉각 효과를 복합적으로 고려하기 위해 단열조건이 아닌 유출판의 전도현상을 고려하였다.

## 5. 가스터빈 성능해석 및 시험평가

2008년도에는 마이크로가스터빈에 관련된 성능해석 및 시험에 관련된 연구가 주로 수행되었으며, 축류터빈의 성능시험, 엔진 운전 시뮬레이션 관련된 연구들도 다수 수행되었다.

전무성 등<sup>(19),(20)</sup>은 기존 상용 마이크로터빈에 열회수 온수 발생기를 설계/장착하여 마이크로터빈의 열회수 성능시험을 수행을 통해 소형 열병합 시스템 설계에 필요한 성능 파라미터들의 영향성을 분석 하였다. 또한 위 연구의 시스템에서 얻은 시험자료를 바탕으로 온수의 일부를 마이크로터빈의 연소기 또는 압축기 출구(재생기 입구)에 분사하여 시스템 전체의 성능을 높이는 해석적 연구<sup>(21)</sup>도 수행되었는데, 높은 마이크로터빈 출력과 온수발생량을 위해서는 연소기 입구분사, 높은 마이크로터빈 출력과 효율을 위해서는 압축기 출구분사가 적절한 방법임을 확인하였다. 한편 유제는

등<sup>(22)</sup>은 시험 자료로 검증된 마이크로터빈 운전해석 프로그램으로부터 구성부 성능지하에 따른 운전자료를 얻고 이 자료를 이용하여 운전 파라미터(온도, 압력 등)를 입력으로 하고 구성부 성능 파라미터를 출력으로 하는 신경회로망을 학습시켜 가스터빈 운전 이상 진단 방법을 제시하였다. 허광범 등<sup>(23)</sup>과 박정극 등<sup>(24)</sup>은 상용 마이크로터빈에 바이오가스 압축 정제 시스템을 적용 축산폐수로부터 얻은 바이오가스를 연료한 발전시스템을 구성하여 실증 시험을 수행하는 한편 운전 환경에 대한 시스템의 성능 민감도 분석을 위해 성능 시뮬레이션도 병행하여 수행하였다.

이산화탄소 배출 감소를 위해 GRAZ Cycle, CES Cycle등과 같은 순산소 연소를 이용한 사이클을 이용한 발전시스템에 대한 연구가 이미 선진국에도 많이 수행되고 있으며, 국내에서도 이와 관련된 해석적 연구<sup>(25),(26)</sup>가 수행되었다. 한편 축류 터빈과 관련된 시험적 연구도 수행되었는데 임병준 등<sup>(27)</sup>은 가스터빈 운전 시 엔진에 가해지는 충격 등에 의해 생길 수 있는 축류 터빈에서의 비 대칭 익단 간극이 로터의 동특성에 미치는 영향을 규명하기 위해 1단 충돌터빈 시험을 통해 유동 특성을 분석하였다. 또한 강정식 등<sup>(28)</sup>은 터빈 성능시험에서 터빈 입구에서의 유동 파라미터를 측정하기 위하여 전통적으로 레이크를 사용하는 방법 대신 상세한 유동측정을 통하여 터빈 입구 유동을 측정할 수 있는 방법을 제안하여 기존 방법보다 정밀한 터빈의 성능평가가 가능하게 하였다.

이 밖에도 넓은 범위에서의 가스터빈 운전자료 확보<sup>(29)</sup> 및 보다 실제적인 운전 모사<sup>(30)</sup>를 위한 프로그램 개발 관련 연구도 수행되었다.

## 6. 가스터빈 응용 시스템

2008년도에 수행된 가스터빈 응용 시스템에 관한 연구는 예년과 마찬가지로 연료전지와 하이브리드 시스템의 성능해석 및 시험에 관한 것들이 대부분이었다. 박성구 등<sup>(31)</sup>은 10kW PEM 연료전지/가스터빈 하이브리드 시스템과 SOFC 연료전지/가스터빈 하이브리드 시스템의 설계 성능을 해석하여 소형 시스템의 경우에도 SOFC가 단일 연료전지 시스템을 기준으로 할 때 성능 향상의 폭이 큼을 규명하였으며, 특히 고분자 전해질 연료전지와 가스터빈으로 구성된 하이브리드 시스템을 대상으로 부분부하 성능해석을 위한 구성부 모델링을 수행하고 가스터빈축의 가변 회전수 운전방

식에 따른 하이브리드 시스템의 부분부하 성능을 해석한 연구<sup>(32),(33)</sup>도 수행되었다.

기존의 사용되고 있는 가스터빈을 사용하여 연료전지/가스터빈 하이브리드 시스템을 구성하였을 경우 연료전지의 설계온도 및 압축기 서지마진 등을 고려하여 현실적 설계방안을 제시 한 연구<sup>(34)</sup>와 MCFC와 가스터빈으로 구성된 하이브리드 시스템에 ORC와 순산소 연소 발전시스템 각각 하부 사이클로 하는 발전시스템의 성능해석을 수행하여 비교분석한 결과를 제시한 연구<sup>(35)</sup> 또한 수행되었다.

## 7. 스팀터빈 및 복합/열병합 발전

최근 석탄을 가스화한 합성가스를 연료로 사용하는 IGCC가 전 세계적으로 건설되어 작동되면서 국내에서도 이와 관련된 연구가 활발히 수행되고 있다.

이종준 등<sup>(36)</sup>은 천연가스를 사용하도록 설계된 발전용 가스터빈에 syngas를 적용했을 경우의 성능특성을 고찰하였다. 앞의 연구가 특정한 형태의 syngas 공급 방식에서 성능특성을 살펴본 것과 달리 김영식 등<sup>(37),(38)</sup>은 syngas 생성을 위해 공기분리로 공기를 공급하는 방식과 공기분리기에서 분리된 질소를 연소기로 공급하는 방식 등 플랜트 구성에 따른 가스터빈의 운전 상태와 성능을 분석하였다. 또한 syngas를 사용하는 가스터빈의 터빈 첫 단 노즐 블레이드 온도가 얼마나 변하는지 또 이 때 결합도에 따른 가스터빈 성능변화를 고찰한 연구<sup>(39)</sup>도 수행되었다. 또한 2006년 시작된 국내 최초 300MW급 IGCC 실증플랜트 관련 연구<sup>(40)</sup>도 소개 되었다.

한편, 스팀터빈용 다이어프램 제작기술과 관련된 연구도 수행되었는데 김영철 등<sup>(41)</sup>은 일체형 다이어프램 제작 및 설계기술 연구를 수행하였으며 박준영 등<sup>(42)</sup>은 앞의 개발 프로그램에서 개발된 대형 다이어프램의 시일 대한 수치해석을 수행하여 성능해석 기법을 확립하고 개발제품의 성능을 확인하였다.

이 밖에도 실제 사이트에서 스팀터빈의 개선 공사 후 열 성능 변화를 분석한 연구<sup>(43)</sup> 등이 수행되었다.

## 7. 결 론

2008년 가스/스팀터빈 분야의 연구는 양적으로나 연구의 다양성 측면에서도 2007년에 비해 크게 변동이 없었던 것으로 평가된다. 다만 최근 5년간 연구 경향

을 살펴볼 때 연구 건수는 예년에 비해 다소 감소되고 있는 경향을 보이고 있다. 이는 연구과제나 관련 개발사업의 감소에 기인하는 것이 아닌 연구 성과물들의 발표나 공유가 적극적으로 수행되지 않고 있는 것에 기인한다고 판단된다. 가스터빈/스팀터빈 관련 연구의 발표 및 홍보에 대한 연구 관련자들의 관심이 아쉬운 시점이다.

유동장 및 열전달 해석에 관한 연구는 예년과 비슷한 경향을 보였고, 전체적으로는 실험 및 해석이 실제 상황을 모사하는 환경에서 수행되는 경향을 볼 수 있었다. 가스터빈 엔진에 관련된 연구는 예년과 비교할 때 개발과 직접적 관련이 있는 연구들도 다수 발견되었으며 운전 및 성능평가에 관한 연구들은 예년과 유사한 수준으로 수행되었다.

본격적으로 진행되고 있는 소형 열병합 발전용 가스터빈 사업과 한국형헬기개발사업 및 새롭게 기획되고 있는 중/대형 발전용 가스터빈 개발 사업 등과 관련된 연구 성과물들의 양적, 질적 성장을 기대해 본다.

## 참고문헌

### 유동장 해석

- (1) 이기선, 박승덕, 노영철, 광재수, 전용민, 2008, “터빈 블레이드 팁 형상과 간극 크기에 따른 전압 손실 연구,” 2008 유체기계연구개발발표회논문집, pp. 7~12.
- (2) 이원석, 정진택, 이두영, 배용채, 2008, “3차원 블레이드 형상이 터빈 캐스케이드 내 유동특성에 미치는 영향에 대한 연구,” 2008 유체기계연구개발발표회논문집, pp. 123~124.

### 열전달 해석

- (3) 문현석, 김선웅, 이상우, 2008, “평면팁과 스켈러팁 표면에서의 유동 및 열전달 특성 비교,” 2008 유체기계연구개발발표회논문집, pp. 237~238.
- (4) 이상우, 문현석, 2008, “고선회 터빈 동익 팁 표면에서의 열전달 특성,” 대한기계학회논문집B, Vol. 32, No. 3, pp. 207~215.

### 내부관 냉각

- (5) 박승덕, 이기선, 광재수, 전용민, 황인희, 2008, “딥

플이 설치된 회전 유로에서의 열전달 측정 연구,” 2008 유체기계연구개발발표회논문집, pp. 113~118.

(6) 권현구, 조형희, 2008, “사각형에 의한 와류 유동이 층류-난류 영역에서의 덩플 내 열/물질전달 특성에 미치는 영향,” 2008 유체기계연구개발발표회논문집, pp. 239~240.

(7) 권현구, 황상동, 조형희, 2008, “주름진 덕트에서 덩플/돌출 형상이 열전달에 미치는 영향,” 대한기계학회 추계학술대회 논문집, KSME08F Fr10G071.

(8) 권현구, 황상동, 조형희, 2008, “낮은 레이놀즈 수 영역에서 단일 덩플에 의한 국소 열/물질전달계수 측정,” 대한기계학회 열공학부문/유체공학부문 춘계학술대회 논문집, KSME 08TE043, pp. 172~175.

(9) 두정훈, 윤현식, 하만영, 2008, “내부 냉각유로에서 열전달 강화와 압력손실 감소를 위한 표면 형상체의 개발,” 대한기계학회 추계학술대회 논문집, KSME08F Fr01C003.

(10) 박준수, 김경민, 이동현, 조형희, 2008, “핀이 설치되어 있는 회전 채널 내의 열 및 물질 전달 분포,” 대한기계학회 에너지 및 동력공학부문 춘계학술대회논문집, KSME 08EP017, pp. 99~104.

(11) 김경민, 이동현, 조형희, 김문영, 2008, “가스터빈 블레이드 내 요철을 가진 원형 유로에서의 열전달 특성,” 대한기계학회 열공학부문/유체공학부문 춘계학술대회 논문집, KSME 08TE051, pp. 203~206.

**충돌제트/유출 냉각**

(12) 홍성국, 이동호, 조형희, 2008, “경사제트에 따른 충돌제트/유출냉각에서 열/물질전달 특성,” 대한기계학회논문집B, Vol. 32, No. 4, pp. 283~289.

(13) 홍성국, 이동현, 김영도, 조형희, 2008, “분사홀에 설치된 난류촉진제에 따른 충돌/유출면에서의 열/물질 전달특성,” 유체기계저널, 제 11권, 제 6호, pp. 24~30.

(14) 이현, 김경민, 이동현, 조형희, 2008, “유출유동을 가진 정사각유로 내 열전달 향상을 위한 경사진 요철 최적설계,” 대한기계학회논문집B, Vol. 32, No. 4, pp. 300~306.

**막냉각**

(15) 이기돈, 김광용, 2008, “신경회로망기법을 사용한

원통형 막냉각 홀의 최적설계,” 대한기계학회논문집B, Vol. 32, No. 12, pp. 954~962.

(16) 박승덕, 이기선, 김성하, 김학봉, 박재수, 김춘택, 양계병, 2008, “압력감응페인트를 이용한 확대/축소 유로에서의 막냉각 효율 측정,” 유체기계저널, 제 11권, 제 6호, pp. 31~37.

(17) 오상현, 이동현, 김경민, 조형희, 2008, “충돌제트를 고려한 전면 막냉각 시스템에 관한 실험적 연구,” 대한기계학회 에너지 및 동력공학부문 춘계학술대회논문집, KSME 08EP020, pp. 119~124.

(18) 오상현, 이동현, 김경민, 조형희, 김문영, 이성호, 2008, “냉각유량이 충돌제트가 고려된 전면막냉각 시스템의 열전달 특성에 미치는 영향,” 2008 유체기계연구개발발표회논문집, pp. 339~340.

**가스터빈 성능해석 및 시험평가**

(19) 전무성, 이종준, 김동섭, 장세동, 2008, “마이크로터빈의 열회수 성능시험,” 대한기계학회 에너지 및 동력공학부문 춘계학술대회논문집, KSME 08EP033, pp. 191~197.

(20) 전무성, 이종준, 김동섭, 장세동, 2008, “마이크로터빈의 열회수 성능시험,” 대한기계학회논문집B, Vol. 32, No. 8, pp. 629~61.

(21) 전무성, 이종준, 김동섭, 2008, “수분사를 통한 마이크로터빈 성능향상 해석,” 2008 유체기계연구개발발표회논문집, pp. 567~572.

(22) Jae Eun Yoon, Jong Jun Lee, Tong Seop Kim and Jeong L. Sohn, 2008, “Analysis of performance deterioration of a micro gas turbine and the use of neural network for predicting deteriorated component characteristics,” Journal of Mechanical Science and Technology, Vol. 22, No. 12, pp. 2516~2525.

(23) 허광범, 박정극, 임상규, 김재훈, 2008, “마이크로가스터빈 (MGT) 성능 시뮬레이션 모델 개발,” 유체기계저널, 제 11권, 제 4호, pp. 52~62.

(24) 박정극, 허광범, 임상규, 2008, “30kW급 바이오가스 마이크로터빈 시험 운전 결과,” 2008 유체기계연구개발발표회논문집, pp. 563~564.

(25) 박병철, 손정락, 김동섭, 안국영, 강신형, 2008, “순산소 연소 기본 사이클의 작동조건 변화에 따른 성능해석,” 대한기계학회 추계학술대회 논문집,

KSME08F Th10F084.

- (26) 이영덕, 이상민, 박준홍, 유상석, 안국영, 2008, “가스터빈과 순산소 연소를 적용한 발전시스템의 성능해석,” 대한기계학회 추계학술대회 논문집, KSME08F Fr10F079.
- (27) Byeung Jun Lim and Seung Jin Song, 2008, “Non-axisymmetric flow field on an axial impulse turbine,” Journal of Mechanical Science and Technology, Vol. 22, No. 1, pp. 166~170.
- (28) 강정식, 양재준, 차봉준, 안이기, 이대성, 2008, “2단 축류 터빈의 공력성능시험-입구 유동 측정,” 2008 유체기계연구개발발표회논문집, pp. 235~236.
- (29) Dae Hwan Jeong, Soo Hyun Yoon, Jong Joon Lee and Tong Seop Kim, 2008, “Evaluation of component characteristics of a reheat cycle gas turbine using measured performance data,” Journal of Mechanical Science and Technology, Vol. 22, No. 2, pp. 350~360.
- (30) 김재민, 김귀순, 최정열, 정용운, 황인희, 2008, “터빈 블레이드 피치 간격에 따른 가스터빈 엔진의 성능해석,” 2008 유체기계연구개발발표회논문집, pp. 233~234.

가스터빈 응용 시스템

- (31) 박성구, 유병준, 김동섭, 손정락, 안국영, 2008, “소형 가압형 연료전지/가스터빈 하이브리드 시스템의 성능 비교해석,” 대한기계학회논문집B, Vol. 32, No. 9, pp. 652~658.
- (32) 지승원, 유병준, 김동섭, 손정락, 2008, “PEMFC/GT 하이브리드 시스템의 부분부하 성능해석,” 대한기계학회 에너지 및 동력공학부문 춘계학술대회논문집, KSME 08EP004, pp. 21~26.
- (33) 지승원, 유병준, 김동섭, 손정락, 이영덕, 안국영, 2008, “하이브리드형 고분자 전해질 연료전지 시스템의 부분부하 성능해석,” 대한기계학회논문집 B, Vol. 32, No. 11, pp. 849~855.
- (34) 박성구, 손정락, 김동섭, 2008, “가압형 고체산화물 연료전지/가스터빈 하이브리드 시스템 설계에서

터빈입구 바이패스 효과,” 유체기계저널, 제 11권, 제 1호, pp. 33~39.

- (35) 지승원, 김동섭, 손정락, 2008, “하부사이클 추가에 의한 MCFC/GT 하이브리드 시스템의 성능향상,” 2008 유체기계연구개발발표회논문집, pp. 561~562.

스팀터빈 및 복합/열병합 발전

- (36) 이종준, 차규상, 손정락, 김동섭, 주용진, 2008, “Syngas를 연료로 사용하는 발전용 가스터빈의 성능해석,” 대한기계학회논문집B, Vol. 32, No. 1, pp. 54~61.
- (37) 김영식, 이종준, 김동섭, 손정락, 주용진, 2008, “플랜트 구성을 고려한 IGCC용 가스터빈의 성능해석,” 대한기계학회 에너지 및 동력공학부문 춘계학술대회논문집, KSME 08EP018, pp. 105~111.
- (38) 김영식, 이종준, 김동섭, 손정락, 주용진, 2008, “플랜트 구성을 고려한 IGCC용 가스터빈의 성능해석,” 대한기계학회논문집B, Vol. 32, No. 9, pp. 704~711.
- (39) 김영식, 김동섭, 손정락, 주용진, 2008, “터빈 블레이드 온도를 고려한 IGCC 플랜트용 가스터빈의 성능해석,” 2008 유체기계연구개발발표회논문집, pp. 341~342.
- (40) 박원식, 정재화, 주용진, 서석민, 서해경, 이민철, 홍진표, 안달홍, 2008, “IGCC 300MW 실증플랜트 연구 및 차세대 석탄가스화 복합발전 고유모델 기술개발,” 대한기계학회 추계학술대회 논문집, KSME08F Fr03E001.
- (41) 김영철, 변삼섭, 이안성, 2008, “일체형 다이어프램 제작 및 설계기술 연구개발,” 2008 유체기계연구개발발표회논문집, pp. 343~346.
- (42) 박준영, 이안성, 김병욱, 김영철, 2008, “대형 발전용 다이어프램 시일의 성능 및 유동특성 해석,” 대한기계학회 추계학술대회 논문집, KSME08F Th10E081.
- (43) 김광홍, 장진형, 황광원, 홍은기, 원종범, 2008, “성능개선 공사후 터빈 열성능 변화 분석,” 2008 유체기계연구개발발표회논문집, pp. 565~566.