

## 가스·스팀터빈 분야 연구동향

김재환\*

### 1. 서 론

전세계적으로 전기사용의 비중이 급증함에 따라, 새로운 형태의 발전 시스템 개발뿐만 아니라 기존 발전 시스템의 고성능화 및 친환경화는 매우 중요한 이슈가 되고 있다. 한편, 전력수급의 많은 부분을 원자력 및 화력 발전에 의존하고 있는 우리나라는 점차 증가하는 전력 수요를 가스터빈을 이용한 복합발전이나 열병합 발전이 담당해 가고 있는 추세를 볼 때 가스 및 스팀터빈 관련 산업발달과 이 분야의 지속적인 연구개발은 매우 중요하다. 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 효과가 매우 크다. 한편 5MW급 소형열병합발전용 가스터빈 개발 사업이 본격적으로 진행되고 있으며 2006년도 6월부터 한국형헬기개발사업이 착수됨에 따라 가스터빈 엔진, 보조동력장치(마이크로터빈)의 개발과 관련된 산·학·연 공동연구가 기대된다. 이 같은 움직임은 그동안 주춤했던 중대형 발전용 가스터빈 및 항공용 가스터빈 관련 연구의 활성화를 가져올 것으로 기대된다.

본 연감에서는 2006년도 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, 대한기계학

회, 대한설비공학회, 유체기계공업학회의 학술대회에서 발표된 논문을 토대로 작성하였다. 가스터빈의 구성부 중 압축기와 웬은 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, 회전의 말단 틈새에서의 누설유동과 이들의 상호 작용으로 복잡한 특성을 보인다. 또한 터빈 익 내부에도 열전달 향상(터빈 익 냉각)을 위해 설치된 다양한 요철들의 영향으로 복잡한 유동이 존재한다. 2006년도에는 주로 터빈 익 주변의 외부유동에 대한 시험 및 수치해석적 연구와 내부유로의 유동현상 규명을 위한 모사시험 관련 연구가 수행되었다.

터빈 익 주변의 외부유동과 관련된 수치 해석적 연구로는 정익과 동익의 상호작용과 선단에 위치한 정익에서 발생하는 2차 유동과 후류를 고려할 때 후단에 위치한 동익의 허브면에 설치된 경계층 펜스의 2차 유동역체 효과를 분석한 연구<sup>(1)</sup>, 자유유동의 난류강도가 터빈 캐스케이드내 3차원 난류유동에 미치는 영향을 분석한 연구<sup>(2)</sup> 및 정익 후류에 의한 동익의 비정상 유동특성을 분석한 연구<sup>(3)</sup> 등이 수행되었다. 또한 터빈 익 주변의 대표적 2차 유동인 팁 누설유동의 특성을 실험적으로 파악한 연구<sup>(4)</sup>가 수행되었는데, 지금까지 상대적으로 실험 자료가 부족했던 전면 스킨러팁에서의 3차원 유동과 압력손실을 측정하였다.

한편, 터빈 익 내부의 요철은 난류발생 및 열전달 면적을 증가시켜 열전달 향상을 가져오지만 터빈 익 내부의 유동흐름을 방해하여 압력손실을 가져온다. 따라서

\* 한국항공우주연구원 KHP개발실 엔지니어  
E-mail: kjaehwan@kari.re.kr

터빈 익 내부의 유동현상 파악은 매우 중요한데 이를 위해 익 내부를 모사한 관내에서의 압력강하 특성을 분석한 실험적 연구<sup>(5),(6)</sup>도 수행되었다.

### 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. 2006년에도 매년 꾸준히 발표되었던 터빈 익단 주변의 열전달 현상 및 터빈 익 표면에서의 열전달 특성을 규명하는 연구가 계속 진행되었다. 익단 주변의 열전달 특성 관련으로는 스킨러 팁, 세그먼트 스킨러팁 등 다양한 형태의 익단 주변에서의 열전달 현상을 수치해석적으로 분석한 연구<sup>(7),(8)</sup>와 나프탈렌 승화법을 이용하여 선회각이 큰 터빈 동익의 익단 누설 영역에서의 열 및 물질전달 특성을 탈설계 운전영역에서 실험적으로 규명하고 특히 입구 고난류 강도가 끝벽 열전달 특성에 미치는 영향을 살펴본 연구<sup>(9)</sup>가 수행되었다. 위의 연구들은 터빈 익단과 그 주변에서의 열전달 계수 분포를 제공하여 터빈 익단 주변 영역에서의 열전달 현상의 이해를 돕고, 터빈 익 열설계의 기본 자료로 활용될 수 있다. 터빈 익 표면에서의 열전달 현상과 관련하여 1단 축류터빈의 정익과 동익의 거리에 따른 동익표면에서의 열전달 특성을 수치해석적으로 분석한 연구<sup>(10)</sup>가 수행되었다.

## 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 2006년도에 발표된 논문을 분류 및 분석하였다.

### 4.1 내부관 냉각

터빈 익 내부의 열전달 향상을 위해 내부유로 표면에 요철 (rib), 핀 (pin) 및 덤플 (dimple) 등의 형상변화를 주는 열전달 향상기법들이 많이 사용되고 있다. 이러한 구조물들은 이차유동, 박리유동의 재부착 등을 야기시키고 궁극적으로 열전달 성능을 증대시킨다. 2006년도에도

주로 덤플이 있는 채널에서의 열전달 현상에 대한 수치해석적 연구가 주로 수행되었다.

안준 등<sup>(11)</sup>은 기존의  $k-\epsilon$ 모델이 덤플형상 표면에서의 국소 열전달 계수를 실험치와 다르게 예측하는 반면 큰 에디 모사 수치해석 결과는 실험치와 가까운 형태로 재현됨을 보였고 같은 수치해석 기법으로 덤플의 배열이 채널내부의 난류 열전달 특성에 미치는 영향을 분석하였다<sup>(12)</sup>. 신동운 등<sup>(13)</sup>도 수치해석을 통해 덤플유로에서의 난류 열전달 특성을 규명하였다.

### 4.2 충돌제트 냉각

2006년에는 충돌제트 냉각과 관련된 독립적 연구는 수행되지 않았으며 막냉각과의 혼합형태인 충돌제트/유출냉각 관련 연구가 다수 발표되었다.

충돌제트/유출냉각 시 횡방향 유동이 낮은 열전달 영역을 형성시킨다는 연구결과를 토대로 보다 균일하며 구조적으로 안정된 냉각성능을 얻기 위해 횡방향 유동이 있는 충돌제트/유출냉각 기법에서 원형핀을 설치한 경우에 대해 실험적인 연구<sup>(14)</sup>가 수행되었다. 한편 회전하는 터빈 익 내부유로에서의 충돌제트/유출냉각 열전달 특성을 파악을 위해 회전하는 채널에서 분사홀의 변화<sup>(15)</sup> 및 회전효과<sup>(16)</sup>가 충돌제트/유출냉각에 미치는 영향을 규명하였다.

### 4.3 막냉각

막냉각 관련 논문은 2006년에 3편이 발표되었으며, 이들 모두 터빈 익 내부유로에서 대류냉각과 복합적으로 일어나는 유출냉각에 관한 연구이다. 박석환 등<sup>(17)</sup>과 전윤홍 등<sup>(18)</sup>은 회전하는 덕트에 각각 90도 및 45도 요철을 설치하고 유출유동이 열 및 물질전달에 미치는 영향을 실험적으로 고찰하였다. 한편 실제 터빈 익에는 요철과 유출홀이 전연과 후연에 설치된다는 점을 감안하여 덕트의 후연면에 유출홀을 설치한 후 시험을 통해 열전달 특성을 파악한 연구<sup>(19)</sup>도 수행되었다.

## 5. 가스터빈 성능해석 및 시험평가

2005년도까지 가스터빈과 가스터빈 응용시스템의 성능해석 및 시험, 터빈 구성품 시험 등의 주제는 '가스터빈 성능해석 및 시험평가' 분야로 분류하였으나 이 분야의 발표논문이 매년 증가함에 따라 2006년부터는 가스

터빈엔진의 성능해석 및 시험과 터빈 구성품 시험관련 분야는 가스터빈 성능해석 및 시험평가로 분류하고 복합발전을 제외한 가스터빈 응용 에너지 시스템 관련 주제들은 가스터빈 응용 시스템으로 분류하여 언급을 작성하였다.

이종준 등은 상용 마이크로터빈의 실제 운전을 통해 얻은 운전자료를 이용하여 구성부 특성을 파악하고 성능 시뮬레이션이 가능한 프로그램을 구성<sup>(20)</sup>한 후 이를 이용해 엔진 제어 방식이 운전특성에 미치는 영향을 분석하였다<sup>(21)</sup>. 또한 선행연구에서 검증된 성능 시뮬레이션 프로그램으로부터 마이크로터빈의 성능저하 자료들을 생성한 후 이를 신경회로망 기법에 적용한 결과 신경회로망 기법이 마이크로터빈의 성능진단의 유용함을 입증하였다<sup>(22),(23)</sup>. 위 연구와 유사한 방법으로 대형 재열 가스터빈의 현장운전자료를 통해 가스터빈 구성부의 특성 파라미터를 예측<sup>(24)</sup>하고 이를 이용하여 부분부하 운전조건에서 특성 파라미터들의 변화와 가스터빈 전체성능을 분석한 연구도 수행되었다<sup>(25)</sup>.

터빈 구성품의 시험평가와 관련해서는 총 2편의 논문이 발표되었는데, 부분분사 축류형 소형터빈의 성능시험에 관한 연구<sup>(26)</sup>와 터보펌프에 장착되는 초음속 충동형 터빈의 시험을 통해 부분 분사비가 터빈성능에 미치는 영향을 분석한 연구<sup>(27)</sup>가 수행되었다. 위의 두 연구 모두 부분분사형 터빈에 관한 시험적 연구로서 이 분야의 시험방법 및 설계 데이터베이스 확보에 큰 도움이 될 것으로 기대된다. 한편 엔진 및 터빈 구성품의 성능시험 시 신뢰성 있는 자료획득을 위한 연구도 수행되었는데 터빈성능 시험설비의 운전시 생기는 기계적 손실을 실제 운전을 통해 정량화 하여 보다 정확한 터빈효율을 얻기 위한 연구<sup>(28)</sup>와 엔진성능 시험시 측정 불확도를 분석하여 정밀한 시험치들을 얻을 수 있는 기법에 대한 연구<sup>(29)</sup>도 수행되었다.

터빈 공력설계와 관련되어 최범석 등은 5M급 소형 가스터빈에 적용할 3단 축류터빈의 개념설계를 통해 각 단에서의 성능특성 변화를 살펴보았으며<sup>(30)</sup> 연료전지 BOP용으로 쓰일 원심터빈의 공력설계 결과<sup>(31)</sup> 또한 제시하였다.

이 밖에도 축산 폐기물로부터 얻은 바이오가스를 이용한 마이크로터빈 발전시스템 개발관련 연구<sup>(32)</sup> 가스터빈의 입구온도 냉각을 통한 출력증가에 관한 연구<sup>(33)</sup> 등이 수행되었으며 가스터빈 고온부품의 재생정비 기술<sup>(34)</sup> 및 냉각특성관련 연구<sup>(35)</sup>가 수행되었다.

## 6. 가스터빈 응용 시스템

2006년도에 수행된 가스터빈 응용 시스템에 관한 연구는 연료전지와와의 하이브리드 시스템의 성능해석 및 시험에 관한 것들이 대부분이었다. 박성구 등<sup>(36)</sup>과 양진식 등<sup>(37)</sup>은 각각 가스터빈의 압력비 변화와 가스터빈 사양 변화가 고체 산화물 연료전지/가스터빈 하이브리드 시스템의 설계 성능해석에 미치는 영향을 분석하였으며 오경식 등<sup>(38)</sup>은 연료전지의 설계온도 및 압축기 서지마진 등을 고려한 가압형 고체산화물 연료전지/가스터빈 하이브리드 시스템의 합리적 설계방안을 제시하였다. 양진식 등<sup>(39)</sup>은 연료량 제어와 연료량과 함께 공기 공급량을 제어하는 두 가지 부분부하 제어방식에 따른 고체산화물 연료전지/가스터빈 하이브리드 시스템의 성능을 비교하여 각각의 특성을 분석 하였다. 유병준 등<sup>(40)</sup>은 PEM 연료전지/가스터빈 하이브리드 시스템에 수증기 개질과 부분산화 개질 방식을 도입할 경우 각각의 시스템의 설계성능을 비교하여 개질방법에 따른 시스템의 효율향상 효과를 분석하였다. 박부민 등<sup>(41)</sup>은 개조된 상용 마이크로터빈과 해외 제작사의 스택을 이용하여 조립된 평판형 고체산화물 연료전지로 실제 하이브리드 시스템을 구성하여 실제 운전을 통해 운전특성을 분석 하였다.

## 7. 스팀터빈 및 복합/열병합 발전

스팀터빈 및 복합발전에 관련된 논문은 총 9편으로 전 년도에 비해 증가된 편수가 발표되었다. 2006년도에는 복합발전 및 열병합 시스템의 성능해석, 스팀 터빈의 성능해석 및 주변 유동현상 규명 등의 연구가 주를 이루었다.

대형 복합발전 시스템에 관련된 연구로는 재열 사이클 가스터빈을 적용한 복합발전 시스템의 운전특성을 분석한 연구<sup>(42),(43)</sup>가 수행되었다. 한편 마이크로터빈을 이용한 소형 시스템에 관한 연구가 다수 발표되었는데 이준희 등<sup>(44)</sup>은 상대적으로 낮은 마이크로터빈의 배열을 이용하는 유기매체 랭킨 사이클을 하부 사이클로 하는 복합발전 시스템의 설계 및 부분부하 운전특성 분석하였고 최경식 등<sup>(45)</sup>, 박정극 등<sup>(46)</sup>, 허광범 등<sup>(47)</sup>은 흡수식 냉/온수기를 하부사이클로 하는 열병합 시스템을 실제로 구성하여 성능시험을 수행하였다.

중기터빈의 관련 연구로는 박중후 등<sup>(48)</sup>이 평균선 해석법을 이용하여 서로 다른 출력을 갖는 두 개의 LNG

운반선 추진용 증기터빈 고압단에 대한 성능해석을 수행하였으며 임지현 등<sup>(49),(50)</sup>은 Actuator disk 모델을 이용하여 터빈/Exhaust hood 간섭 유동장을 수치해석하였다.

## 7. 결론

2006년 가스/스팀터빈 분야의 연구는 양적으로 전년에 비해 비교적 많은 수의 논문이 발표되었으며 연구의 다양성 측면에서도 성과가 있었다고 평가된다. 이러한 현상이 위의 연구 분야 중 어느 한 곳에 편중되어 있지 않다는 것은 가스/스팀터빈 관련 연구가 바람직한 방향으로 진행되고 있음을 나타낸다.

유동장 및 열전달 해석에 관한 연구는 예년과 비슷한 경향을 보였고, 전체적으로는 실험 및 해석이 실제상황을 묘사하는 환경에서 수행되는 경향을 볼 수 있었다. 가스터빈 엔진에 관련된 연구는 주로 개발 쪽 보다는 운전 및 성능평가에 관한 연구들이 수행되었으나, 본격적으로 진행되고 있는 소형 열병합 발전용 가스터빈 사업 및 한국형헬기개발사업 등을 고려할 때 엔진개발 관련 연구가 활발히 진행될 것으로 기대된다.

## 참고문헌

### 유동장 해석

- (1) 윤덕규, 이우상, 김대현, 정진택, 2006, “축류가스 터빈내 동익의 허브면에 장착된 경계층 팬스의 효과에 대한 수치 해석적 연구,” 2006 유체기계연구개발발표회논문집, pp. 281~286.
- (2) 윤덕규, 이우상, 김대현, 정진택, 2006, “자유유동 난류강도가 터빈 캐스케이드내 3차원 난류유동 특성에 미치는 영향에 관한 전산해석,” 한국유체공학학회 논문집, pp. 371~374.
- (3) 이은석, 2006, “비정상 후류를 지나는 터빈 동익 주위의 유동장 수치해석,” 한국유체공학학회 논문집, pp. 153~156.
- (4) 채병주, 이상우, 2006, “평면팁과 스켈러팁 터빈 동익의 압력손실 특성 비교,” 한국유체공학학회 논문집, pp. 161~164.
- (5) 김경민, 이동현, 조형희, 2006, “단락요철이 회전덕트 내 압력강하에 미치는 영향,” 설비공학논문집, Vol. 18, No. 5, pp. 443~450.

- (6) 김경민, 박석환, 이동현, 조형희, 2006, “매끈한 벽면을 가진 회전덕트 레이놀즈 수에 따른 열/물질 전달 및 압력강하 특성 연구,” 설비공학논문집, Vol. 18, No. 11, pp. 888~895.

### 열전달 해석

- (7) 김대현, 김재춘, 윤덕규, 정진택, 2006, “세그먼트 스켈러팁을 갖는 터빈블레이드의 특성에 대한 수치해석,” 2006 유체기계연구개발발표회논문집, pp. 179~184.
- (8) 이우상, 윤덕규, 박현주, 정진택, 2006, “끝벽의 형상이 터빈 캐스케이드 내 열전달 특성에 미치는 영향에 관한 전산해석,” 한국유체공학학회 논문집, pp. 535~538.
- (9) 이상우, 박진재, 문현석, 채병주, 2006, “입구 고난류강도가 탈설계점에서의 터빈 끝벽 열부하 분포에 미치는 영향,” 대한기계학회 춘계학술대회 논문집, Th14G068.
- (10) 윤덕규, 이우상, 김대현, 정진택, 2006, “1단 축류 터빈의 정익/동익 상호작용하에서 축간격에 따른 동익내 열전달 특성에 관한 수치해석,” 대한기계학회 추계학술대회 논문집, Th12D119.

### 내부관 냉각

- (11) 안준, 이영욱, 송정철, 이준식, 2006, “딴플이 있는 채널 내부의 난류 열전달에 대한 큰에디모사,” 대한기계학회 춘계학술대회 논문집, Th14G063.
- (12) 이영욱, 안준, 이준식, 2006, “딴플 배열에 따른 딴플이 설치된 채널 내부의 난류 열전달 특성,” 2006 유체기계연구개발발표회논문집, pp. 31~36.
- (13) 신동윤, 김광용, 2006, “딴플 유로의 난류 열전달 해석,” 2006 유체기계연구개발발표회논문집, pp. 169~172.

### 충돌제트/유출 냉각

- (14) 홍성국, 이동호, 조형희, 2005, “초기 횡방향 유동이 존재하는 충돌제트/유출냉각에서 원형편이 설치된 유출면에서의 열/물질전달 특성,” 대학기계학회논문집B, Vol. 29, No. 7, pp. 828~836.
- (15) 홍성국, 조형희, 2006, “회전하는 충돌제트/유출

냉각기법에서 분사홀 변화에 따른 열/물질전달 특성,” 2006 유체기계연구개발발표회논문집, pp. 37~42.

- (16) 홍성국, 조형희, 2006, “충돌제트/유출냉각기법에서 회전효과에 의한 열/물질전달 특성,” 대한기계학회 춘계학술대회 논문집, Th14G054.

**막냉각**

- (17) 박석환, 전윤홍, 김경민, 이동현, 조형희, 2006, “90도 요철이 설치된 회전덕트에서 유출이 열/물질전달에 미치는 영향,” 유체기계저널, 제9권, 제1호, pp. 25~31.
- (18) 전윤홍, 김경민, 이동현, 조형희, 2006, “유출유동을 가진 회전사각유로내 열/물질전달에 45도 요철이 미치는 영향,” 대한기계학회 추계학술대회 논문집, Th12D081.
- (19) 박석환, 전윤홍, 김경민, 이동현, 조형희, 2006, “회전 사각유로 내 후연면에 유출유동이 열/물질전달에 미치는 영향,” 대한기계학회 춘계학술대회 논문집, Th13B003.

**가스터빈 성능해석 및 시험평가**

- (20) 이종준, 김동섭, 2006, “성능시험 데이터를 이용한 마이크로터빈 해석,” 대한기계학회 춘계학술대회 논문집, Th13B002.
- (21) 이종준, 윤재은, 김동섭, 2006, “시험 데이터를 기반으로 한 마이크로터빈 운전 시뮬레이션,” 유체기계저널, 제9권, 제6호, pp. 22~28.
- (22) 이종준, 윤재은, 김동섭, 2006, “신경회로망 기법에 기반한 마이크로터빈 성능진단 기법의 검증,” 2006 유체기계연구개발발표회논문집, pp. 275~280.
- (23) 윤재은, 김동섭, 이종준, 김정진, 2006, “신경회로망 기법을 이용한 마이크로터빈 운전상태 분석,” 대한기계학회 추계학술대회 논문집, Fr08A001.
- (24) 정대환, 윤수형, 이종준, 김동섭, 2006, “현장 운전자료를 바탕으로 한 재열사이클 가스터빈의 구성부 특성파라미터 예측,” 2006 유체기계연구개발발표회논문집, pp. 173~178.
- (25) 윤수형, 김동섭, 2006, “해석을 이용한 재열 사이클 가스터빈의 운전성능 분석,” 대한기계학회 춘

계학술대회 논문집, Th13B001.

- (26) 조종현, 조수용, 최상규, 2006, “부분분사 축류형 마이크로터빈에서의 성능예측 및 성능특성에 관한 연구,” 유체기계저널, 제9권, 제4호, pp. 13~19.
- (27) 정은환, 박편구, 김진한, 이수용, 2006, “부분분사비에 따른 초음속 풍동형 터빈의 성능변화에 대한 실험적 연구,” 2006 유체기계연구개발발표회 논문집, pp. 163~168.
- (28) 강정식, 권기범, 최상기, 차봉준, 양수석, 2006, “터빈 성능시험기의 기계적 손실 측정에 관한 연구,” 대한기계학회 춘계학술대회 논문집, Th11A003.
- (29) 이진근, 양인영, 양수석, 곽재수, 2006, “고공환경 엔진시험의 신뢰성 평가를 위한 불확도 분석 및 분산 분석 기법의 적용,” 한국유체공학술대회 논문집, pp. 1185~1188.
- (30) 최범석, 박무룡, 2006, “소형가스터빈의 축류터빈 공력설계 및 성능특성,” 대한기계학회 춘계학술대회 논문집, Th14E108.
- (31) 최범석, 안국영, 박무룡, 2006, “연료전지 BOP용 구심터빈 공력설계에 관한 연구,” 한국유체공학술대회 논문집, pp. 531~534.
- (32) 허광범, 박정국, 임상규, 2006, “축산폐기물 BIO-ENERGY를 이용한 마이크로 가스터빈 발전시스템 개발,” 대한기계학회 춘계학술대회 논문집, Th13B004.
- (33) 김동식, 강정식, 양수석, 2006, “한국의 기후 조건에서 가스터빈 입구공기 냉각을 통한 발전 출력 증가에 관한 연구,” 대한기계학회 춘계학술대회 논문집, Th13A001.
- (34) 강신호, 최희숙, 양성호, 이정혁, 2006, “대용량 가스터빈의 고온부 부품 위한 최신 재생정비 기술,” 대한기계학회 춘계학술대회 논문집, Th13A002.
- (35) 김수용, 김대승, 최범석, 2006, “발전용 가스터빈 블레이드 및 디스크 냉각 특성 고찰,” 대한기계학회 춘계학술대회 논문집, Th14F024.

**가스터빈 응용 시스템**

- (36) 박성구, 김동섭, 2006, “가스터빈 압력비 변화에 따른 고체 산화물 연료전지/가스터빈 하이브리드 시스템의 설계 성능 해석,” 대한설비공학회 하계학술발표대회 논문집, pp. 885~890.
- (37) 양진식, 손정락, 노승탁, 2006, “가스터빈의 사양

- 에 따른 고체산화물 연료전지-가스터빈 하이브리드 시스템의 성능 비교,” 대한기계학회 춘계학술대회 논문집, Th14F012.
- (38) 오경석, 김동섭, 2006, “가압형 고체산화물 연료전지/가스터빈 하이브리드 시스템의 합리적 설계,” 대한기계학회 춘계학술대회 논문집, Th14F002.
- (39) 양진식, 김재훈, 손정락, 노승탁, 2006, “부분부하 운전방법에 따른 고체산화물 연료전지-가스터빈 하이브리드 시스템의 성능비교,” 대한기계학회 추계학술대회 논문집, Fr08C001.
- (40) 유병준, 안국영, 이영덕, 김동섭, 2006, “PEM 연료전지 및 하이브리드 발전시스템의 성능해석,” 대한기계학회 추계학술대회 논문집, Th11A001.
- (41) 박부민, 양인영, 김재환, 양수석, 이대성, 2006, “가스터빈-연료전지 혼합형 발전시스템 개발,” 대한기계학회 춘계학술대회 논문집, Th14F003.
- (44) Joon Hee Lee and Tong Seop Kim, 2006, “Analysis of Design and Part Load Performance of Micro Gas Turbine/Organic Rankine Cycle Combined Systems,” Journal of Mechanical Science and Technology, Vol. 20, No. 9, pp. 1502~1513.
- (45) 최경식, 손화승, 김형식, 임상규, 허광범, 2006, “마이크로가스터빈 배열부하가 배가스 흡수식 냉온수기의 성능에 미치는 영향,” 설비공학논문집, Vol. 18, No. 2, pp. 158~162.
- (46) 박정극, 임상규, 허광범, 2006, “60 kW급 마이크로가스터빈 배가스 구동 흡수식 냉/온수발생기의 성능특성 연구,” 대한기계학회 춘계학술대회 논문집, Th13A003.
- (47) 허광범, 박정극, 임상규, 2006, “마이크로 가스터빈 열병합 발전시스템 성능평가,” 한국유체공학술대회 논문집, pp. 1153~1156.
- (48) 박종후, 정경남, 김양익, 조성희, 2006, “LNG 운반선용 증기터빈 고압단의 성능해석,” 한국유체공학술대회 논문집, pp. 275~278.
- (49) 임지현, 주원구, 이익형, 김영상, 임홍식, 2006, “터빈/Exhaust 상호간섭에서 비축대칭 입구 유동에 의한 영향에 대한 수치해석적 연구,” 2006 유체기계연구개발발표회논문집, pp. 293~297.
- (50) 임지현, 주원구, 김영상, 임홍식, 2006, “스팀터빈 Exhaust System에서 LP터빈과 Exhaust Hood 사이의 간섭에 대한 수치해석적 연구,” 한국유체공학술대회 논문집, pp. 291~294.

#### 스팀터빈 및 복합/열병합 발전

- (42) 윤수형, 정대환, 김동섭, 2006, “복합화력 발전용 재열사이클 가스터빈의 운전상태 분석,” 유체기계저널, 제9권, 제6호, pp. 35~44.
- (43) 정인철, 손정락, 노승탁, 2006, “복합화력 발전용 재열 사이클 가스터빈의 운전조건 변화에 따른 성능특성에 관한 연구,” 대한기계학회 추계학술대회 논문집, Fr08A003