

제 45차 터보 엑스포 2000

— 가스터빈개발 신기술 정보교환

● 일시 : 2000년 5월 8~11일 ● 장소 : 독일 뮌헨

지난 5월 8일부터 4일간 독일 뮌헨에서 열린 제45차 터보 엑스포 2000(ASME Turbo Expo 2000 - Land, Sea & Air)은 가스터빈의 개발 및 신기술에 대한 정보교환을 목적으로 전 세계에서 2천여명이 참석하여 6백70여편의 논문발표와 2백여 회사가 참가한 전시회 및 22 session에서의 가스터빈 사용자 심포지엄으로 개최되었다. 제46차 학술회의는 2001년 6월 초에 미국 뉴올리안즈에서 개최될 예정이다.

15시간의 긴 비행여행 후 지친 몸으로 학회장소인 뮌헨에 도착하였다. 뮌헨에 대해서는 1976년 올림픽 때의 테러사건과 독일 내에서 고대유적이 가장 많은 도시라는 것 이외에는 별로 알지 못한 상태에서 받은 첫 인상은 모든 것이 잘 정돈된 깨끗한 공항과 독일 하면 공업국가라는 생각과는 다르게 넓은 농경지였다. 특히 네모 반듯하게 정돈된 경작지 곳곳에 넓게 펼쳐지는 노란 유채꽃 밭이 인상적이었다. 작은 도시인구에 비해서 지하철이 잘 발달되어 있어서 숙소를 쉽게 찾을 수 있었다. 지하철 요금 중에서 특이한 점은 1일 승차권의 가격이었다. 1인 1일 승차권이 9마르크(4천5백원 정도)인데 비하여 5인 1일 그룹승차권의 가격이 13마르크(6천5백원 정도)로 가

족단위 승차시 매우 큰 혜택을 주고 있었다.

신제품소개 전시회 성황

본 학술회의는 미국기계학회(ASME; American Society of Mechanical Engineers) 산하 IGTI(International Gas Turbine Institute)가 주관하여 매년 개최되는데 격년으로 미국과 유럽에서 번갈아가며 유치하고 있다. IGTI는 미국기계학회 내에서 규모가 가장 큰 technical institute로서 미국 조지아주의 애틀랜타에 본부가 있으며, 가스터빈 및 가스터빈과 관련있는 장비의 설계, 생산, 운영 및 응용의 향상을 추구하며 국제적인 정보교환을 도모하는 단체이다.



趙亨熙

(연세대 공대 기계공학과 교수)

가스터빈은 항공기엔진으로 개발되어 대부분의 항공기에 사용되고 있으며, 단위체적당 추력이 가장 큰 열기관이다. 현재는 그 활용도가 계속 증가되어 헬리콥터 구동엔진으로부터 현대 문명의 가장 큰 이기중 하나인 전기를 발생하기 위한 발전기의 구동엔진(복합화력발전)과 최신 선박에 적용되어 그 효율성이 높아지고 있다. 선진 외국에서는 자동차의 공해문제 해결 및 구동력 증대를 목적으로 미래형 자동차인 하이브리드 자동차에도 적용하고 있다.

본 학회 행사는 가스터빈 기술발전 및 연구동향을 파악할 수 있는 학술발표회, 신제품을 소개하는 전시회 및 가스터빈 사용자를 위한 사용자 심포지엄 등으로 구성되었다.

다른 학술회의와 달리 산업체의 참여가 적극적인 이 학회의 전시회는 가스터빈과 연관된 업체들이 개발한 제품, 소프트웨어 프로그램 및 기술을 소개한다. 주된 참여업체로는 가스터빈 대표기업인 GE, Pratt & Whitney, Rolls Royce 등을 위시하여 ABB, Siemens, Solar Turbines, MTU, Nuovo Pignone, 일본의 MHI, IHI 등 2백여 업체가 참가하였다. 독일의 지역적 특성 때문인지 이번에는 유럽쪽 기업들이 넓은 전시장을 사용하였고, 항공기관련 엔진 뿐만 아니라 발전관련 엔진 소개와 함께 특히 작은 부품제작회사들의 전시품들이 돋보였다.

전시회에서 한국의 인지도가 계속 높아진 탓인지 아니면 IMF 후의 상황 변화 때문인지 한국전력, 한국중공업,

삼성항공, 현대중공업, 한국로스트와스 등 한국기업의 동향에 대하여 외국 업체들이 많은 관심을 갖고 있었다.

22 session서 논문 6백70여편

본 학술대회는 가스터빈 개발자의 입장 뿐만 아니라 사용자의 입장에서 문제점을 지적하고 해결하기 위하여 가스터빈 사용자 심포지엄이 22개의 session에서 진행되었으며, 주된 주제는 1) Business & Operation 2) Maintenance, Repair & Retrofitting Issues 등에 대한 토론을 하였다. 대부분의 국내 학술회의가 연구자 중심으로 운영되는데 반하여 이곳은 연구자, 제작회사 및 사용자들 모두 함께 토론함으로써 실제적인 문제점 지적과 해결방안 및 미래에 지향하여야 할 기술개발에 대하여 논의했다. 이로써 연구결과가 빠르게 생산에 응용되

〈분과별 발표논문수〉

Technical Committee	No.
Coal, Biomass and alternative Fuels	32
Ceramics	28
Manufacturing Materials & Metallurgy	26
Combustion & Fuels	71
Cycle Innovations	27
Electric utilities & Cogeneration	25
Heat Transfer	104
Industrial & Cogeneration	32
Marine	25
Pipelines & Applications	17
Structures & Dynamics	81
Turbomachinery	116
Aircraft Engine	38
Controls, Diagnostics & Instrumentation	29
Vehicular & Small Turbomachines	15
Education	8

고 사용자 입장까지 고려되는 연결고리를 학회가 제공하고 있었다.

학술발표는 IGTI 산하 16개 분과위원회를 중심으로 6백70여편의 논문이 세계 각국의 대학교, 연구소 및 산업체에서 발표되었다.

열전달 분야에 관련된 논문은 1백여편으로 계속해서 이 분야가 많이 연구되고 있으며, 가스터빈에서의 중요성이 높음을 알 수 있었다. 터빈 블레이드와 관련하여서는 끝벽(endwall)에서의 막 냉각에 관한 연구가 많이 진행됨을 알 수 있었고, 작년부터 관심이 높아진 블레이드 말단(blade tip) 주위에서의 유동/열전달 연구논문이 증가하였다. 큰 열부하에 노출되어 계속적인 관심분야인 터빈 전연(leading edge)에서의 막 냉각특성에 대한 연구와 유동과 전도를 동시에 고려(conjugate heat transfer problem)하여

블레이드 표면온도값을 예측하는 연구도 발표되었다.

막 냉각(film cooling)에 대한 연구는 이번에도 많은 논문이 발표되었으며, 복합각도분사(compound angle injection), 변형홀(shaped hole), 슬롯 막 냉각 등을 주제로 한 연구와 충돌제트 냉각기법을 개선한 충돌제트/유출 냉각방법 등이 발표되었다.

내부 이차유로 냉각기법으로는 요철, 짧은 환과 함께 덤플을 사용한 냉각성능 향상기법이 발표되었다. 터빈 로터를 모사한 회전 덕트에

대한 연구는 U-곡관에서의 곡률 효과 및 요철의 설치각도 변화에 따른 열전달 특성 등이 발표되었다. 또한 터빈 디스크를 모사한 회전 공동(rotating cavity)에서의 회전유동과 그에 따른 열전달 특성변화가 보고되었다. 이와 같은 열전달 분야의 연구는 기초연구부터 직접 터빈에서 실험한 결과까지 다양하게 수행되어졌다.

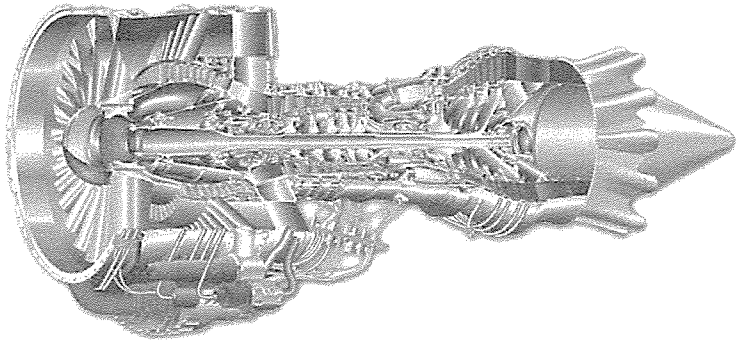
터보기계 분야는 다양한 논문들중 특히 비정상 유동현상 및 이차유동에 대한 수치해석 및 실험논문이 많았다. 예년과 같이 축류압축기에 대한 연구가 주종을 이루었으며, 원심압축기와 디퓨저 사이의 비정상 상호작용에 대한 발표도 있었다.

압축기/터빈 블레이드 끝단에서의 누설외류에 대한 3차원 유동 해석 및 이차유동 제어함으로써 누설손실 감소를 위한 연구가 많이 발표되었다.

구조/진동 분야에서는 진동하는 블레이드의 압력분포 측정 결과와 비정상 유동해석과 연계한 연구가 발표되었다. 이와 같이 유체모델과 구조모델을 연계한 공력(공기유동에 기인하여 받는 힘) 및 진동성능을 복합적으로 최적화하는 방법개발이 앞으로는 더욱 활발해질 것으로 생각된다.

뮌헨공과대학도 방문

독일대학의 실상을 보고 싶어서 견학지역중의 하나인 뮌헨공과대학(Technische Universität München)을 방문하였다. 새로이 건축했다는 기계공학동은 6개의 세부전공분야로 구분되어, 각 분야마다 건물의 한쪽 날개를 사용하는 실용적인 공간배



〈가스터빈-항공기 엔진 단면도〉

치와 정결한 모습이 특징적이었다. 이 실험동의 구성은 각각의 연구특성에 맞게 적정공간(각각 10~20평)으로 구분되어 있었으며, 바닥에는 압축공기, 배관 및 방진설비 설치공간이 확보되어 있고 천장에는 각종 가스배관, 배기가스 분출 및 폭발대비 압력조절 설비 등이 설치되어 있다.

이와 같은 시설들은 국내 대학에서는 생각하기도 힘들고 국내 국책연구소보다도 더욱 짜임새 있는 구성이 부러웠다. 실험 대상도 산업체와 연계되어 헬리콥터용 1MW급 가스터빈 시험, 800KW급 압축기 시험 및 초음속 고온 연소시험 등 응용연구로부터 LDA, PIV, LIPF 등의 고가의 정밀한 광학 측정기기를 사용하는 기초연구까지 다양하게 수행되고 있었다. 마지막으로 방문한 곳은 교내에 설치된 Cheng cycle(steam injected gas turbine)로 운전되는 발전설비였다. 새로운 발전 사이클의 적용 및 교내의 전기를 공급하는 곳으로서 대학이 연구하며 실제 적용하는 대표적인 예라고 할 수 있겠다.

이번 대회 참가국으로는 미국을 위시하여, 독일, 영국, 프랑스, 이탈리아

등 유럽국가들이 대부분이었고, 아시아지역에서는 일본, 한국, 대만, 중국 등이었다. 올해 한국에서는 한국중공업, 삼성항공, PC 엔지니어링 등 기업체, 항공우주연구소, 한국기계연구원 등 국책연구소, 서울대, 연세대, 서강대, 인하대, 조선대, 금오공대 등 대학교에서 참가하였다. 지금까지 한국에서 발표한 논문 수는 97년 3편, 98년 6편, 99년 8편, 2000년 12편으로 전체 수에 비해서는 미약하지만 급속하게 증가하고 있는 것을 알 수 있다. 하지만 국내 발표논문의 대부분이 기초적인 연구인데 비하여 외국 발표논문은 국내 학술회의에서와 다르게 산업체에서 발표하는 것을 많이 볼 수 있었고(공동연구를 포함하여 50% 정도), 대학에서 발표하는 논문도 많은 경우가 산학 연계에 의한 기업체와의 공동연구였다. 따라서 이 분야에 대한 국내산업 발전을 극대화하기 위해서는 산·학·연 연계에 의한 공동연구가 요구되어 진다.

제46차 학술대회는 2001년 6월 초에 미국의 남부 해안도시인 뉴올리안즈(New Orleans)에서 개최될 예정이다. ⑤7