

열병합 발전용 가스터빈 시장 및 기술개발 동향

세계의 가스터빈 시장규모에 대해 살펴보고 소형 가스터빈의 시장 전망 및 기술개발 동향과 주요 업체의 동향에 대해 소개하고자 한다.

허 광 학

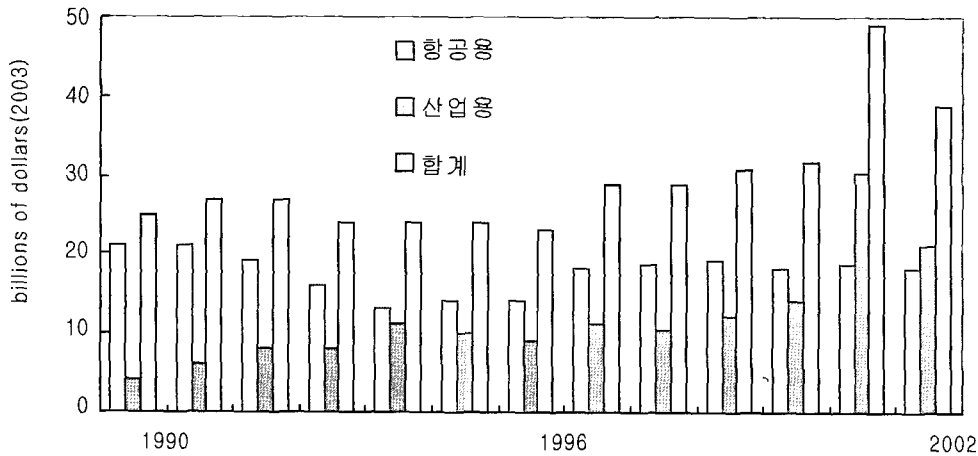
삼성테크윈(주)(kwanghakhuh@samsung.com)

세계 가스터빈 시장 규모

가스터빈은 소형경량인 고유특성과 신속한 시동이 가능하고 운전이 편리하다는 장점을 살려서 산업체, 대학, 병원 및 상업용 건물 등에 전력 및 열 혹은 증기 공급에 널리 사용되고 있다. 단순사이클 가스터빈의 경우 발전효율이 20~40%에 이르고, 발전 후 배출되는 고품질의 배열을 이용하여 활용도가 높은 스팀 등을 생산하여 종합효율을 획기적으로 높일 수 있다.

가스터빈시장은 크게 항공용과 산업용으로 구분할

수 있다. 항공용 가스터빈 시장은 그림 1에서와 같이 1939년 Frank Whittle 경이 항공용 추진기관으로 가스터빈을 사용하기 시작한 이래 지속적으로 시장을 형성해 오고 있는데, 90년대 이후에는 연간 220억불 수준의 시장을 형성하며 가스터빈 관련 기술의 발전을 주도해 왔다. 한편, 10년 전 불과 연간 50억불 수준의 시장규모에 머물던 산업용가스터빈 시장은 급성장을 거듭하여 2001년에는 항공용 가스터빈의 시장규모를 추월하였다. 향후 가스터빈 시장은 항공업체의 지속적인 불황으로 인해 앞으로도 상당기간 산업



Source : Forecast International

[그림 1] 세계 가스터빈 판매실적

용 위주로 형성될 것으로 전망된다. 가스터빈의 세계 시장 규모는 2001년 세계시장 규모는 480억불로서 최대의 호황이었으며, 이 때 산업용은 304억불을 기록하여 전체 가스터빈 시장의 63%를 점유하였다.

항공용 엔진에는 제트 엔진, 터보프롭 엔진 및 보조 동력장치(APU)가 포함되고, 산업용 엔진에는 발전용, 기계구동용, 차량 및 선박용 엔진이 포함된다. 산업용 엔진 중에서는 발전용이 금액기준으로 93%를 차지하고 있으며, 기타 기계구동용 및 선박용은 각각 5% 및 2%에 머물고 있다.

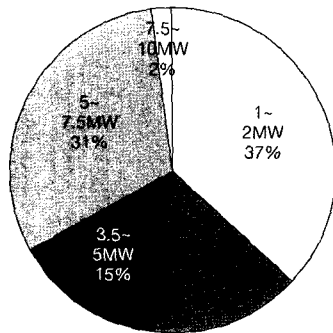
최근 4년 간 발전용 가스터빈의 판매실적을 판매대 수기준으로 살펴보면 1~10MW급 소형 가스터빈이 33%, 주로 항공용 엔진을 개조한 10~30 MW급 중형 가스터빈이 12%, 30MW급 이상 Heavy Duty형 대형 가스터빈 시장이 55%를 점유하고 있다. 대형 중에서도 120~180MW급이 21%를 점유하고 있다. 또한, 금액기준으로는 10MW 이상의 중대형 가스터빈 95% 이상을 점유하고 있다.

주로 복합화력 및 대형 지역 열병합발전용으로 사용되고 있는 중대형 발전용 가스터빈시장의 경우, 항공용 가스터빈 시장을 미국과 영국의 일부업체가 독점하고 있는 것과 유사하게, 미국의 GEPS와 GEAE가 무려 60%의 시장을 점유하고 있으며, 기타 독일의 Siemens와 프랑스의 Alstom이 각각 15%의 시장을 점유하고 있다. 중대형 가스터빈은 분산발전용 소형 열병합발전에는 부적합하므로 본고에서는 10MW급 이하의 소형 가스터빈에 대해 보다 구체적으로 살펴보고자 한다.

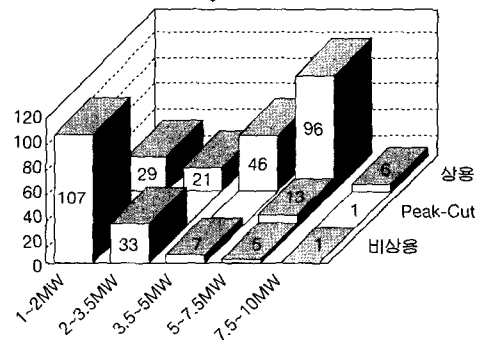
소형 가스터빈 시장

그림 2와 같이 10MW급 이하의 소형 가스터빈은 세계적으로 연평균 약370대가 판매되고 있으며, 이 중 1~2 MW급이 37%, 5~7.5 MW급이 31%를 점유하고 있다. 이 중 비상용 제품의 경우 1~3.5MW급이 약140여대가 판매되고 있으며, 열병합발전용은 5~7.5 MW급에서 약100대가, 아직은 소량이기는 하나 1~3.5 MW급에서 약50대가 판매되고 있다.

지역별 판매실적을 살펴보면, 극동아시아의 경우에는 일본을 중심으로 1~2 MW급 위주로 보급이 활발히 이루어지고 있다. 일본에는 열병합 발전용으로 상업용 226대, 산업용으로 588대의 가스터빈이 운용되고 있으며 총 발전용량은 3,030MW로서 대당 평균 3.7MW에 해당한다. 상업용의 경우 대당 평균 1.2MW 수준이며, 산업용은 대당 평균 4.7MW에 달한다. 참고로 일본의 경우 열병합발전 시장에서 가스터빈 원동기의 비중이 가장 높다. 가스터빈과 경쟁하고 있는 왕복동엔진인 디젤엔진과 가스엔진은 2002년 3월까지 5,595대가 설치되어 수량 면에서는 가스터빈을 앞서지만, 발전용량은 가스엔진이 636MW, 디젤엔진이 2,382MW를 점유하는데 머무르고 있어 근소하나마 가스터빈 중심의 열병합발전 시장이 형성되어 있는 상황이다. 그러나 우리나라의 경우 가스터빈은 비상용으로 100MW 정도가 설치되어 있는 데 머무르고 있으며, 열병합발전용으로는 10MW 수준에 지나지 않는 실정이다.

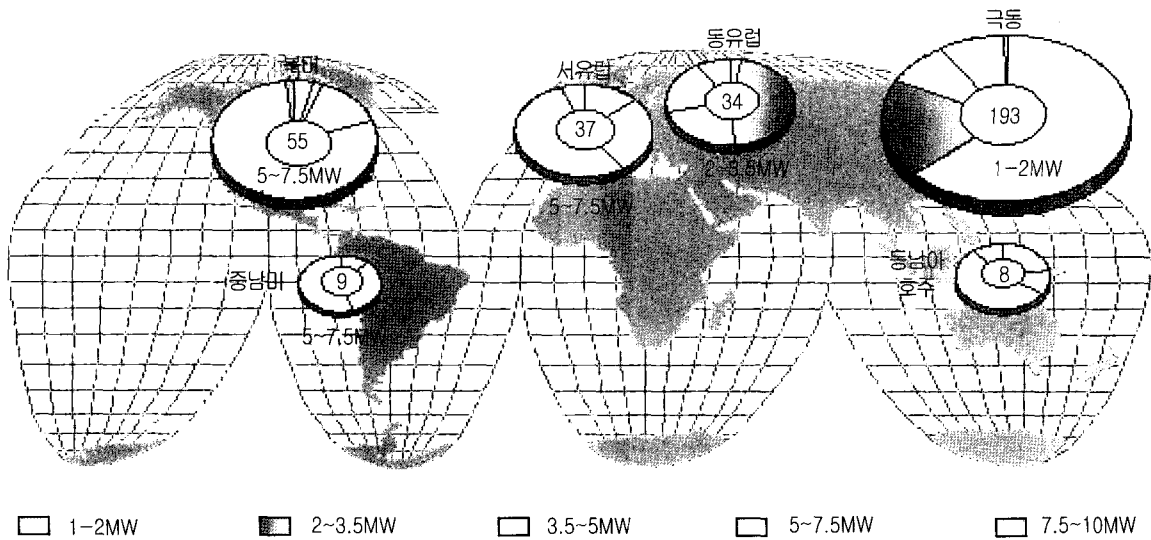


(a) 용량별 판매실적



(b) 용도별 판매실적

[그림 2] 소형 가스터빈 판매실적



[그림 3] 지역별 소형 가스터빈 판매 실적

구미 지역에서 사용되고 있는 가스터빈은 주로 5~7.5MW급이 주류를 이루고 있는 것을 그림 3에서 확인할 수 있다. 특히, 미국의 Solar Turbine, 유럽의 Alstom 및 Rolls Royce의 주력제품들은 모두 5~10MW급에서 형성되어 있는 것을 알 수 있다.

세계 소형 발전용 가스터빈 시장은 중대형 시장과는 달리 아직 독점적인 업체가 나타나고 있지 않은 상황인데, Solar Turbine이 26%, Siemens(구 Alstom)가 21%, Kawasaki가 19%, 그리고 Rolls Royce가 16%를 점유하고 있으며, 아직 제품 라인업을 완성하여 독주하는 업체는 없는 상황이다.

시장전망

세계 발전용 가스터빈시장은 지난 10년간 꾸준한 성장을 해 왔으나, 최근 미국의 9.11 사태와 에너지사업의 최대악재로 꼽히고 있는 Enron사의 파산으로 인해 2001년을 기점으로 감소세를 보이고 있다. 현재 가스터빈 업계에서는 2004년부터 시장이 회복세를 보일 것으로 기대하고 있는 상황이다. Forecast International사는 2002년에서 2011년까지 소형 가스터빈이 약 83억불 규모의 시장을 형성할 것으로 전망하고 있으며, 2009년부터는 연간 10억불 수준을 유지할 것으로 전망하고 있다.

그러나, 이런 전망은 현재 판매하고 있는 가스터빈을 근거를 판단한 자료로서 전 세계적 확대되고 있는 전력시장의 민영화와 자유화로 전력소비 증가에 대응하기 위한 대형발전소의 증설을 통한 대응력의 한계와 님비(nimby)현상에 따른 대형발전소 건설부지 확보의 어려움 및 송배전 설비 증설의 한계를 감안하지 않은 자료로 판단되는 바, 환경과 에너지를 중시하는 선진국의 경향을 감안할 경우 소형가스터빈 시장의 앞날은 매우 밝다고 하겠다.

특히, MB Strategy사는 1~2MW급의 가스터빈 열병합발전 시장이 크게 성장할 것으로 전망하고 있다. 동사는 그 동안 일본의 Kawasaki사와 캐나다의 Pratt & Whitney사의 열병합발전용 소형 가스터빈 엔진 출시를 자문한 기관으로 미국 주요도시를 대상으로 열병합발전의 경제성을 평가한 결과 애틀란타시 등 극히 일부를 제외하고는 모두 경제성을 확보할 수 있다고 평가하였다. 특히 뉴욕시의 경우에는 가스터빈 열병합발전의 도입을 통하여 에너지비용을 무려 35%나 절감할 수 있었다고 한다.

국내에서도 1,500세대가 넘는 대형 아파트단지에 가스터빈 열병합발전을 도입할 경우 경제성을 확보할 수 있는 환경이 마련되었다. 소형 가스터빈 열병합발전 시장은 경제성 확보에 어려움을 겪고 있는 마이

크로터빈 시장과 달리 경제성을 확보한 상태에서 시장에 진입한 후 점차 시장을 확대할 수 있을 것으로 보인다. 따라서 전 세계적으로 1~2MW급 가스터빈 소효는 연간 400대 이상으로 새로운 시장이 창출될 것으로 전망하고 있다.

기술개발 동향 및 주요 업체동향

Siemens Power Generation

Siemens사는 EU와 미국정부의 승인을 얻어 프랑스의 Alstom사가 보유하고 있던 소형 가스터빈사업 (~15MW까지)을 인수하여 금년 10월1일부터 공식적으로 사업을 시작하였으며, 후속 단계로 가스터빈(~50MW급 까지)과 스팀터빈(~100MW급 까지)분야도 인수할 예정이며, 인수 비용은 11억불 정도 소요된 것으로 파악되고 있다. 따라서, GEPS와 더불어 소형부터 중대형 가스터빈까지 제품라인을 완성하게 되어 앞으로 양사 간의 선두다툼이 치열해 질 것으로 전망된다. 참고로, Alstom에서 인수한 소형가스터빈 부분은 원래 영국의 Ruston에서 개발한 엔진들이며 이후 EGT사를 거쳐 Alstom사에 매각되었던 경력이 있다.

Kawasaki 중공업

일본의 최대 소형가스터빈업체인 Kawasaki사는 1976년부터 독자엔진을 출시하기 시작하여 현재는 0.6~7MW 용량범위까지 독자 모델로 제품 라인업을 구축하였다. 90년대 말에 야심적으로 출시한 열병합 발전용 M7A-01은 출력이 5.6MW이며 후속 모델인 M7A-02는 출력이 7.0MW이다. 최근에는 마이크로 터빈과 소형 가스터빈의 틈새시장을 공략하기 위해서 재생사이클을 이용한 700kW급 S7A-01를 개발하였으며, 열병합발전기 모델명은 GPC07D이다. 동 엔진의 주요사양은 무게가 3,100kg이며, 부피는 2,600x1,520x1,770 mm이며, 회전수 34,000RPM에서 출력 712kW를 (25.5% 열효율) 나타낸다고 한다.

GPC07D 열병합발전기는 가스터빈의 열생산 능력을 극대화 할 수 있도록 개발한 제품으로 열 수요가 많은 산업체를 중심으로 가스엔진과 치열한 접전이 예상된다.

GEPS (Power Systems)

전 세계 산업용 가스터빈 시장의 60%이상을 점유

하고 있는 GE사의 대표적인 발전기회사로서, 90년대 말 이태리의 Nuovo Pignone사를 인수하여 중대형에 치중하던 제품라인업을 5MW까지 낮추는 등 소형 가스터빈 분야를 보강하였다. 소형 가스터빈에는 PGT5(5.2MW급)와 GE5(5.6MW급)가 있으며 효율은 31.5% 수준이다.

GE는 부가가치가 높은 애프터마켓에서의 지위를 더욱 확고하게 하기 위해서 중대형 발전사업에서 적용하고 있는 원격제어 관리기술을 확대 적용할 것으로 전망되는데, 원격제어 시스템을 통해서 고객의 발전기를 최적의 조건에서 운용하여 효율, 신뢰성 및 유용성을 극대화하는 마케팅 기법을 사용할 것으로 예상된다.

OPRA Turbine B.V.

네덜란드의 OPRA사는 저공해 연소기 전문업체로 시작한 소규모 회사인데 최근 1.7MW 신형가스터빈인 OP16을 출시하였다. OP16은 압축비가 6.7:1, 배기온도가 570 로 8.6kg/s 배기량을 가지고 있으며, 열 효율은 26% 정도라고 한다. 특히, 저공해 연소기의 경우 연료/공기 비율을 제어하는 시스템을 도입하여 천연가스를 사용할 경우 NOx 6ppm, CO 3ppm, 액체연료를 사용할 경우 NOx 20ppm, CO 5ppm을 달성하였다고 한다. 동 엔진의 또 하나 특징은 로터가 1단 원심압축기와 1단 레이디얼 터빈으로 구성되어 있으며, 베어링이 온도가 낮은 압축기 쪽에만 설치되어 있어 베어링의 냉각문제를 원천적으로 해결하여 향후 양산 시 상당한 가격경쟁력을 확보할 수 있을 것으로 보인다.

Zorya-Mashproket

산업용 및 선박용 가스터빈에 중점을 두고 있는 우크라이나 소재 업체이다. 최근 UGT1600을 복합화력 형식으로 우크라이나의 루베즈노예(Rubezhonoye)시에 설치하였는데, 15MW는 가스터빈으로 발전하고, 배열을 이용하여 스팀터빈을 구동하여 6MW를 발전하며, 추가로 36MW의 열을 제지생산공정에 공급하도록 하였다. 또한 중국과의 제휴도 강화하고 있는데, 최근 250MW급인 UGT2500의 라이선스 생산이



시작되어 초도기가 조립완료 후 시험운전 중에 있는 것으로 알려지고 있다.

Rolls-Royce (501)

Rolls Royce의 경우 4~8MW급으로 501-K 및 601-K 엔진을 연평균 60~80대를 판매하고 있으며, 501-K에는 증기분사 기술이 적용되어 저공해 효과뿐만 아니라 출력증가 효과를 거두고 있는데, NOx 배출물을 3~5PPM 수준까지 낮추고, 효율은 40%, 출력은 80% 가까이 개선시키는 등 큰 효과를 얻고 있다.

Solar Turbines, Inc.

Solar사는 Saturn, Centaur, Taurus, Mars와 Titan등 5개 기종에 걸쳐 1.2MW에서 14MW에 이르는 엔진을 보유하고 있다. 열병합발전 분야에서는 전 세계에 있는 대학교들을 대상으로 하는 에너지절약 및 신뢰성 개선을 위한 영업활동을 강화하고 있다. 2002년 현재 세계에 11,500대의 엔진을 판매하였으며, 총 운영시간은 11억 시간에 이르고 있다. 그러나, 최근 엔진의 성능 개량이나 신형엔진 개발보다는 새로운 비즈니스 모델 확보에 더 많은 노력을 하고 있다. 고객과의 에너지 서비스 계약을 통해서 사업초기부터 모든 사업과정에 참여하여 사업타당성 분석에서 사업관리, 설계, 시공, 시운전, 운영, 유지보수 등 Total Energy Solution을 제공하고 있다. 특히 애프터마켓을 강화하기 위해서 인터넷을 이용한 원격제어 서비스도 제공하고 있다.

Vericor Power Systems

독일의 MTU와 미국의 Honeywell사가 합작하여 설립한 회사로 Honeywell이 보유하고 있던 항공용 가스터빈엔진들을 개조한 엔진으로 구성되어 있으며, 출력용량은 ASE8 0.5MW, ASE40 3.3MW급, 그리고 ASE50 3.8MW급이 있다. 일본의 Mitsubishi 중공업이 ASE40 개조사업에 참여하고 있으며, 일본 주니치 신문사에 2.6MW의 전기와 7,257kg/h의 냉난방용 스팀을 생산하는 열병합발전기를 설치하여 운용 중이다. 또한, NOx를 줄이기 위해서 ASE40 엔진에 수분분사 시스템 채택하였다.

시장 재편

최근 세계 소형 열병합발전 시장의 화두는 합병(consolidation)에 있다. 소형 열병합발전의 원동기로 주목받고 있는 왕복동 엔진과 가스터빈 엔진은 서로 경쟁관계를 유지해 오고 있는데, 특히 1~2MW급에서는 성능, 가격 및 용도에 따라서 치열한 경쟁을 하고 있으며, 최근에는 마이크로터빈의 등장으로 용량이 적은 30~200kW급 시장에서도 서로 격돌하게 되었다. 현재는 가격과 효율을 앞세운 가스엔진에 마이크로터빈이 고전을 하고 있지만 가스터빈의 월등한 열 생산능력, 저공해 및 저렴한 유지보수 비용을 감안할 경우 가스엔진과 상호 보완적으로 도입될 수 있을 것으로 기대할 수 있다. 이러한 흐름을 반영하여, 미국의 왕복동 엔진 제조업체 중 2위에 해당하는 Cummins사는 최근 Kawasaki사의 가스터빈 열병합발전기와 Capstone사의 마이크로터빈의 미국 내 판매권을 확보하여 판매에 나섰으며, 가스터빈의 최대 제작업체인 GEPS사도 최근 오스트리아의 가스엔진 전문업체인 Jenbacher사를 인수하여 가스터빈과 가스엔진을 동시에 공급하는 체제를 구축하였다. 돌이켜 보면 이미 오래 전에 미국의 Caterpillar사가 Solar Turbine사를 인수하여 소형 발전기의 선두업체로 성장하였다고 할 수 있겠다.

국내에서도 삼성테크윈은 기존의 가스터빈 발전기 사업을 보장하기 위해서 미국의 DTE Energy 등 해외 선진업체들과의 전략적 제휴를 통해서 가스엔진 열병합발전기 제품라인업을 구축하여 보다 다양한 기술과 서비스로 국내 고객의 요구조건을 충족할 예정이다.

참고문헌

1. Mechanical Engineering Power, "Bubble Buster", 2003
2. International Turbomachinery Handbook Vol. 43, No. 6, 2002/2003
3. Cogeneration and On-site Power Production, Vol. 3, No. 4, 7~8, 2002
4. Diesel & Gas Turbine Worldwide, "Turbo Tech 2003", 6, 2003