

신형 고온 가스터빈의 특징과 Combined Cycle의 경제성

Advanced Technology of Combined Cycle

李 七 煥

GE코리아 상임고문

우리나라 전체 인구의 1/3에 해당하는 1,300만명 이상이 수도권에 살고 있으며 수도권 전력 소비량은 전국 전력소비량의 1/3에 해당된다. 그 반면에 발전소는 대부분 우리나라의 남단인 영남지역과 호남지역에 집중되어 있어 장거리 송전으로 인한 수도권 전압강하현상은 날로 심각하며 공해문제 역시 매우 심각한 제약을 받는 실정이다. 또한 수도권 부근에서의 발전소 부지 확보는 점점 더 어려워지고 있으며, 1988년 여름 1,370만kW 첨두부하가 걸림으로써 당시 사용가능 전력 1,470만kW에 대해 예비율은 7.2%에 불과하였으며, 앞으로 여름 첨두부하에 대비한 전력확보에 경종을 울려주고 있다. 이와 같은 어려운 여건(입지조건, 공해문제, 전압강하)을 해결할 수 있는 가장 효과적인 방법은 적은 입지와 공해없는 맑은 가스(LNG)를 이용하는 Combined Cycle발전이 하나의 적절한 선택으로 고려될 수 있다고 본다.

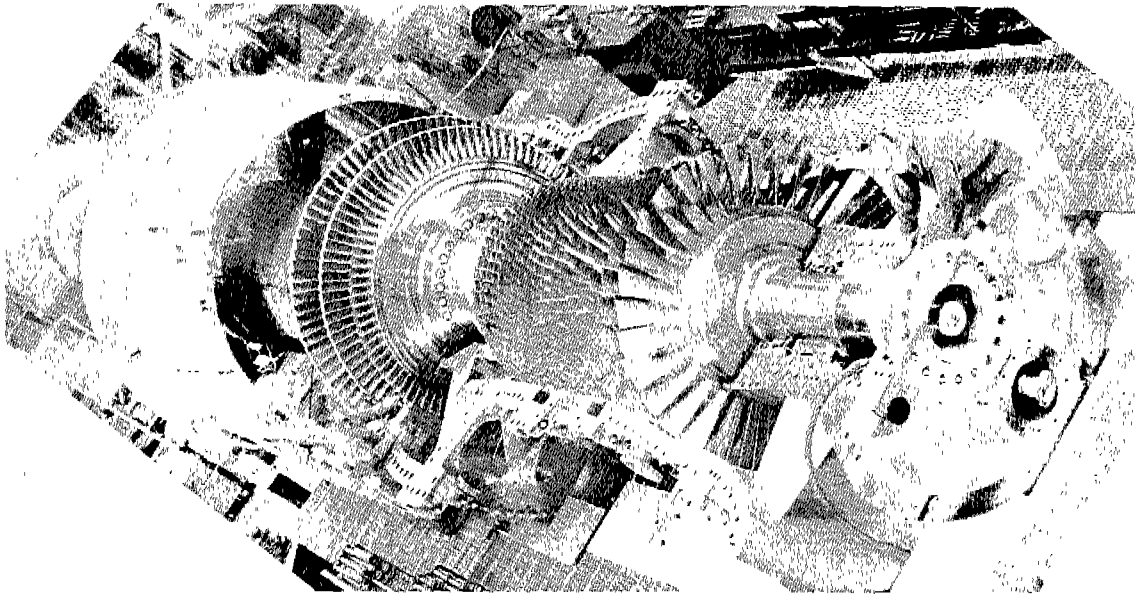
1. 가스 터빈과 Combined Cycle의 원리

가스 터빈은 압축기, 터빈, 발전기 및 기타 부속설비로 구성되며, 압축된 공기에 연료를 분

사시켜 연소시키며 연소 가스에 의해서 터빈을 돌려 그 축에 직결된 발전기에 의해서 발전된다. 그 열효율은 34%에 이른다. Combined Cycle은 가스 터빈에서 배출되는 폐열을 이용하여 배기 가스 보일러에서 증기를 발생시켜 증기 터빈에 의해 다시 발전하게 된다. 이와 같이 가스터빈과 증기 터빈에 의해 복합적으로 발전되는 방법을 Combined Cycle발전이라고 한다. 이때 가스 터빈 효율과 증기 터빈 효율을 합치면 46% (고단위 발열량 기준) 이상의 높은 열효율을 얻게 된다.

2. 최근 개발된 가스 터빈 원리와 고효율의 Combined Cycle

일반적으로 가스 터빈은 기동이 용이하고 신속하므로 우리나라에서는 중전까지는 첨두부하시에만 잠시 이용되는 발전소로 인식되어 왔으며 발전기 수명도 여타 내연기관과 같이 20년 정도의 짧은 수명으로 인식되어 왔다. 최근 개발된 고온 가스 터빈에 의한 Combined Cycle은 꾸준한 개발을 통해 그 기능과 사용목적이 더욱 다변화되었다. 중요한 개발내용을 기술하면 다



▲ 최신 개발한 고온 가스 터빈의 해체된 모습

음과 같다.

3. 개발된 내용

가. 금속의 발달

가스 터빈에서 연소온도는 사용금속의 내열성 등으로 인해서 그 한계가 제한되어 있었으나, 최근에는 새로운 금속 "GDT 111"의 이용으로 내열성이 매우 증가하였다.

나. 높은 연소온도

가스 터빈 연소실내 Liner의 새로운 설계, 예를 들면 연소실 내의 Liner 두께의 증가, 연소노즐의 축소 등의 개선으로 연소실 내의 연료분사시 효과적인 Liner 벽과의 충돌로 Liner 벽의 냉각효과를 증대시킴으로써 가스 터빈 연소온도를 1,100℃에서 1,260℃까지 올릴 수 있었다.

다. 소음 축소

연소실의 분사노즐은 Single 노즐 형태에서 Multi 노즐 형태로 바꾸고 노즐 길이도 축소시킴으로써 길이가 긴 Single 노즐에서 발생했던 소음을 대폭 축소시키는 데 성공했다.

라. 설비용량의 증대

종전 울산, 영월 및 군산의 가스 터빈은 Unit당 용량이 5만kW였으나 최근 고온 가스 터빈의 Unit당 용량은 14만kW로, 약 3배 정도 용량이 증대되었다.

마. 공해 방지

최근 개발된 정밀한 제어장치를 사용하여 연소실에서 나오는 배기 가스 속에 있는 NOX 함유량을 엄격한 기준치 이하로 떨어뜨려 깨끗한 배기분산으로 대기오염을 방지시켰다.

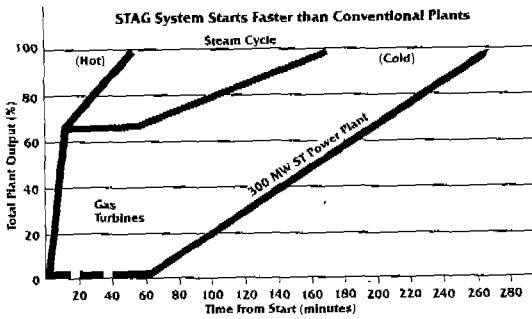
4. 개발 후 효과

가. 고열효율

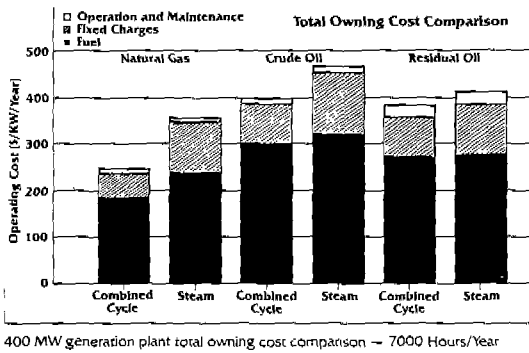
설비용량의 증대와 연소온도의 고온화에 의해 고온 가스 터빈에 의한 Combined Cycle 종합 열효율은 50%(LHV) 이상 증대되었다.

나. 신속한 부하변동에 대응

전체 용량의 65%까지는 10분내에 부하를 올릴 수 있으며 부하변동률은 1분간 전체 용량의



〈그림 1〉 Combined Cycle과 재래식 발전소의 기동시간 비교



400 MW generation plant total owning cost comparison - 7000 Hours/Year

〈그림 2〉 Combined Cycle과 재래식 발전소의 연료별 전체 Owner 비용 연구

6%로서 기존발전소의 부하변동률의 4배나 신속하다.

다. 신뢰도 및 이용률 증가

신뢰도, 열효율 및 보수작업의 측면에서 볼 때 증전 가스 터빈에 비해 98%의 신뢰도와 30년의 장기수명, 95%의 이용률 및 3,000시간의 무정지 연속운전(MTBF: Mean Time Between Failure)이 가능한 가장 경제적인 발전소이다.

5. 동경전력이 최신형 Combined Cycle 200만kW 발전소를 선택한 이유

가. 높은 성능과 열효율의 향상

일본 역시 거의 모든 연료를 수입에 의존하고 있으며, 최근에는 연료공급의 불안정으로 연료의 다변화를 위해 LNG 사용을 결정하였다. 이 비싼 LNG 연료는 가장 효율이 좋은 발전소에 이용되어야 효과적이므로 동경전력은 LNG 가스를 Combined Cycle 발전기에 이용하여 47.2% (LHV)의 높은 열효율을 얻을 수 있는 세계에서 가장 우수한 발전소를 가졌다.

나. 깨끗한 환경

동경전력 발전소들은 모두 동경만에 접해 있으므로 일본에서 가장 엄격한 환경 규제를 받고 있다. 최신 개발된 새로운 기술 적용으로 폐열 이용 보일러에서 나오는 NOX는 엄중한 오염 방지규정을 만족시키고 있다.

다. 운전조작의 유연성

가변성이 좋은 최신 고효율 가스 터빈에 의한 Combined Cycle은 동경전력에서 요구하는 당일정지, 재가동 및 출력증감에 유연성 있게 응대하고 있다.

다수축(Multishaft) Unit의 가스 터빈이 계통 요구에 맞춰 연동되므로 각 부분 부하에서도 높은 열효율을 유지하고 있다.

6. 결 론

최신형 Combined Cycle의 특징을 들면 다음과 같다.

첫째, 투자면이나 발전소 이용면에서 경제 효과가 크다.

둘째, 수도권 공해문제 해결에 유리한 대책이다.

셋째, 발전소 전체 규모가 작으므로 발전소 부지가 적어도 된다.

넷째, 설계, 기계배치 및 운전이 단순하면서도 신속한 부하변동에 잘 적용되며 기저부하와 중간부하에도 적합한 발전시설이다.