

# 가스터빈용 토크컨버터 성능분석

정남균\*

\*인하공업전문대학 기계과

e-mail:nkjung@inhac.ac.kr

## Performance Analysis of a Torque Converter for Gas Turbines

Nam-Gyun Jeong\*

\*Dept. of Mechanical Engineering, Inha Technical College

### 요약

가스터빈을 자립운전 상태로 도달시키기 위하여 시동용 모터로 초기에 구동을 시키게 되는데, 기동 모터의 회전력을 터빈으로 전달하여 회전속도를 상승시키는 장치로 토크컨버터가 사용된다. 본 논문에서는 전산 유체역학을 이용한 유동 해석을 통하여 가스터빈용 토크컨버터의 성능을 분석하였다.

이용하여 동력을 전달하는 장치이다. 이러한 토크컨버터는 내부의 유동장 특성에 의하여 성능이 크게 좌우되며, 유동에 의한 캐비테이션이나 진동 발생 시 파손이 발생하기도 한다. 본 연구에서는 전산 유체해석을 이용하여 가스터빈용 토크컨버터의 성능을 분석하였다.

### 1. 서론

가스터빈은 가스를 작동 유체로 사용하여 유체에너지를 기계적 에너지로 변환해주는 회전 기계 장치이며, 발전용과 항공용 제트엔진 등으로 사용되고 있다[1]. 가스터빈을 이용한 발전은 다음과 같은 과정을 통해 이루어지는데, 축류 압축기가 외부로부터 유입된 공기를 압축하여 연소실로 보내면 연소실 내에서 압축된 공기와 연료가 혼합 및 연소 되어 고온 고압의 기체가 팽창하면서 터빈과 발전기 축을 회전시켜 전기를 생산한다. 또한, 가스터빈에서 연소된 열은 배열회수 보일러로 보내져 증기를 만들고, 생성된 증기가 증기터빈을 회전시켜 발전 효율을 극대화하게 된다[2~4]. 이러한 가스터빈을 이용한 복합발전은 효율적인 연료사용과 친환경적인 측면에서 다른 발전 방식보다 우수한 특성을 보이며, 건설 기간이 짧고 건설투자비가 비교적 저렴할 뿐만 아니라 입지조건의 제약이 상대적으로 적은 장점이 있다[5~7].

가스터빈은 자립 운전에 도달하기까지 보조적으로 외부로부터 시동용 모터로 구동해 줄 필요가 있으며, 기동 모터의 회전력을 가스터빈으로 전달하여 회전속도를 상승시키는 장치로 토크컨버터가 사용된다. 토크컨버터는 두 대의 선풍기가 마주 보고 있을 때, 하나의 선풍기가 회전해서 바람을 만들면 맞은편 선풍기가 이 바람을 맞고 따라 돌게 되는 현상을



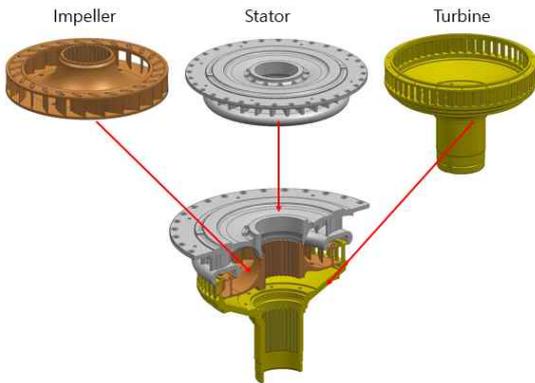
[그림 1] 가스터빈용 토크컨버터

### 2. 본론

토크컨버터는 그림 1과 같이 펌프 임펠러, 터빈, 스테이터로 구성이 되며 터빈 안쪽에 임펠러가 위치하고 위쪽에는 스

테이터가 조립되는데, 모터에 의해 펌프 임펠러가 회전하면 이 펌프에 의해 유입된 오일이 임펠러 사이로 방출되면서 터빈을 회전시키게 된다. 터빈을 빠져나온 오일은 스테이터를 통해 다시 펌프로 유입되고, 임펠러, 터빈, 스테이터 순으로 오일의 흐름이 계속해서 반복되면서 터빈을 일정 속도까지 가속시킨다.

토크컨버터 내부 유동해석을 위하여 그림 1의 임펠러, 스테이터, 터빈에 대해 3D 스캐너를 이용한 역설계를 진행하였고, 그 모델링 형상은 그림 2와 같다.



[그림 2] 가스터빈용 토크컨버터의 역설계 3차원 모델링 형상

펌프 임펠러의 회전속도를 3600rpm으로 고정시키고, 터빈의 회전속도를 0rpm, 720rpm, 1440rpm, 2160rpm, 2880rpm으로 바꿔가면서 유동해석을 진행하였고, 작동 유체의 밀도와 점도는 각각 997kg/m<sup>3</sup>, 8.899x10<sup>-4</sup>kg/m·s 라고 가정하였다. 토크컨버터의 성능을 임펠러와 터빈의 속도비에 따른 토크비, 효율, 용량계수로 그림 3과 4, 그림 5에 나타내었는데 각각에 대한 정의는 다음과 같다.

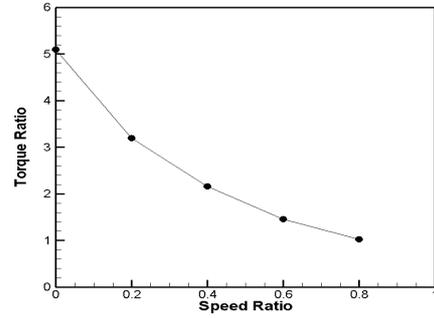
$$\text{속도비}(SR) = \frac{N_t}{N_i} \quad (1)$$

$$\text{토크비}(TR) = \frac{T_t}{T_i} \quad (2)$$

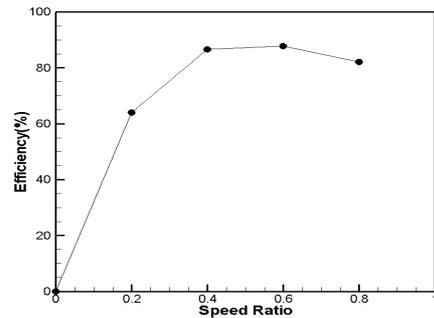
$$\text{효율} = \frac{\text{출력동력}}{\text{입력동력}} = \frac{N_t T_t}{N_i T_i} = SR \times TR \quad (3)$$

$$\text{용량계수}(Capacity\ factor) = \frac{T_t}{N_i^2} \quad (4)$$

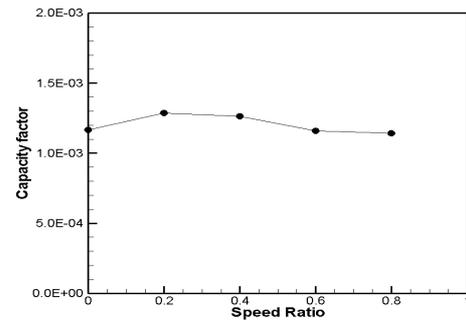
여기서,  $N_i$ 와  $N_t$ 는 임펠러와 터빈의 회전속도이고,  $T_i$ 와  $T_t$ 는 임펠러와 터빈에서의 토크이다.



[그림 3] 속도비에 따른 토크비



[그림 4] 속도비에 따른 효율



[그림 5] 속도비에 따른 용량계수

### 3. 결론

본 연구에서는 가스터빈용 토크컨버터의 성능을 분석하기 위해 전산 유체역학을 이용하여 토크컨버터의 내부유동을 해석하였다. 토크비는 스톨 상태에서 5.1로 가장 크게 나타나며, 속도비가 증가함에 따라 1에 가까워지며 감소하는 경향을 보였다. 효율은 속도비가 0.5인 영역에서 가장 높게 나타남을 알 수 있었고, 최대 효율을 대략 88% 정도로 예측할 수 있었다. 마지막으로 용량계수는 속도비 0.2에서 1.286x10<sup>-3</sup>으로 가장 높았고, 속도비 0.8에서 1.142x10<sup>-3</sup>으로 가장 낮게 나타났다.

참고문헌

- [1] 박상진, 이희남, 이상민, “200kW급 마이크로 가스터빈 연소기의 열-구조 연성 해석”, 한국산학기술학회논문지, 제 15권 7호, pp. 4093-4099, 2014년.
- [2] 양경현, 송오섭, 조철환, 윤완노, 정남근, “복합화력발전소 가스터빈 압축기 블레이드에 대한 손상원인 고찰”, 한국소음진동공학회논문집, 제 20권 11호, pp. 1025-1032, 2010년.
- [3] Hawthorne, W. R. and Olsen, W. T., “Design and Performance of Gas Turbine Plants”, Princeton Univ. Press, Vol. 2, pp. 563-590, 1960.
- [4] Boyce. M. P., “Gas Turbine Engineering Handbook - Second Edition”, Gulf Professional Publishig, pp. 3-57, 2002.
- [5] 조영빈, 손정락, 노승탁, “가스터빈 복합 열병합 발전의 최적 운전조건에 관한 연구”, 대한기계학회논문집 B권, 제 28권 12호, pp. 1582-1590, 2004년.
- [6] 전용한, 김종윤, 김남진, 임경범, 서영호, 김기환, “외기조건변화에 따른 CHP 성능 해석”, 한국산학기술학회논문지, 제 12권 8호, pp. 3353-3359, 2011년.
- [7] 최명진, 김홍주, 김병현, “120MW급 열병합 복합발전시스템의 열역학적 효율 특성”, 한국산학기술학회논문지, 제 18권 6호, pp. 29-36, 2017년.