

# 고온 고효율 냉각터빈 개발을 위한 냉각 설계 기술

조형희\* · 김정민\*\* · 박준수\*\*\*

## Turbine Cooling Design for the Development of High Efficiency Cooling Turbine

Hyung Hee Cho\* · Kyung Min Kim\*\* · Jun Su Park\*\*\*

### ABSTRACT

To improve efficiency and allowable life of gas turbine, the proper cooling techniques are needed. It is required not only the basic research of variable cooling techniques but also analysis of real operating conditions when design the cooling system. From this analytical results, we can predict the thermal stress and allowable life. This design process is thermal design techniques that is the most foundational design techniques to improve the efficiency of gas turbine.

### 초 록

가스터빈의 효율 향상 및 허용수명과 안정성 확보를 위해서는 고온부품에 대한 효과적인 냉각기술 개발이 필수적이다. 냉각시스템을 설계하기 위해서는 다양한 냉각방식에 대한 기초적인 연구뿐만 아니라, 이에 대한 이해를 기반으로 실제 조건에 대한 치밀한 해석이 필요하다. 해석 결과를 토대로 열적 응력 및 예상 수명을 예측 할 수 있다. 이와 같은 일련의 설계 작업을 열설계기술이라 하며, 열설계기술은 가스터빈의 성능 향상은 물론 독자적인 설계 및 개발을 위해 필요한 핵심 요소설계기술 중 하나이다.

Key Words: Gas Turbine (가스터빈), Thermal Design (열설계), Heat Transfer (열전달), Thermal Stress (열응력)

### 1. 서 론

가스터빈은 추력 및 열효율 향상을 위해 연소 가스 온도는 꾸준히 상승되어져 왔다. 현재는 금

속의 허용온도를 크게 상회하는 1500°에 이른다. 그 결과 가스터빈 및 램제트를 구성하는 부품들은 고온의 연소가스에 노출되어 있고 이로 인한 손상 및 파괴가 일어나게 된다[1]. 이러한 열적 손상 및 파괴를 방지하기 위해 내부 유로 냉각, 막 냉각 및 충돌제트 냉각 등과 같은 다양한 냉각 방법들이 적용되고 있다 [2]. 그러나 이러한 냉각 방법들은 열적 불균일성을 야기하고, 열적

\* 연세대학교 기계공학부

\*\* 한국지역난방공사 기술연구소

\*\*\* 연세대학교 일반대학원

† 교신저자, E-mail: hhcho@yonsei.ac.kr

응력이 집중 되면서 또 다른 균열 및 손상의 원인이 된다 [3]. 이러한 문제를 해결하기 위해서는 단순히 냉각위주의 열설계에서 열적 불균일성 및 열적 응력을 고려한 새로운 열설계가 필요로 하다. 본 연구에서는 이러한 문제를 해결하기 위한 새로운 고온 부품 열설계 기술에 대하여 소개하고자 한다.

## 2. 열설계 과정

Figure 1는 냉각 시스템의 열설계 과정의 순서도이다. 고온 부품 열설계는 각각의 부분에 적합한 냉각 방식을 선택하는 것으로 시작된다. 가스터빈 및 램제트를 구성하는 고온 부품들은 각기 다른 냉각 방법이 적용된다. 예를 들어 블레이드의 전연면에 사용되는 충돌제트 냉각이나 램제트 연소기에서 사용되는 다단 슬롯 막냉각과 같이 각 부분들의 형상 및 외부 환경에 적합한 냉각 방법들을 선택하여 사용되어진다.

실험 및 수치해석을 통하여 실제 조건에서 고온 부품에 가해지는 열부하 및 유동 특성을 파악한다. 열부하 및 유동 특성을 바탕으로 최적화 기법을 이용하여 적합한 냉각 시스템을 설계하게 된다.

냉각 시스템의 신뢰성을 확보하기 위해서 열부하 및 냉각 성능 분포를 반영한 열응력 해석이 이루어져야 한다. 이를 통해 각 부품의 수명 및 파손 예상 부분을 예측할 수 있다. 파손 방지 및 냉각 성능을 향상하기 위한 설계 변경 및 추가 냉각 방법을 적용할 수 있게 된다.

이와 같은 일련의 설계 작업을 통하여 냉각 성능 향상을 도모할 뿐만 아니라 부품의 수명 연장 및 신뢰성을 확보 할 수 있게 된다.

## 3. 결 론

위에서 소개한 바와 같이 가스터빈 및 램제트의 고온 부품을 열설계를 수행할 때 수명 연장 및 신뢰성을 확보하기 위해서 열부하 및 냉각

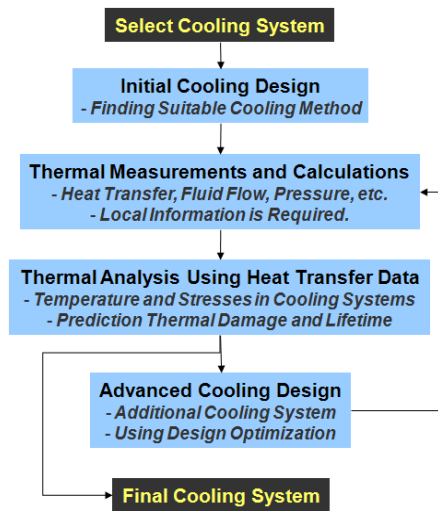


Fig. 1 Thermal design flowchart of cooling system

성능 분포를 반영한 열응력 해석이 이루어져야 한다. 이러한 열설계의 일련의 과정을 통해 부품의 손상 및 파괴를 예방할 수 있으며, 냉각성능 향상 및 수명 연장으로 이어져 전체적인 추진기관의 효율 향상뿐만 아니라 독자적인 가스 터빈 및 램제트의 설계 및 제작을 위한 핵심 요소 기술이다.

## 참고 문헌

1. Lakshminarayana, B., 1996, Fluid Dynamics and Heat Transfer of Turbomachinery, John Wiley and Sons, Inc. New York.
2. Kerrebrock, J. L., 1992, Aircraft Engines and Gas Turbines, 2nd Edition, The MIT Press, Cambridge, Massachusetts, Londond, England.
3. 김경민, 이동현, 조형희, 김문영, 2008, 가스 터빈 2단 블레이드에서의 열 및 기계적 응력 분포, 2008년도 대한기계학회 에너지 및 동력공학부분 춘계학술대회 논문집, pp 93-98