

액체로켓엔진 연소기 적용 니켈크롬도금의 열전도도 측정결과

임병직*† · 최환석*

Results of Thermal Conductivity Measurement of NiCr Coatings for the Thrust Chamber of a LRE

Byoungjik Lim*† · Hwan-Seok Choi*

ABSTRACT

Thermal conductivities of a Ni-Cr coating applied for the protection of a thrust chamber operating under the condition of high pressure and high temperature were measured. Results showed that the data used in heat transfer calculation has a 20~25% margin compared with data measured.

초 록

고온, 고압조건에서 작동하는 연소기 내벽을 보호하기 위해서 적용되는 니켈크롬도금의 열전도도를 측정하였다. 측정된 결과와 현재 재생냉각 해석에서 사용되는 데이터를 비교하면 20~25% 정도의 여유를 가지고 있는 것으로 나타났다.

Key Words: Thrust Chamber(연소기), Electroplating(전해코팅), Nickel-Chrome Coating(니켈크롬도금), Thermal Conductivity(열전도도)

1. 서 론

로켓엔진 연소기는 고온, 고압의 환경에서 작동하기 때문에 구조적 안정성을 확보하기 위해 다양한 냉각 방법이 사용되고 있으며 그 중 많이 사용되는 재생냉각 방식에서는 냉각 효율성을 높이기 위해 구리합금을 연소기 내벽의 재질로 많이 활용한다.

하지만 구리합금이 연소가스에 직접적으로 접

하게 되면 구리합금의 낮은 내열특성과 내마모 특성으로 인하여 열적, 기계적 손상에 취약하게 된다. 이러한 문제 해결을 위해 연소기 내벽 코팅이 수행되며 많이 사용되고 있는 방식으로는 대기 플라즈마 방식의 세라믹 코팅과 전해 또는 무전해 방식을 이용한 니켈크롬코팅이다.

현재까지 국내 연소기 개발과정에서는 세라믹 코팅이 사용되었으나 현재 보유기술 수준에서 내구성에 단점을 가지고 있다. 이에 열차폐 성능 측면에서는 기능이 떨어지지만 내마모성과 접착력이 우수한 니켈/크롬코팅의 국내 적용 가능성을 검토하고 있다[1]. 본 논문에서는 니켈/크롬

* 한국항공우주연구원 연소기팀

† 교신저자, E-mail: tachyon@kari.re.kr

코팅을 이용한 연소기 내벽 코팅 기술개발의 과정 중 열전도도 특성에 대한 측정 결과에 대해서 제시하고 향후 과제에 대해서 언급하고자 한다.

2. 열전도도 측정 결과

열전도율(k, thermal conductivity, W/mK)은 열전달 특성을 나타내는 대표적인 값으로 열전달 성능평가에서 가장 중요한 변수이다. 하지만 단일 물질이 아닌 다층(multi-layer)으로 이루어진 시편에 대한 열전도도 측정도 쉽지 않은 상태이며 대상이 되는 니켈크롬도금은 '구리합금-니켈도금-크롬도금'의 3층으로 구성이 되고 니켈, 크롬도금이 전해도금으로 생성되기 때문에 순수 물질인 니켈, 크롬과는 다른 물리적 특성을 나타내게 된다.

코팅 층의 열전도도 측정은 Fig. 1에 나타난 것과 같이 좌측 3단계를 통해서 수행하였는데 3층으로 이루어진 세 번째 시편에 대해서는 정상적인 측정값이 측정되지 않아 마지막 형상의 크롬도금 층을 새롭게 형성하여 열전도도를 측정하였다. 측정은 'KAIST 연구지원팀 열물성시험실'에서 레이저섭광을 이용한 LFA 457 장비를 이용하여 수행되었고 각 시편에 대해서 25℃ ~ 900℃까지 7가지 온도조건으로 값을 측정하였다.

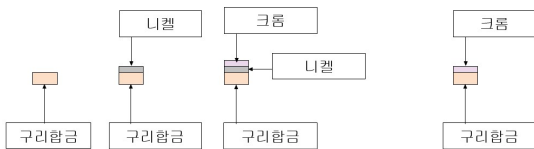


Fig. 1 Specimens for Thermal Conductivity Evaluation

측정된 각 층(구리합금, 니켈도금, 크롬도금)의 열전도도를 활용하여 연소기 내벽에서의 전체 열전도도를 계산하여 Fig.2에 나타내었으며('2', '3') 현재 연소기 열전달 해석에서 활용하고 있는 구리합금과 도금 층의 값을 이용하여 계산된 전체 열전도율('1')도 표시하였다. '2', '3'의 데이

터는 동일한 구리합금에 다른 공정의 니켈크롬도금을 수행한 시편에서 확보된 열전도도를 이용하여 계산된 값이다.

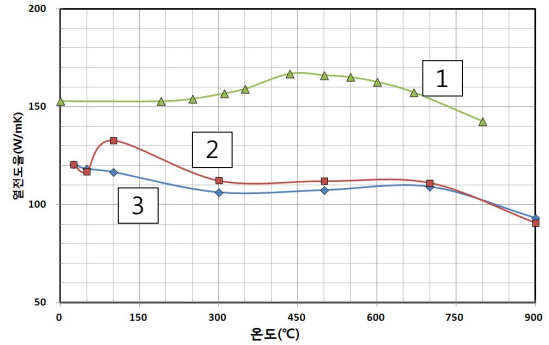


Fig. 2 Thermal Conductivities for NiCr Coatings

3. 결 론

연소기 내벽 보호를 위해 검토되고 있는 니켈크롬도금의 열전도도를 측정하고 그 결과를 해석시에 사용되는 입력 값과 비교하였다. 비교결과에서 해석에 사용되고 있는 열전도율이 측정된 값에 비하여 20~25% 높은 값을 나타내고 있기 때문에 설계 여유가 될 수 있을 것이다.

하지만 도금에 대한 열전도도 측정은 이제 시작단계로서 보다 정확한 결과 확보와 데이터의 재현성 확인이 반드시 필요하기 때문에 지속적인 데이터 획득이 이루어질 계획이다.

참 고 문 헌

1. 임병직, 유철성, 최환석, "연소기 적용 전해 니켈/크롬도금 공정개발을 위한 시편시험," 한국추진공학회 2011년 춘계학술대회 논문집, 2011, pp.113-116