

## Mar-M-247 합금의 액상확산접합부 고온 특성 거동

손명숙\* · 안종기\* · 이동엽\* · 김준기\* · 강석철\* · 김홍규\*\*

## High Temperature Behavior of Liquid Diffusion Bonded Joints of Mar-M-247 Alloy

Myungsook Son\* · Jongkee Ahn\* · Dongyeop Lee\* · Jungi Kim\* · Sukchul Kang\* · Hongkyu Kim\*\*

### ABSTRACT

The Mar-M-247 alloy is one of the most widely used materials for gas turbine components in aerospace field and it shows excellent high temperature strength properties. Hot section parts, such as turbine nozzle and blade, are difficult to manufacture because of their complicated shape. So, the joining process usually applies to them. In this study, the high-temperature behavior of Mar-M-247 alloy at liquid diffusion bonding was investigated. Thus, we performed the diffusion bonding at 1,121 °C for 7 minutes, and observed changes in high temperature strength. As a result, the strength of the bonded specimens decreased by about 70% at 649 °C, 60% at 825 °C, and 45% at 1,000 °C compared to the base metal. As a result of observing the strength change with bonding time, the specimen bonded for 720 minutes showed a similar strength with the base metal at 649 °C. Inferring this result, the joint is considered to be the one-body part.

### 초 록

Mar-M-247 합금은 고온에서의 우수한 강도로 Ni기 초내열합금 중 항공용 가스터빈 부품에 가장 널리 사용되는 소재 중 하나이다. Mar-M-247을 이용하여 터빈 노즐, 터빈 블레이드와 같이 Hot section 용으로 제작되는 부품은 복잡한 형상 등의 이유로 접합 공정을 적용하고 있다. 본 연구에서는 Mar-M-247 합금의 액상확산접합부에 대한 고온 특성 거동을 고찰하고자 하였다. 이에, 1,121°C에서 7분간 확산접합을 실시하여 고온 강도 변화를 관찰하였다. 시험 결과, 접합 시편은 649°C에서 모재 대비 약 70%, 825°C에서 약 60%, 1,000°C에서 약 45%의 강도치를 나타내었다. 접합시간에 따른 강도 변화를 관찰한 결과, 720분 접합한 시편은 649°C에서 모재와 유사한 강도치를 나타내었으며, 이는 One-body 부품에 가까운 일체형 확산 접합이 이루어진 것으로 판단된다.

Key Words: Ni-base Superalloy(니켈기 초합금), Liquid Diffusion Bonding(액상확산접합), 초음파탐상시험(Ultrasonic Testing), Bonding Coverage(접합율), Ultimate Tensile Strength(최대인장강도), Yield Strength(항복강도)

## 1. 서 론

Mar-M-247 합금은 가스터빈용 소재로 고온에서 미세조직과 기계적 특성의 안정성이 우수하여 사용온도가 1,000℃ 전후에 이르는 것으로 알려져 있다[1]. Mar-M-247을 이용하여 터빈 노즐, 블레이드와 같이 Hot section용으로 제작되는 부품은 복잡한 형상 등의 이유로 접합 공정을 적용하고 있으며, 액상확산접합법이 널리 활용되고 있다. 액상확산접합은 펠러 금속 중의 B, P, Si 등의 용점저하원소가 모재에 확산해서 등온·응고하는 현상에 의해 접합부(Joint)에서 문제가 되는 취약한 금속간화합물이 형성되기 어려워 균일한 접합부 형성이 가능하다. 또한, 접합시간 증가 및 접합 후 열처리에 의하여 모재와 동등한 접합강도를 얻을 수도 있다[2],[3],[4].

본 연구에서는 Mar-M-247 합금의 액상확산접합부에 대한 접합성 평가 및 고온 접합강도 특성을 고찰하고자 하였다.

## 2. 실험 방법 및 결과

### 2.1 실험 방법

접합은 As-cast 상태의 Mar-M-247 봉상시편을 사용하여 AMS 2675(Brazing, Nickel Alloy Filler Metal)에 따라서 실시하였고, 이 때 펠러금속은 Ni기 합금을 사용하였다.

Fig.1은 본 실험에 사용된 접합 및 열처리 공정의 온도 사이클을 나타낸다.

접합 후, 초음파탐상시험(UT) 및 미세조직 관찰을 통한 접합성 및 상온·고온 인장시험을 통한 접합강도 평가를 실시하였다.

### 2.2 실험 결과

#### 2.2.1 접합성 평가

\* 한화테크윈 항공엔진개발센터

\*\* 국방과학연구소

† 교신저자, E-mail: material.son@hanwha.com

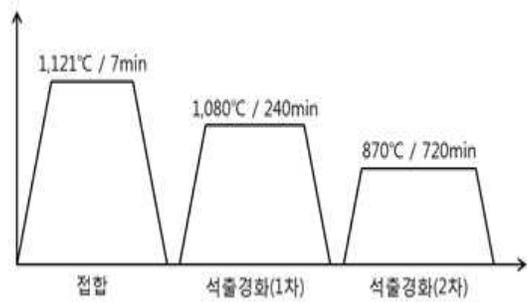


Fig. 1 Schematic of Liquid Diffusion Bonding and Heat Treatment

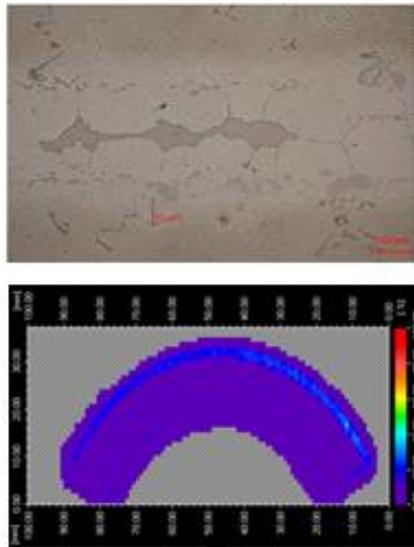


Fig.2는 접합 후 초음파 스캔 이미지 및 미세

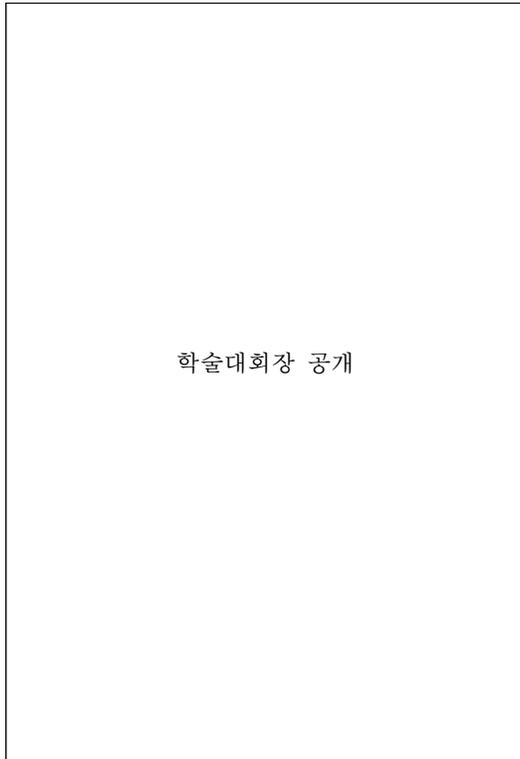
Fig. 2 SEM Micrograph and UT Scan Image of Liquid Diffusion Bonded Joints

조직 관찰 결과를 나타낸다. 사진에서 보이는 바와 같이 초음파 스캔에서 균일한 접합 양상이 확인되며, 미세조직 관찰에서 접합율은 99% 수준을 나타내었다.

#### 2.2.2 접합강도 평가

Fig.3은 접합시편에 대한 상온 및 고온 인장시험 결과를 나타낸다. 접합 시편은 649℃에서 모

재 대비 약 70%, 825℃에서 약 60%, 1,000℃에서 약 45%의 강도치를 나타내었다. 접합시간에 따른 강도 변화를 관찰한 결과, 720분 접합한 시편은 649℃에서 모재와 유사한 강도치를 나타내었으며, 이는 One-body 부품에 가까운 일체형 확산 접합이 이루어진 것으로 판단된다.



학술대회장 공개

Fig. 3 Tensile Properties with Temperature of Liquid Diffusion Bonded Joints; (a) for 7min., (b) for 720min.

## 참 고 문 헌

1. Aerospace Structural Metal Handbook, 2000 Edition.
2. Journal Science and Technology of Welding and Joining, Vol. 9, 2004.
3. Bangqiang Zhang, Guangmin Sheng, Yingjun Jiao, Zhenhuan Gao, Xiufang Gong, Hua Fan, Jie Zhong, "Precipitation and evolution of boride in diffusion affected zone of TLP joint of Mar-M247 superalloy" *Journal of Alloys and Compounds*, Vol. 695, pp. 3202-3210, 2016.
4. Ming-can Liu, Guang-min Sheng, Hong-jie He, Ying-jun Jiao, "Microstructural evolution and mechanical properties of TLP bonded joints of Mar-M247 superalloys with Ni-Cr-Co-W-Ta-B interlayer" *Journal of Materials Processing Technology*, Vol. 246, pp. 245-251, 2017.