

# 유도가열에 의한 접합기술 응용연구

## A Study on the Brazing Process by Induction Heating

김대순, 김 찬  
현대중공업(주) 산업기술연구소

### 1. 서론

산업용 전동기류, 발전설비류 등의 중전기기의 제작시에는 필수적으로 고품질의 전도체가 사용되며 전기동(ECu)과 무산소동(OFCu)이 가장 많이 이용되고 있다. 이재료는 주로 Rotor 혹은 Stator Part의 Coil로써 사용되고 있고 주로 브레이징 방법에 의해 결합되어 사용된다. 종래에는 이러한 결합방법으로써 주로 Torch Brazing 방법이 많이 채용되었으나 사용기기의 성능향상이 요구되고 있고 이를위한 고품질의 접합부가 요구될 뿐만 아니라 생산성의 향상이라는 관점에서 접합공정의 제고가 요구되었다. 이러한 관점에서 채택되고 있는 방법은 유도가열(Induction Heating)에 의한 접합방법으로써 상기 목적 이외에도 자동화의 용이성, 환경 친화적인 공정이라는 점에서 각광을 받고 있다.

이러한 동제품의 접합부에서는 주로 완전한 접합(젖음 부족, 기공)이 이루어지지 않아 기기의 사용도중 발생하는 Arcing 현상 및 과열현상에 의한 파손이 주를 이루고 있으며, 접합시에 공정상 피할 수 없는 접합부 이외의 조립부분의 가열에 따른 재질열화 등이 문제가 되고 있다. 물론 이러한 결합의 요인은 사전에 접합공정에서의 완전한 준비과정과 조인트 형상의 변경 및 접합공정에서의 간접가열과 같은 방법으로 제거가 가능하지만 실제 생산공정에 있어서 표준공정의 셋업 및 공정준수라는면에서는 어려움이 많을 뿐만 아니라, 이론적인 방법에 따라서 수행하기가 어려운 경우가 대부분이다. 본고에서는 이러한 대표적인 조인트에서의 접합방법중에서 전동기 엔드링부의 접합방법에 대해 기존의 Torch Brazing에서의 문제점과 개선 방법에 대해 알아 보고 가열방법의 유도가열로의 변경에 대한 검토 내용과 발전기의 부품 생산공정 중에서 유도가열에 의한 Nipple Brazing, Water Cap Brazing, Parallel Ring Connector Brazing 등의 응용분야에 대한 소개와 아울러서 각접합부위별 발생할 수 있는 Wetting 불량 혹은 Gap Filling 불량 등의 결합의 유형을 소개하고 이의 저감을 위한 대책을 수립하고자 하였다. 또한 스팀터빈의 침식방지용 Stellite On-Brazing 공정에 대한 소개를 통하여 유도가열에 의한 접합공정의 응용분야를 살펴보고자 하였다.

### 2. 본론

#### 2-1 전동기 엔드링 브레이징

전동기 엔드링 부위는 동근 원환 타입의 엔드링위에 T형태로 접합되는 Rotor Bar로 구성되며 BCuP-3 용가재를 사용하여 접합된다. 일반적으로 사용되고 있는

가열방법은 조인트의 상부에서 1개의 Torch에 의해 수동 혹은 반자동화되어 접합되고 있다. 이러한 방법은 가열방법의 불균일로 인하여 접합면 전체적으로 기공의 발생을 억제하기가 상당히 어려운 방법이다. 본고에서는 이러한 접합부의 가열방법을 1차적으로 기계화 시켜 2~3개의 Torch를 사용하고 가열방향을 엔드링의 하단부로 이동시킴과 동시에 수동적으로 공급되는 용가재를 사전 장입형태로 바꾸는 방안을 제안하였다. 동시에 간접가열 방식에 의한 상단부 조립품인 Si-Steel의 열화 현상도 방지할 수 있었다. 그러니 이러한 Torch Brazing 방법은 여전히 까다로운 접합면의 Surface Preparation이 요구되며, 접합공정에서의 변수의 준수가 어려운 공정이라고 할 수 있다. 따라서 이러한 문제를 해결할 수 있는 방안은 유도가열에 의한 접합공정의 도입이며 Fig.1 은 유도가열에 의한 전동기 엔드링의 접합공정을 보여주고 있다.

### 2-2 발전기 코일류의 접합공정

산업용 발전기는 대형의 코일이 사용되고 있으며 주로 전기동 혹은 무산소동에 의해 제작된다. 사용환경에 따라 이런 코일류는 Air Tight, Water Tight 등으로 구분되며 사전 조립시 He-Leak Test 및 엄격한 RT 혹은 UT 등의 비파괴검사가 요구된다. 따라서 이러한 코일류의 접합부위는 엄격한 합격기준이 적용되며 대부분 75% 이상의 높은 Wetting을 요구하고 있다. 본고에서는 이러한 발전기 부품중에서 Parallel Ring의 접합부에서 생기는 대표적인 결함을 도출하고 그의 발생 방지 대책에 대하여 살펴 보았으며, 그중에서도 접합면 전체에서 발생하는 용융 Filler Metal의 유동문제에 대해 기술적인 검토를 수행 하였으며, 결과적으로 사용기능상에 문제가 되지 않는 내부공기 배기공을 시공하여 그문제를 해결하였다. Fig. 2는 Parallel Ring의 접합부에서 발생하는 결함을 보여주고 있다.

### 2-3 Stellite On-Brazing 공정

스팀터빈의 저압부 블레이드 끝단에는 Erosion 방지용 Stellite가 유도가열 공정에 의해 접합된다. 이러한 3차원 곡면형상의 접합에는 고정용 치구의 설계 및 접합공정중의 변수의 조정이 중요한데 본고에서는 실제 생산에 적용된 유도접합공정에 대하여 변수의 설정과 Heating Profile의 설계를 중심으로 살펴보았으며 Fig.3은 이공정에 따라 생산된 블레이드의 외형을 보여주고 있다.

## 3. 결론

이상에서 언급된 접합공정은 모두 유도가열을 이용한 접합공정으로써 적절한 유도자(Inductor)의 설계와 접합공정에서의 거리 및 온도조절에 의하여 성공적으로 적용 될 수 있었으며 이러한 가열방법에 의한 응용분야의 확대는 전체 생산공정의 효율성을 증진 시킬 수 있을 것으로 생각된다.

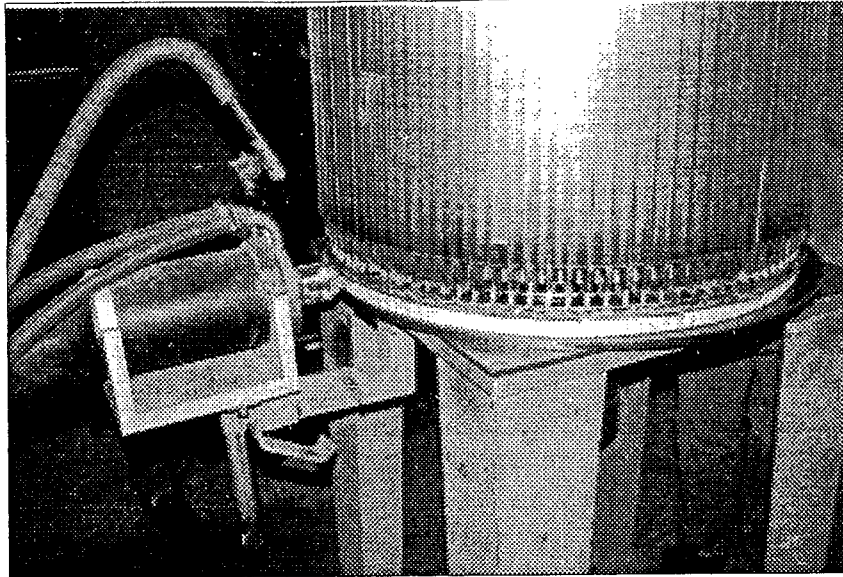


Fig.1 전동기 엔드링 유도브레이징 장면

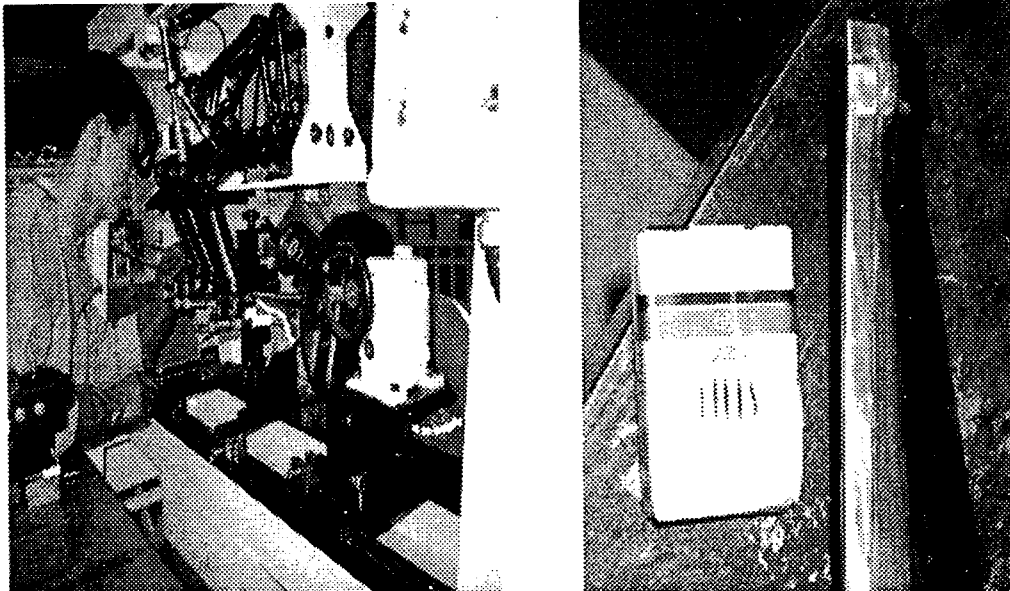


Fig.3 Stellite On-Brazing 장면 및 생산된 On-brazed 블레이드

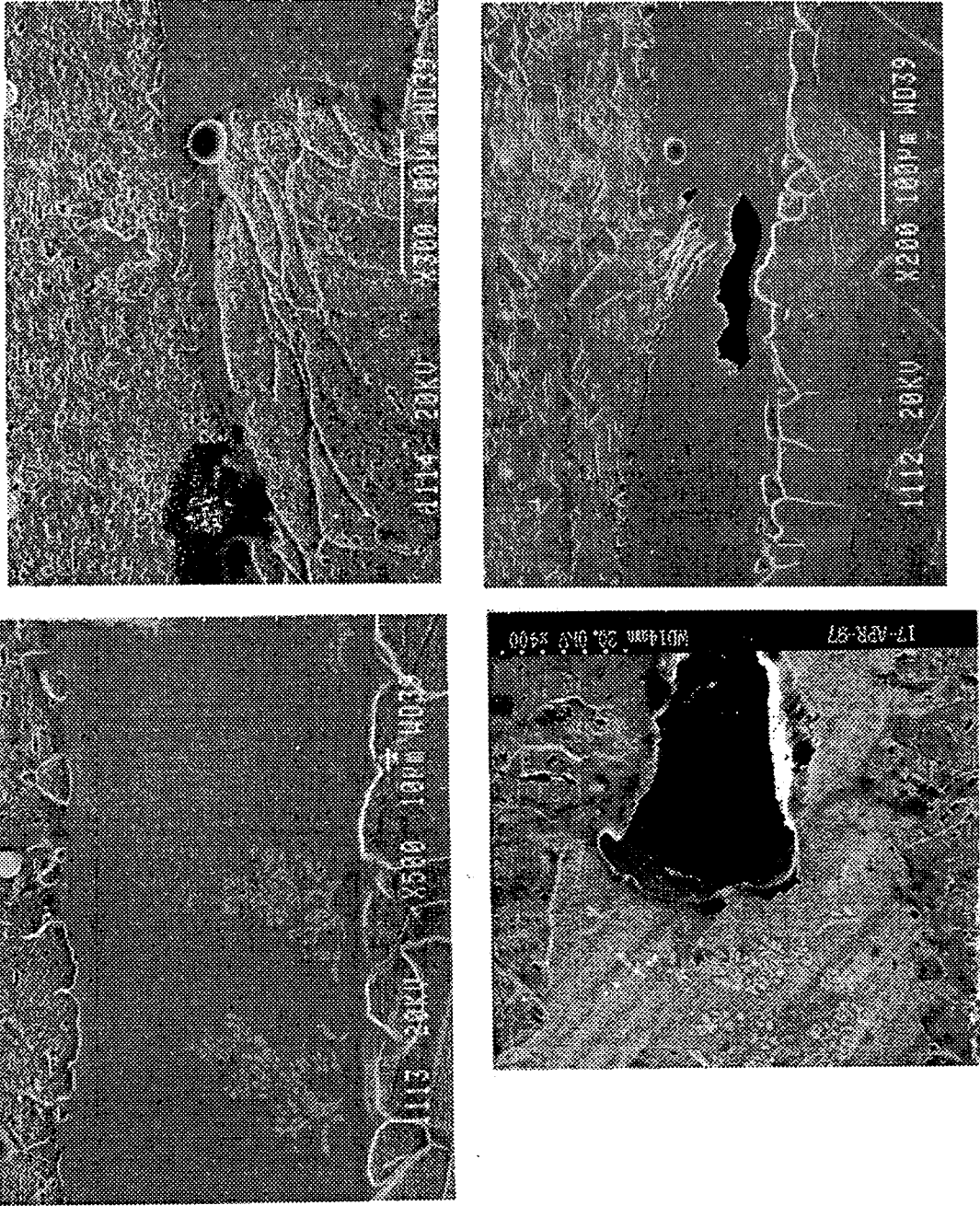


Fig.2 Parallel Ring 접합부에서 생기는 결함의 유형