

# 희토류금속 첨가에 의한 고신율 BCuP-2 삽입금속 개발에 관한 연구 (I)

## -희토류금속의 첨가법과 미세조직관찰-

A study on the development of high elongated BCuP-2  
filler metal with Rare Earth Metal(REM) (I)  
-REM addition methods & Microstructures-

이봉근\*,이영진\*,하용수\*,강정윤\*,양성철\*\*

\* 부산대학교 금속공학과 \*\* (주)삼화합금 연구이사

### 1. 서론

현재 열교환기등의 동 및 동합금의 브레이징에 가장 널리 사용되어지고 있는 삽입금속은 BCuP-2이다. 이 BCuP-2 삽입금속은 값이 매우 저렴하고, self fluxing 작용에 의해서 플럭스 없이 낮은 온도에서 접합이 가능하다. 그러나, 다량의 Cu<sub>3</sub>P로 인하여 다양한 형태의 가공이 힘들다. 따라서, 본 연구에서는 BCuP-2 삽입금속의 제조에 있어서 연성을 증가시킬 목적으로 Rare Earth Metal(REM)을 첨가하고, 이에 따른 기계적 성질 및 물리적성질의 변화에 관하여 연구하였다. 본 발표에서는 최적의 REM 첨가방법 개발과 REM 첨가량에 따른 BCuP-2 삽입금속의 미세조직을 관찰하였다.

### 2. 실험방법

Cu 및 Cu-15%P합금을 흑연도가니에서 1200°C로 가열하여 용해하였으며, 용탕에 REM(0%, 0.05%, 0.1%, 0.2%, 0.3%)을 첨가하였다. 용해 중 온도는 Pyrometer를 사용하여 측정하였으며, 회수를 측정을 위한 성분분석은 ICP-AES로 분석하였으며, 고온 DSC로써 용점을 측정하였고, 퍼짐성은 JIS-3191규격에 맞추어 시험을 시행하였다. 조직관찰을 위해 시편을 1Mm의 diamond paste로 연마하여 2g KCr<sub>2</sub> - 100ml H<sub>2</sub>O - 4ml H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>로 부식 후 광학현미경 및 SEM을 통하여 조직을 관찰하였고, 초정상의 분율은 image analyser으로 측정하였으며, 경도는 Rockwell B-scale로 측정하였다.

### 3. 결과 및 고찰

#### 3.1 첨가법 따른 회수율

REM첨가법을 크게 3가지 Type으로 나누어 실험하였다. misch metal 첨가법(A-type), Bulk형 Master-Alloy 동시 첨가법(B-type), Bulk형 Master-Alloy 후 첨가법(C-Type)으로 나누어 실험하였다. Table 1 및 Fig 1은 각각의 첨가법에 따른 회수율 및 조직을 나타낸 것이다. Table 1에서 A,B,C 3가지 type의 회수율을 비교하여 보면, A-type의 경우 4.5%, B-type의 경우 6%를 나타내고 있으며, C-type의 경우 33%내외의 결과를 나타내고 있어 3가지 Type중 가장 높은 것으로 나타났다. 그러므로 본 실험에서는 C-type을 최적의 첨가법으로 생각하여, 모든 실험을 C-Type으로 행하였다.

#### 3.2 REM 첨가량 따른 조직 및 기계적 성질

기본적으로 삽입금속의 개발에 있어서 중요한 인자는 용점범위와 퍼짐성의 만족이다. 일반적으로 BCuP-2의 경우 JIS규격에 의해 710°C ~ 795°C이내의 용점을 나타내야 하는데, 이를 위해서 REM첨가량에 따른 용점을 측정한 결과가 Table.2 이다. Table.2에서 보이는 바와 같이 모든 결과치가 JIS 규격을 만족한다. 또한, REM첨가량에 따른 퍼짐성을 측정한 결과는 Fig.1에 나타나 있는데, 모든 결과치가 0%와 비슷한 결과를 보이고 있다.

REM의 첨가에 따른 조직적 차이를 보기 이전에 REM이 첨가되지 않은 BCuP-2의 동일한 주조재 내에서의 조직을 관찰하였다. Fig.2에서 A부분(백색상)의 경우 층간 간격이 B부분(흑색상)에 비하여 넓고, 또한 방향성이의 차이에 의하여 조직적 차이가 나타나고 있다. 상기 조직이 REM첨가량을 0.05%에서 0.3%까지 변화시켜가면서 조직을 관찰하여 보면, Fig3에서 보이는 바와 같이 공정상이 REM이 첨가되지 않은 경우의 일반적인 층상 구조에서 screw형태의 상으로 변해가는 것이 관찰되며, 공정의 간격 및 크기가 증가하는 것을 볼 수 있다. 또한 초정 주위 또는 공정상중에 Cu<sub>3</sub>P만므로

이루어진 상이 관찰되고 있다. 또한 첨가량이 증가함에 따라 초정의 분율이 증가하는 것을 알 수 있고, 이는 Fig4에서 보이는 바와 같이, REM으로 이루어진 상이 초정의 seed 역할을 하는 것으로 생각되어 진다. 또한 Fig.5에 나타난 바와 같이 초정이 점차 증가하다 0.2%REM 이상에서는 초정이 포화되는 것을 관찰 할수 있다.

일반적으로 BCuP-2 삽입금속의 경우 매우 취성적 이므로 wire재로 제조시 제작한 Ingot를 압출을 통하여 wire재로 가공함으로, 경도값이 낮을수록 유리하며, 또한, 경도는 인장성질을 예측하는데 있어서 중요한 인자중의 하나이므로, REM 첨가량에 따른 경도를 측정하였다. Fig.6에서 보이는 바와 같이 경도값은 0.1%까지 REM이 증가함에 따라서, 큰 변화를 나타내지 않으나 0.2%에서 경도값이 떨어지다, 0.3%에서 다시 증가하는 것을 볼 수 있다.

Table. 1 Recovery Ratio of REM

	1	2	3	Ave.
A-Type	5%	4%	5%	4.5%
B-Type	9.2%	2.8%	7%	6.3%
C-Type	36%	34%	32%	33%

Table. 2 DSC Result at contained different REM

	Without REM	0.05%REM	0.1%REM	0.2%REM	0.3%REM
Solidus	712.1°C	710.9°C	710.7°C	711.2°C	710.9°C
Liquidus	763.9°C	768.5°C	756.0°C	765.3°C	760.6°C

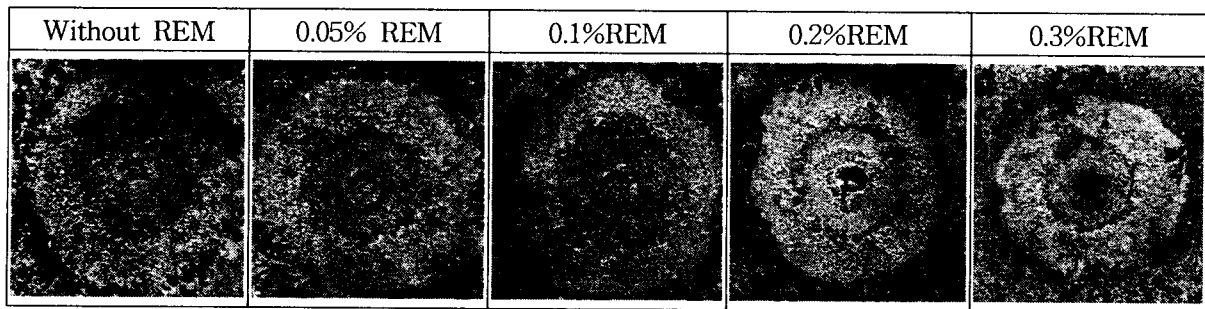


Fig.1 Spreadability at 810°C with the specimens contained different REM

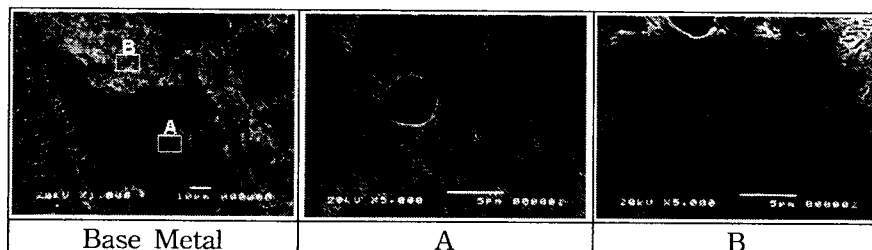


Fig.2 Microstructures without REM

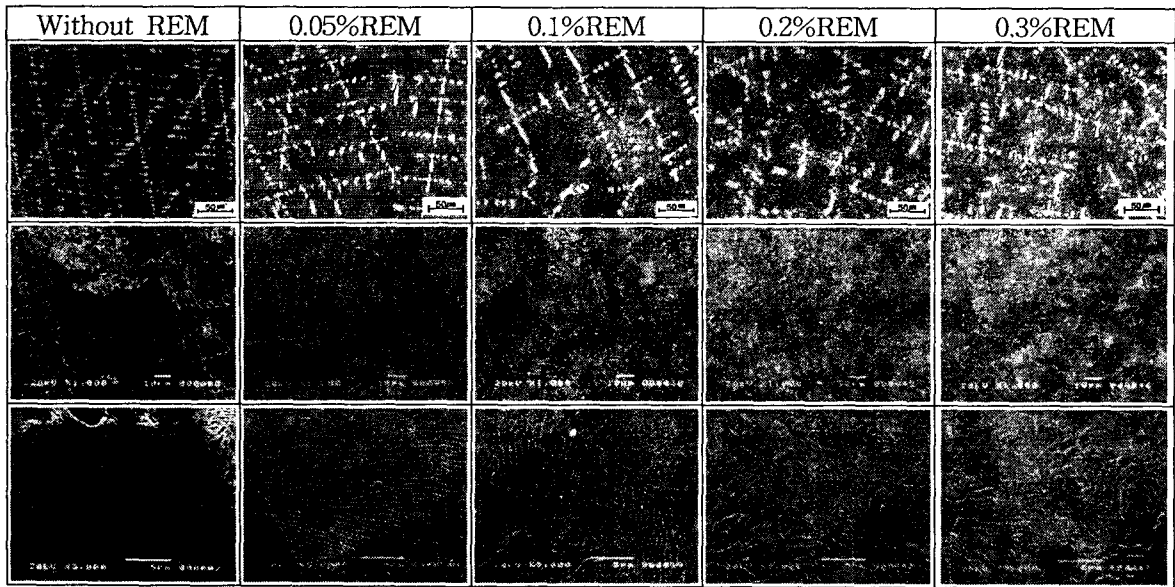


Fig. 3 Microstructures of as-casted specimens contained different REM

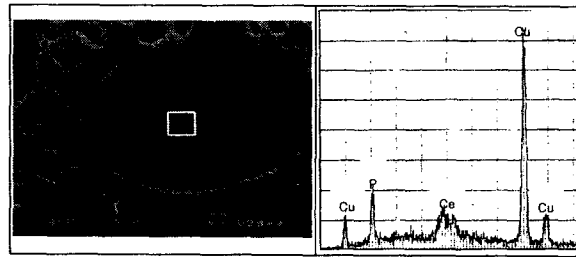


Fig. 4 Phase in the Pro-eutectic & EDX

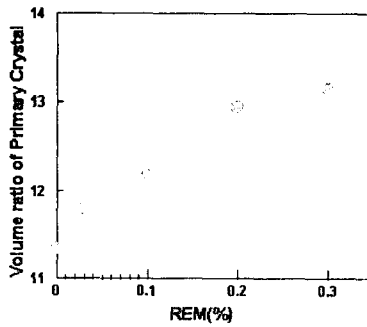


Fig. 5 Volume ratio of contained different REM

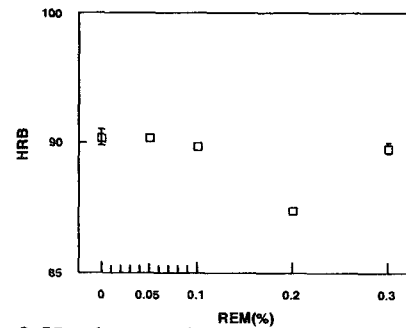


Fig. 6 Hardness of contained different REM