

동과 스테인레스강 Brazing 접합부의 전단강도에 미치는  
Sn, P 의 영향 연구 ( II )

이우천\* · 강춘식 · 정재필 · 이보영

Effect of Sn and P on the Shear Strength of Copper to  
Stainless Steel Brazed Joints (II)

W.C.Lee,<sup>\*</sup>C.S.Kang,J.P.Jung,B.Y.Lee

1. 서 론

동 및 동합금에 스테인레스강을 브레이징 접합시 일반적으로 BAg계 및 BAu계의 Filler Metal 이 추천되어 오고 있으며, BCu 계 및 BCuZn 계도 사용될수 있다. 그러나, 전자의 Filler Metal 은 가격이 비싸고 Cd 과 같은 독성을 가진 물질을 함유하며, 후자는 용융범위가 높아 에너지적으로 불리하거나 Zn 과 같은 증기압이 높은 금속을 함유하여 작업성이 매우 불리하다. 이러한 단점들을 극복하기 위해 BCuP 계에 Sn 을 첨가해 그 대체재료로서의 연구가 수행되고 있으나, 전단강도와 계면반응층과의 상호 연관성에 관한 연구는 거의 발표되고 있는 것이 없으며 매우 불명확하다. 따라서, 스테인레스강 및 저탄소강과 동과의 브레이징 접합의 적정조건과 Sn, P 첨가에 따른 계면반응층과 전단강도와의 상호연관성을 연구하는데 그 목적을 두었다.

2. 실험 방법

실험에 사용된 Filler Metal 은 Table 1 에 나타낸바와 같이 P 는 5-7% Sn 은 6-8까지 변화 시킨 -60/+200 메쉬의 Cu-P-Sn 계 분말이며, Flux 는 봉상계에 불화물이 첨가된 분말형태의 것을 사용하였다. 스테인레스강은 Cr-Ni 계의 304 와 Cr 계의 430 을, 저탄소강은 SK45C 를

동은 상업용 손등을 사용하였다. 전단시험편은 AWS Single Lap Shear Test Specimen 을 사용하였으며, lap area은 10-11 mm, joint clearance는 0.08-0.1 mm 로 하였다. 접합부는 사포 220번의 것으로 연마한 후 아세톤으로 깨끗이 세척하고 알코올로 세척해 건조시킨 다음 치구에 고정시키고, lap joint 한쪽에 Filler Metal분말과 Flux 를 일정량 알코올 에 개어 올려 놓았다. 이렇게 고정시킨 치구를 아르곤 분위기의 전기로에서 730 °C 와 760 °C 의 두 온도로 20분간 유지시켜 접합하였다.

### 3. 실험 결과

5종의 Cu-P-Sn 계 분말형태의 브레이징 용가제를 사용해 730 °C 및 760 °C 두 온도에서 20 분간 아르곤분위의 노브레이징을 시킨 동-304, 동-430, 동-저탄소강 접합시험편의 전단강 및 계면조직을 조사한 결과 다음과 같다.

Fig.1. 에 나타난 바와 같이 전 시험영역에서 304접합시험편은 접합부 이외의 동 모재에서 파단되는 경향을 보이고 있으며, 이는 BCuP 계에 Sn 의 첨가효과가 우수함을 단적으로 알수있다. 그러나, 430쪽일부는 760 C 영역에서 Sn 이 증가할 경우나 P 가 증가할 경우 급격히 감소하는 것으로 나타났다. 더욱이 저탄소강은 Sn 의 첨가 유무에 무관하게 위 합금들로는 접합 불가능하다. 이는 Photo1. 에 나타난 바와 같이 steel 모재와 용가제 계면에 아주 취약한 연속적인 반응층이 형성되어 응고, 냉각 및 연마 도중에 깨어져 나가는 것으로 생각되며, EPMA EDS 분석에 의하면 67.8 Fe, 26.0 P, 6.1 Cu, 0.2 Sn (Wt%) 조성으로 된 Fe-P 계 화합물인 것으로 사료된다. 304접합시험편은 Sn 첨가에 의해 이러한 반응층은 형성되지 않고 여러 조성의 원소들로 구성된 반응물들이 분산된 형태로 나타난다. 즉, 이러한 분산된 효과에 의해 접합부이외의 모재파단이 일어나는 것으로 사료된다. EPMA, EDX 분석에 의하면 이러한 반응층들은 46.4 Fe, 19.6 P, 14.2Cu, 11.5Cr, 4.8Ni, 0.7 Sn 조성을 갖는 것으로 나타났다. 한편, 760°C 의 430접합시험편의 경우 일부합금에서 전단강도가 낮게 나타나는 데 이는 Photo2 의 f) i) 의 경우에서 볼수있는 바와 같이 분산된 반응물은 물론 연속적으로 형성되는 반응층도 존재하기 때문인 것으로 명확히 알수있다. 이 연속적으로 형성된 반응층은 너무 취약해 확인하기가 어려우나 EPMA, EDX 분석에 의하면 Cu-5P-6Sn 계 합금보다 Fe, Cr 함량을 두 배이상 함유하고있고 Cu, Sn 은 역시 두 배이상 적게 함유하고 있어 역시 Fe-Cr-P 계 화합물인 것으로 사료된다. 즉, Sn, P 함량이 너무 커지면 계면층의 Fe, Cr 함량이 크게 증가하여 분산상 이외의 연속적인 Fe-Cr-P 계 화합물을 형성시켜 강도저하의 원인이 되는 것으로 사료된다.

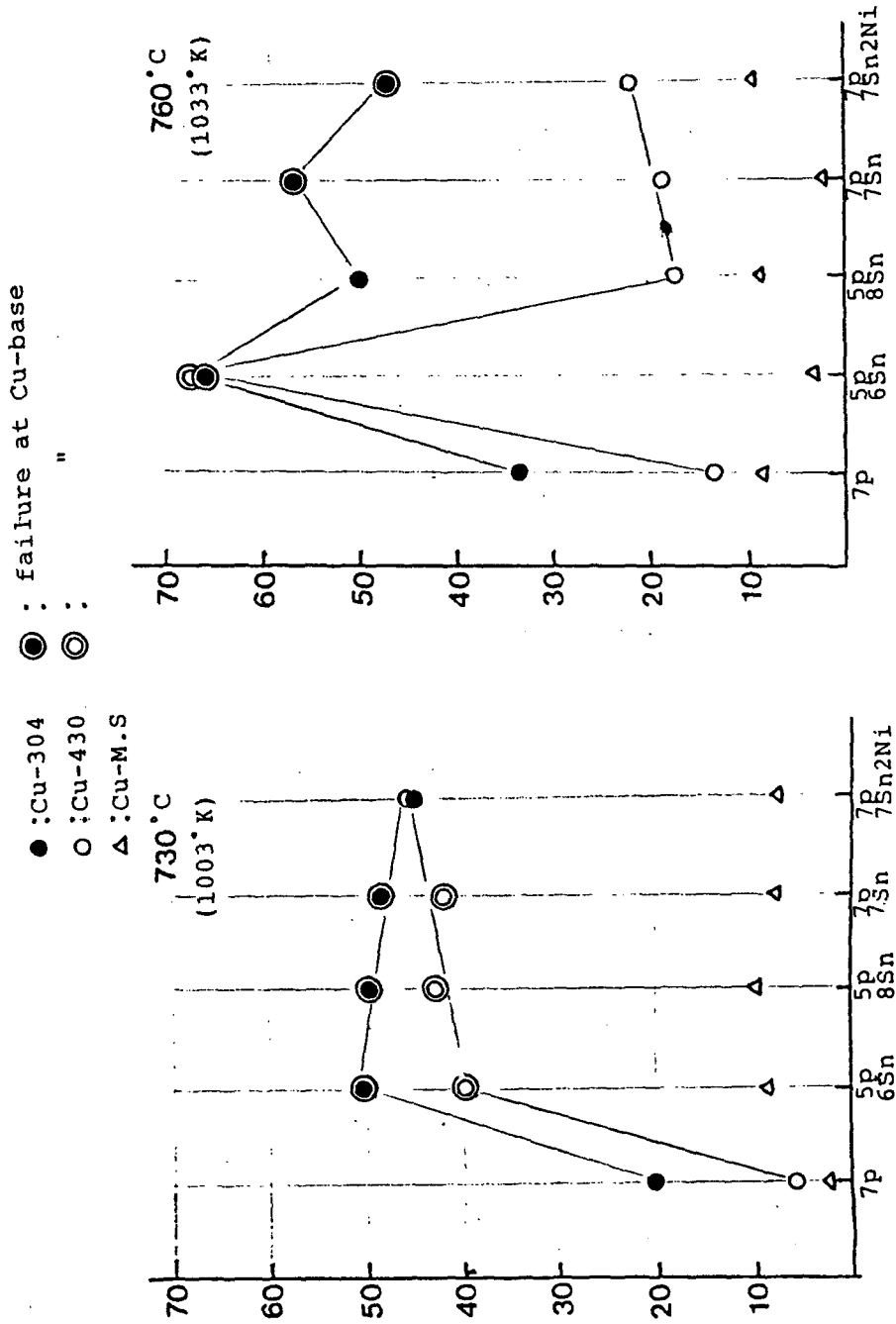


Fig. . Fracture Shear Strength of Brazement joined by each Brazing Alloy at 1003°K and 1033°K

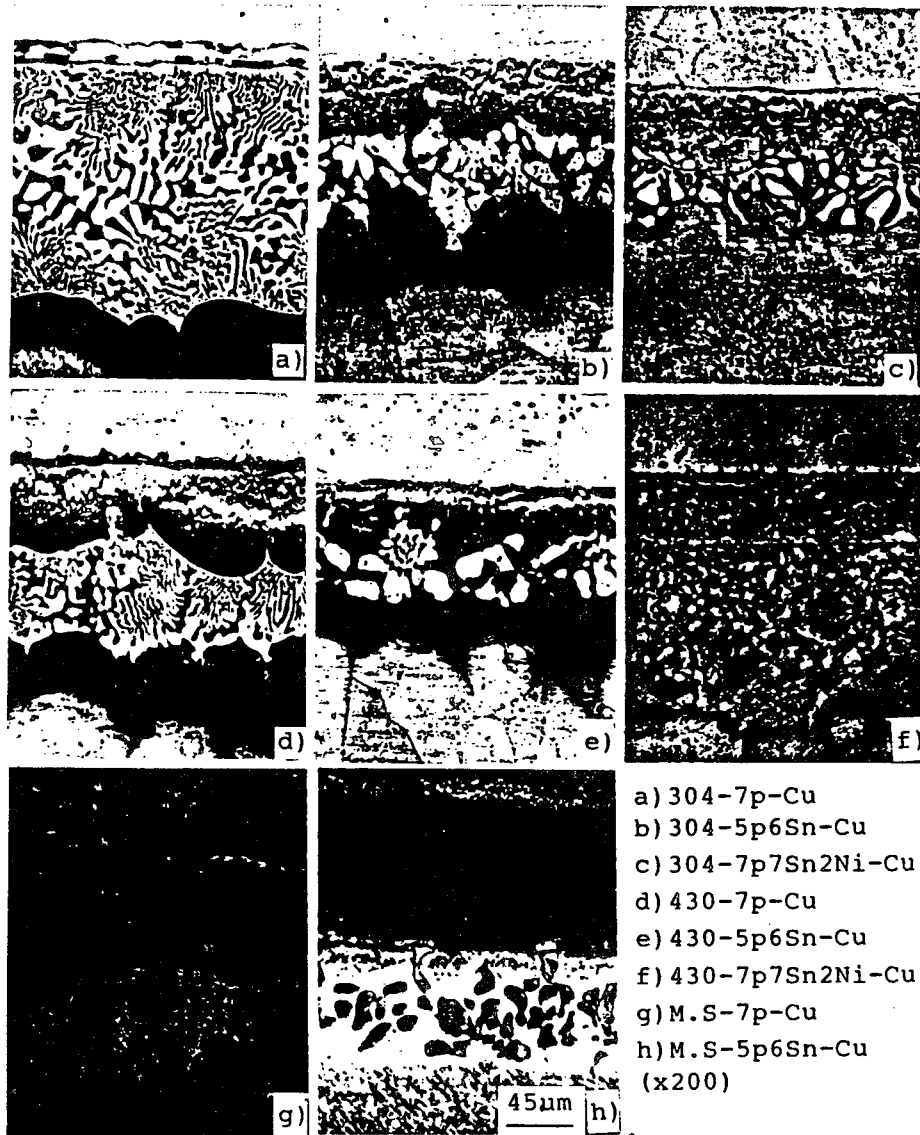


Photo. 1 . Microstructure of Each Brazement joined at 1003 K (730°C )

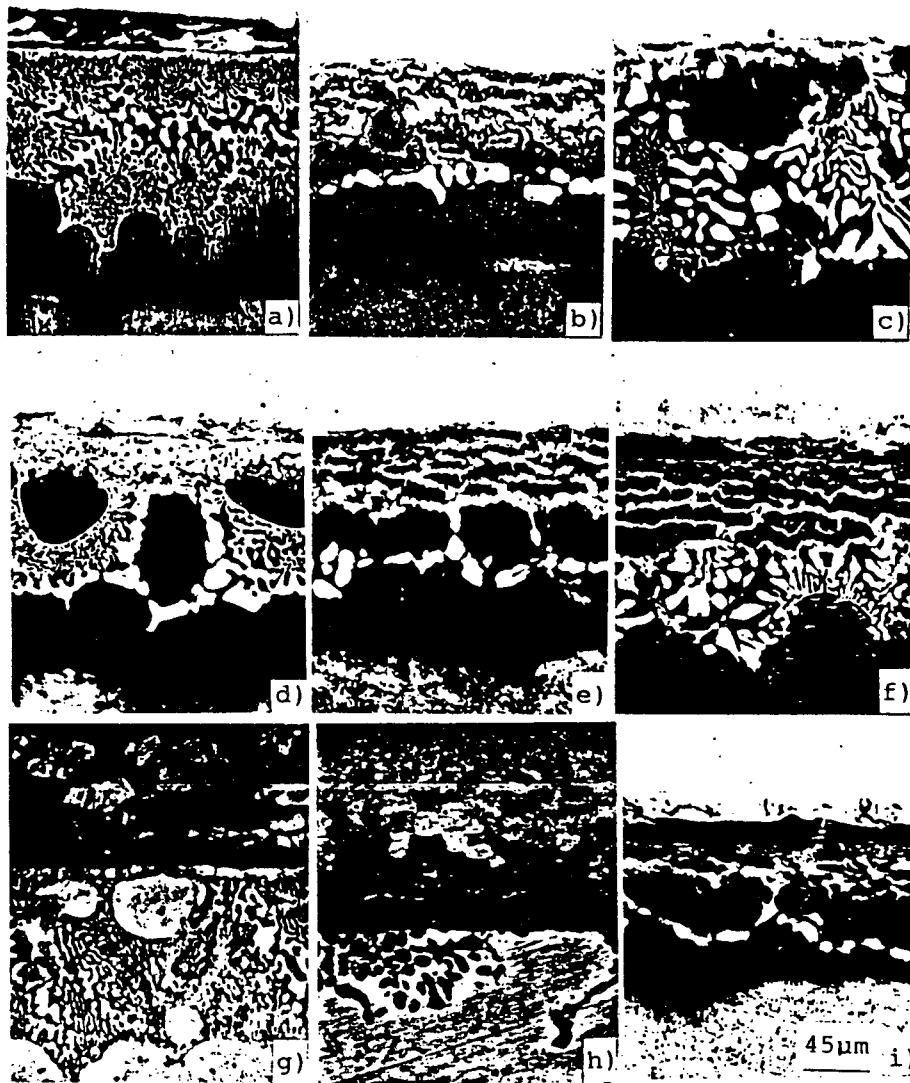


Photo. 2. Microstructure of Each Brazement joined  
 at 1033 K (760°C) (x200)

a) 304-7p-Cu	b) 304-5p6Sn-Cu	c) 304-7p7Sn2Ni-Cu
d) 430-7p-Cu	e) 430-5p6Sn-Cu	f) 430-7p7Sn2Ni-Cu
g) M.S-7p-Cu	h) M.S-5p6Sn-Cu	i) M.S-7p7Sn2Ni-Cu