

# 동-텅스텐과 동의 마찰용접시 중심부 가공에 따른 특성에 관한 연구

## A study on The Properties of weld which is derived from the center hole drilling in Friction Welding of Cu-W and Cu

이준형\* · 성기완\* · 민택기\*\*

\* 충남대학교 대학원 기계공학과

\*\* 충남대학교 기계공학과

### 1. 서론

마찰용접은 순수하게 접합면에서만 발열하여, 발열이 대단히 좁은 범위에 균등하게 발생하므로 열 손실이 작고 에너지 효율이 높으며 용접 변형이 대단히 작아 치수 정밀도가 높다. 특히 이종금속들의 접합에 효과적이며, 타 용접에 비해 용접온도가 낮아 금속간 화합물의 발생이 적고 고온균열이 적다.<sup>1)~3)</sup> 본 연구의 목적은 전기 접촉(electric contact)으로 사용되고 있는 동-텅스텐 소결 합금(Copper-Tungsten sintered alloy, 이하 Cu-W로 약함)과 동(Copper, 이하 Cu로 약칭)의 접합에서, 외경은 서로 같고 Cu-W에 홀(hole)을 뚫어 그 홀의 직경을 변화시켰을 때의 접합 특성에 관한 것이다.

### 2. 실험재료

본 실험에 사용된 재료는 Cu-W와 Cu로, Cu-W측은 입자직경 약  $3\mu\text{m}$ 의 W입자를 70wt% 함유하였고 W의 분말을 다공질재료 성형 소결하여 그것에 Cu를 용융 침투시킨 것이며, Cu는 정련동(Electric Tough-Pitch Copper : ETPC)이다. Cu-W 및 Cu의 기계적 성질 및 화학조성을 Table 1과 Table 2에 각각 나타내었다.

### 3. 실험결과 및 고찰

#### 3.1 인장 시험

Fig. 1은 마찰시간( $t_f$ )을 0.6초로 고정하고 업셋압력이 각각 100MPa, 150MPa일 때 홀의 직경 변화에 따른 용접부에 R 노치를 주어 인장시험 한 결과를 나타내고 있으며, 이때 사용된 마찰압력은 45MPa이다.

#### 3.2 전단 시험

Fig. 2은 전단시험 결과를 보여주며, 인장시험결과 강도가 높게 나온 업셋압력 150MPa일 때 홀의 직경 변화에 따른 전단강도의 변화를 나타내고 있다.

#### 3.3 접합부의 SEM 분석

Photo. 3, 4는 업셋압력 150MPa의 조건으로 마찰용접한 시험편을 SEM으로 500배 확대하여 Cu-W와 Cu의 접합부분에서 촬영한 것으로, 각각 외주부(그림에서 A), R/2지점(그림에서 B)을 나타내고 Cu-W에 가공한 홀의 직경변화에 따른 접합단면을 비교한 사진들이다.

사진들에서 알 수 있듯이, 미세한 W입자들이 Cu-W모재로부터 떨어져나가 접합부 근처의 Cu부분에 포함되어 있는 것을 볼 수 있다. Aritoshi 등<sup>4)</sup>은 Cu와 순 알루미늄의 마찰용접에서 50~200 $\mu\text{m}$  두께의 혼합층이 형성된다고 하였다. 또한 혼합층의 생성 가능성을 확산, 기계적 혼합, 용융 3가지의 경우로 제시하였다. 그리고 1초 정도의 짧은 마찰시간 동안에는 수백 $\mu\text{m}$ 거리의 확산이 일어나기 어려우며, 또한 Cu와 Al 마찰용접부의 최고 도달 온도가 용융점과는 거리가 멀다고 지적하였다.

#### 4. 결 론

본 연구에서는 전기 접점 재료로 쓰이고 있는 동-텅스텐 소결합금(Cu-W)과 동(Cu)을 홀 가공하여 직경 변화와 업셋압력의 변화에 따른 용접부의 강도와 파단특성, 용접부의 조직 등을 관찰하였다. 사용된 용접조건은 회전수 2000rpm, 마찰압력 45MPa, 업셋시간 5.0초, 마찰시간 0.6초로 고정하고, 업셋압력을 각각 100MPa과 150MPa일 때의 조건으로 변화시켜 텅스텐에 2mm, 4mm, 6mm, 8mm로 홀을 가공하여 실험하였다. 그 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 인장시험 결과 홀 가공하였을 때의 최대 인장강도는 업셋압력이 150MPa 일 때 홀의 직경이 2mm에서 314MPa로 이는 모재 인장강도 (310MPa)를 능가하였다.

2. 전단시험 결과 최대 전단강도는 업셋압력이 150MPa일 때 홀의 직경이 2mm에서 187MPa로 모재 전단강도(196MPa)의 약 95%에 해당된다.

3. 접합부의 SEM분석 결과, 접합부에 인접한 Cu내부에 미세한 W입자들이 기계적으로 혼합되어 있고 특히, 강도가 가장 높게 나온 홀의 직경 2mm일 때 더욱 미세하고 많은 양의 W입자들이 불규칙적으로 혼합되어 있는 것이 발견되었다.

#### 참 고 문 헌

1. 민택기, "Al-Sn 합금 베어링에서 부싱부와 플랜지부의 백메탈 간 마찰 용접 특성", 동아대학교 박사학위 논문, pp. 1~40, (1992).
2. Haskell D. Weiss, Thomas H. Hazlett, "The Role of Material Properties and Interface Temperature in Friction Welding Dissimilar Metals" Engineering Conference, April, pp. 1~11, (1966).
3. Tomas H. Hazlett, "Properties of Friction Welds Between Dissimilar Metals", Welding Research Supplement, Oct. pp. 448s-450s, (1962).
4. M. Aritoshi, K. Okita, T. Enjo, K. Ekeuchi, F. Matsuda, "Friction Welding of Oxygen Free Copper to Pure Aluminium", Welding International, Vol. 6, No. 11, pp. 853-859(1992).

Table 1 Chemical composition of materials

Materials	Chemical composition(wt %)				
	Cu-W	W			Cu
70			30		
Cu	Pb	Fe	S	O	Cu
	0.0002	0.0006	0.0005	0.0370	Bal.

Table 2 Mechanical properties of materials

Materials	M. P.	tensile strength (MPa)	shear strength (MPa)
Cu-W		440	279
Cu		310	196

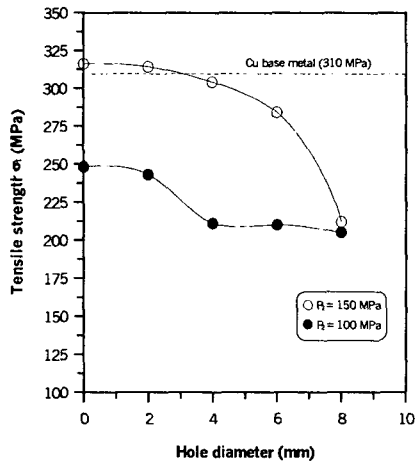


Fig. 1 Relationships between tensile strength and hole diameter

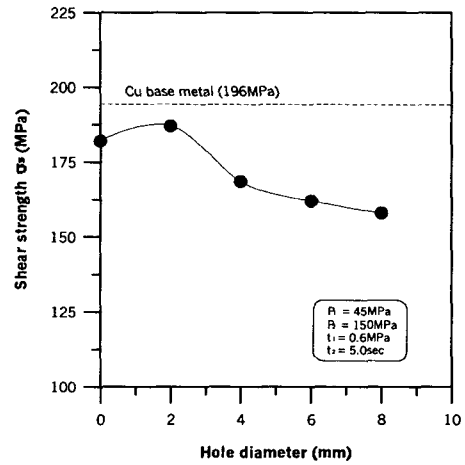


Fig. 2 Relationships between shear strength and hole diameter

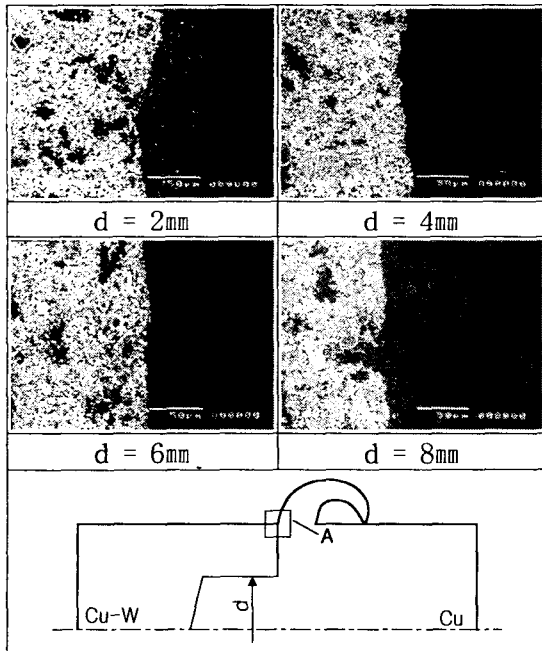


Photo. 3 Microstructure of weld interface (A)

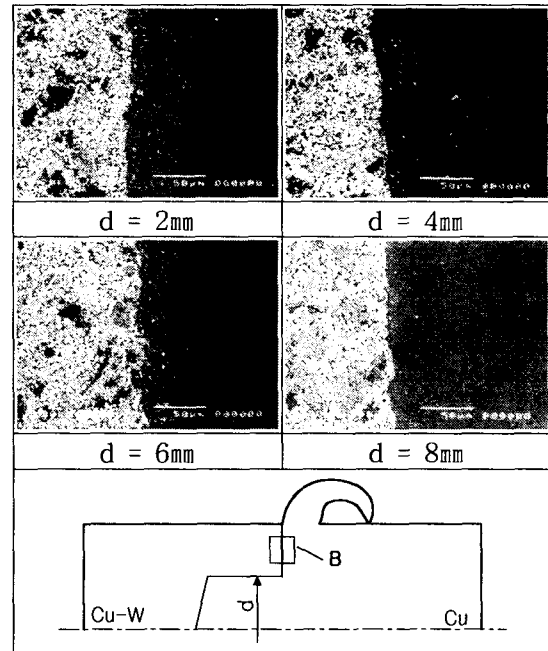


Photo. 4 Microstructure of weld interface(B)