

## Cu25Cr 접점재료의 성형압력에 따른 소결 및 전기적 특성에 관한 연구

### A study on the effects of compacting pressure on the electrical & sintering characteristics of Cu25Cr contact material

연영명, 박홍태, 오일성, 이경행  
(Young-Myoung Yeon, Hong-Tae Park, Il-Sung Oh, Kyoung-Haing Lee)

#### Abstract

Effects of compacting pressure on the electrical and sintering characteristics of Cu25Cr contact material have been investigated. Cu25Cr contact materials were prepared by solid and liquid-phase sintering methods varying compacting pressure. Influence of compacting pressure on electrical characteristics were investigated in the cylindrical stainless-steel vessel using L-C resonant circuit. The physical and electrical properties of solid-phase sintered Cu25Cr material were found to be improved by increased compacting pressure. On the other hand, it was found that compacting pressure had little influence in case of liquid-phase sintered Cu25Cr material. After conditioning, contact resistance of Cu25Cr material was decreased regardless of compacting pressure. With increased compacting pressure, interrupting ability was shown to be increased.

**Key Words** : CuCr, Contact material, sintering, Vacuum interrupter

#### 1. 서론

현재 배전계통 및 산업용 동력설비에 사용되고 있는 진공차단기의 핵심부품인 진공인터럽터(Vacuum Interrupter ; VI)의 성능은 전극구조 및 동작 메카니즘과 같은 인자에 의해 영향을 받지만, 주로 접점재료에 의해 그 성능이 결정된다. 접점재료의 성질은 화학적 조성, 미세구조, 가스함량 그리고 차단시 발생하는 아크에 의한 표면 미세조직 등에 의해서 영향 받는다<sup>[1]</sup>. 일반적으로 진공인터럽터용 접점재료에는 CuCr계가 가장 널리 사용되고 있으며, 분말야금법을 이용하여 제조되는데 크롬(Chromium, Cr)의 함량에 따라 제조방법이 달라진다. 보통 25wt% 크

롬을 함유하는 CuCr접점의 경우 고상 및 액상소결법이 널리 이용되고 있다. 본 연구에서는 진공인터럽터에서 가장 널리 사용되는 Cu25Cr접점의 제조에 있어 분말의 성형압력이 접점재료의 소결 및 전기적 특성에 미치는 영향을 연구하여 진공인터럽터용 CuCr접점재료의 제조에 필요한 기초 데이터를 확보하고자 한다.

#### 2. 본론

##### 2.1 소결방법

평균입도가 각각 325mesh 및 200mesh인 구리(Cu) 및 크롬분말을 사용하여 3:1(Cu:Cr)의 무게비로 칭량하여 분말혼합기에서 균일하게 혼합한 후, 직경이 35[mm]인 몰드(mold)에 혼합분말을 장입하고, 프레스를 이용하여 성형하였다. 이때, 최적 성형체의

\* : LG산전 전력연구소  
(Fax : 043-261-6629  
E-mail : ymy@lgis.com)

조건을 결정하기 위하여 성형압력을 2.0, 2.5, 3.0 및 3.5[ton/cm<sup>2</sup>]로 증가시키면서 성형체를 제조하였다. 제조된 성형체는 동의 용점(1083℃)보다 낮은 1050℃에서 고상소결을 행한 후, 1200℃의 온도에서 액상소결을 실시하였다. 이때, 진공도는 5×10<sup>-5</sup> [torr]로 일정하게 하였다. 성형압력에 따른 소결특성을 분석하기 위해 밀도, 도전을 및 경도를 측정하였으며, 광학 및 전자현미경을 이용하여 재료의 미세조직을 관찰하였다.

## 2.2 전기적 특성 평가

이상과 같은 방법으로 제조된 시료의 전기적 특성을 평가하기 위해 소결체를 직경 30[mm], 두께 5[mm]의 전극으로 가공하여 2×10<sup>-5</sup>[torr]의 진공챔버에 장착한 후, 그림 1에 나타난 LC공진 회로를 이용하여 전기적 특성을 평가하였다. 이때, 전극간 거리는 10[mm]로 하였으며, 실험전 전극의 세정을 위해 1kA<sub>rms</sub>의 전류하에서 정(+).부(-) 각각 5회씩 컨디셔닝(Conditioning)을 행하였다.

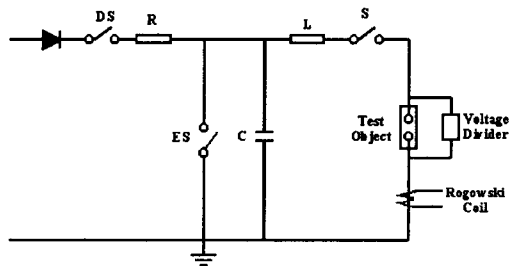


그림 1. LC공진회로

## 3. 실험 결과

### 3.1 성형압력에 따른 소결특성

그림 2는 성형압력에 따른 밀도특성을 나타낸 것으로, 성형압력이 증가함에 따라 성형 및 고상소결 밀도는 증가하는 경향을 나타낸다. 그러나 액상소결의 경우에는 성형압력에 상관없이 소결밀도가 이론 밀도의 98% 정도로 일정하게 나타났다.

그림 3은 성형압력에 따른 도전을 및 경도특성을 나타낸 것으로, 그림 2의 밀도특성과 거의 유사한 경향을 나타내고 있음을 알 수 있다. 고상소결의 경우 성형압력이 증가함에 따라 도전을 및 경도가 증가 경향을 나타내고 있는데 이는 소결밀도의 증가에 따른 영향인 것으로 생각된다. 그러나 액상소결의 경우에는 성형압력에 상관없이 도전을 및 경

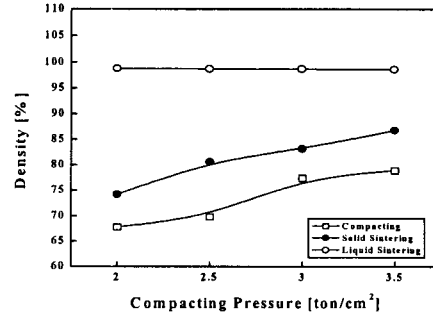


그림 2. 성형압력에 따른 밀도특성

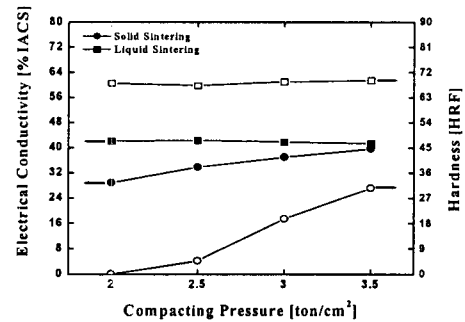


그림 3. 성형압력에 따른 도전을 및 경도특성

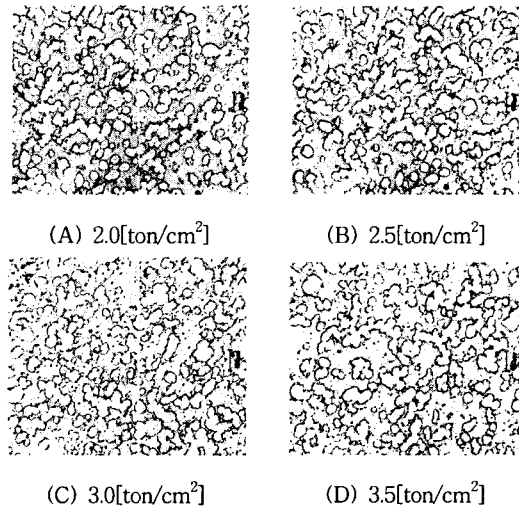


그림 4. 성형압력에 액상소결의 미세조직 (소결온도 : 1200℃)

도가 거의 일정하게 나타났다. 액상소결 밀도가 성형압력에 상관없이 이론밀도의 98%정도로 일정하게 나타나기 때문에 도전을 및 경도에 영향을 미치지 않는 것으로 생각된다.

그림 4는 소결온도가 1200℃인 경우, 성형압력에 따른 Cu25Cr접점의 미세조직을 나타낸 것이다. 그림에 알 수 있듯이, 액상소결의 경우에는 성형압력이 미세조직의 변화에 미치는 영향은 적은 것으로 나타났다. 또한, 구리 매트릭스내에 크롬입자가 균일하게 분포하였으며, 전형적인 액상소결의 미세조직으로 나타났다.

### 3.2 전기적 특성평가

그림 5는 성형압력에 따른 컨디셔닝 전·후의 접촉저항의 변화를 나타낸 것이다. 이 결과에서 알 수 있듯이, 컨디셔닝을 수행 함으로서 접촉저항이 감소한다는 것을 확인할 수 있었다. 이는 컨디셔닝에 의

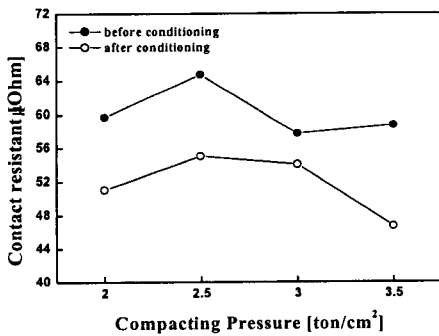


그림 5. 컨디셔닝 전후의 접촉저항 변화

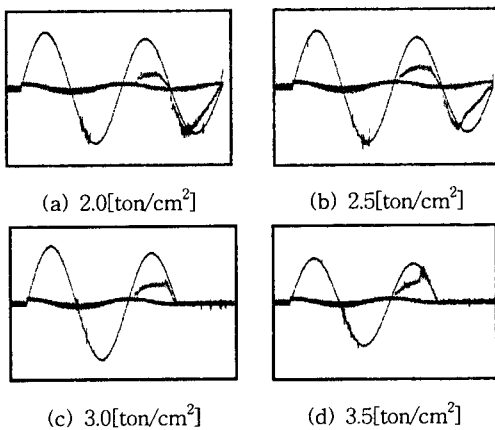


그림 6. 성형압력에 따른 차단특성

해 접점표면에 존재하는 산소 및 불순물이 제거됨과 동시에 표면의 개질에 의한 영향인 것으로 생각된다.<sup>[2]</sup>

그림 6은 차단전류를 10kArms로 하였을 때, 성형압력에 따른 차단실험의 결과파형을 나타내고 있다. 이 결과파형에서 3.0[ton/cm<sup>2</sup>]의 성형압력을 기준으로 차단특성에 약간의 차이가 있음을 알 수 있다. 이는 성형압력이 접점의 미세조직에는 거의 영향을 미치지 않지만, 차단성능에는 영향을 미치는 것으로 생각된다.

그림 7은 차단실험 후의 접점의 단면을 광학현미경으로 관찰한 것이다. 일반적으로 CuCr계 접점재료는 아크에 의해 그 표면이 초기의 조직과는 달리 크롬입자가 미세화되어 분포하고 있으며, 대략 150~200[μm] 정도의 아크층을 형성하고 있음을 알 수 있었다.

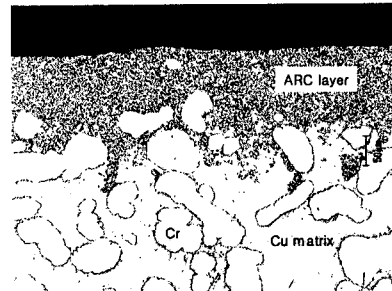


그림 7. 차단실험 후 Cu25Cr의 표면형상(3.5 ton/cm<sup>2</sup>)<sup>[3]</sup>

### 4. 결 론

성형압력에 따른 Cu25Cr접점의 소결 및 전기적 특성을 분석한 결과, 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1. 고상소결의 경우, 성형압력이 증가함에 따라 밀도, 도전을 및 경도는 증가하였지만, 액상소결에서는 성형압력에 상관없이 이론밀도의 98%정도로 거의 일정하게 나타났다.
2. 전류 컨디셔닝을 행함으로서 접점표면의 개질에 의한 접촉저항의 감소를 확인할 수 있었다.
3. 성형압력이 접점의 미세조직에는 거의 영향을 미치지 않는 것으로 나타났지만, 차단성능에는 영향을 미치는 것으로 나타났다.

#### 참고 문헌

- [1] P.G. Slade, "Advances in material development for power vacuum interrupter contacts", IEEE on Component Packaging and Manufacturing Technology Part A, Vol. 17, No. 1, 1994
- [2] E. Huber, K. Frohlich, and R. Grill, "Dielectric Recovery of Copper Chromium Vacuum Interrupter Contacts after Short Circuit Interruption", XVIth ISDEIV, 351, 1996
- [3] J. Ballat and D. Konig, "Insulation characteristics and Welding behavior of butt Contacts made of CuCr of different composition and manufactured in different processes", XVth ISDEIV, 574, 1992