

純銅および銀入銅の高温特性について

清 藤 純 一
浜 石 和 人

1. はじめに

導電用材料として使用される銅合金にも幾多の改良が遂げられてきたが、銀入銅は導電率を含む諸特性が純銅に近く、しかも耐熱性が優れているので、発電機のコンミューターセグメントを初めとして各種導電材料として使用されている。

現在、コンミューターセグメントとしては J I S に純銅および Cu - 0.2% Ag 合金が規定されているが、本実験では Cu - 0.2% Ag 合金の銀含有量を半分に減少させた銀入銅を溶製し、この二つの銀入銅および純銅の高温における特性を比較調査した結果を述べる。

2. 試料の作製

実験に用いた試料は 純銅は E T P (Electrolytic Tough - Pitch copper)，銀入銅は E T P に銀を添加し溶解して鋳塊とし、その分析値(銀量)は 0.08 および 0.18% である。その後熱間押出し、冷間引抜、焼鈍を行ない最終的に 3 mm の平角線とした。なお冷間加工率は 15, 25, 50, 75% の 4 種類とした。

焼鈍特性測定用の試料は 100~850°C × 30 分保持の熱処理を行った。

3. 試験方法

3・1 引張試験

試験条件

引張速度 約 10 mm/min

試験温度 室温, 100~600°C ± 5°C
(保持時間 30 分)

測定項目は引張強さ (σ_b)、耐力 (σ_s)、伸び (δ) および断面収縮率 (RA) である。

3・2 硬さ試験

圧延直角断面について、ピッカーア硬度 H V (200g) を測定した。測定は室温で各試料とも 3 点行ない、その平均値を採用した。

3・4 高温酸化試験

これらの合金が使用中に高温にさらされた場合空気中にあっては当然酸化を生ずるので、各合金の空気中における加熱による酸化增量を検討した。測定は熱天秤を使用し、天秤のコックを開放して大気中で加熱し酸化させて行った。加熱速度は 10 °C/min 定速加熱で行った。

3・5 顕微鏡組織試験

各合金の冷間圧延組織ならびに焼鈍にともなう再結晶と結晶粒成長を調べた。

4. 試験結果

図 1 に純銅および Cu - 0.08% Ag 合金の加工硬化特性を示した。冷間加工による硬化量は純銅に比べて Cu - 0.08% Ag の方がわずかに多い。図 2 に純銅および Cu - 0.08% Ag の焼鈍による軟化曲線、図 3, 図 4 に Cu - 0.08% Ag および Cu - 0.18% Ag 合金の冷間加工材の焼鈍による機械的性質の変化を示した。

図 2 より明らかなように焼鈍による軟化曲線は純銅および Cu - 0.08% Ag 合金とも同様の傾向を示すが、軟化終了温度は Cu - 0.08% 合金の方が約 50°C 高くなっている。

また図 3, 図 4において、冷間加工率に関係なく銀含有量の多い Cu - 0.18% Ag 合金の軟化抵抗が大きく、銀添加が耐熱性に有効であること

が判る。また冷間加工率の高い方が軟化抵抗が大きく、強度が強い。

図5に冷間加工率50%の場合の高温引張試験結果を示すが、300°C以下および500°C以上ではCu-0.08%Ag, Cu-0.18%Agとともにその傾向は変わらないが、300~500°CではCu-0.18%合金の方が若干強度が強い。

図6に高温酸化試験の結果を示した。

測定は熱天秤のコックを開放して大気中で加熱(10°C/min定速)し酸化させて行った。

図に示すように各材料ともほど同様な傾向を示すが、純銅に比べて銀添加量の多いほど酸化增量が大きくなる傾向を示しており、銀添加は耐酸化性の改善に寄与しないことが判る。また急速な酸化を生ずる温度は各材料とも350°C前後である。

写真1, 写真2に純銅およびCu-0.08%Ag合金の冷間加工率25, 50, 75%の場合の焼鈍による組織変化を示す。

写真より明らかなように両者とも冷間加工率の高いほど再結晶開始温度が高く、このことは図2に示した軟化曲線とよく対応している。

また純銅に比べてCu-0.08%Ag合金の方が約500°C再結晶終了温度が高く、銀の少量添加による耐熱性改善の有効性が良く判る。

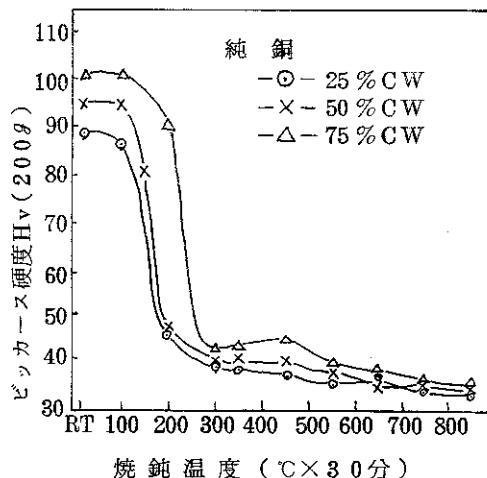


図2 焼鈍による軟化曲線

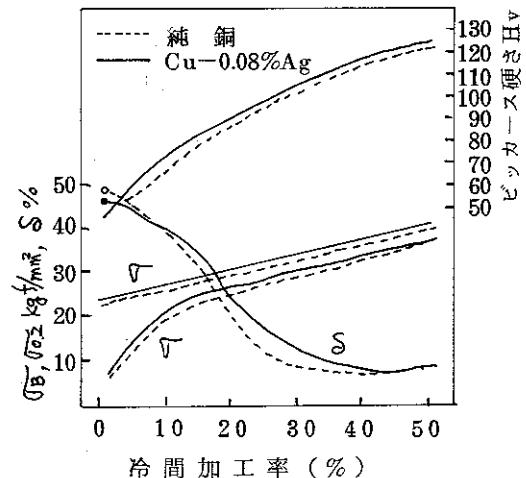
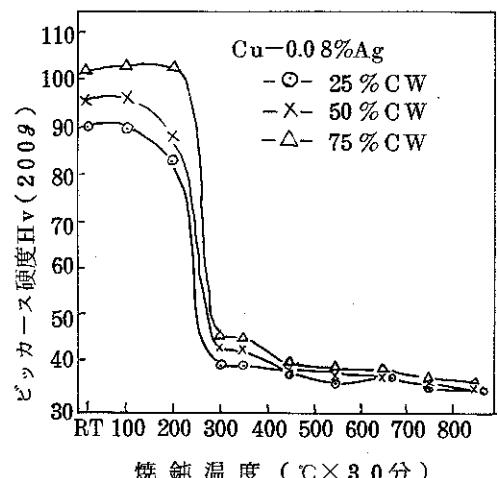


図1 冷間加工による機械的性質の変化



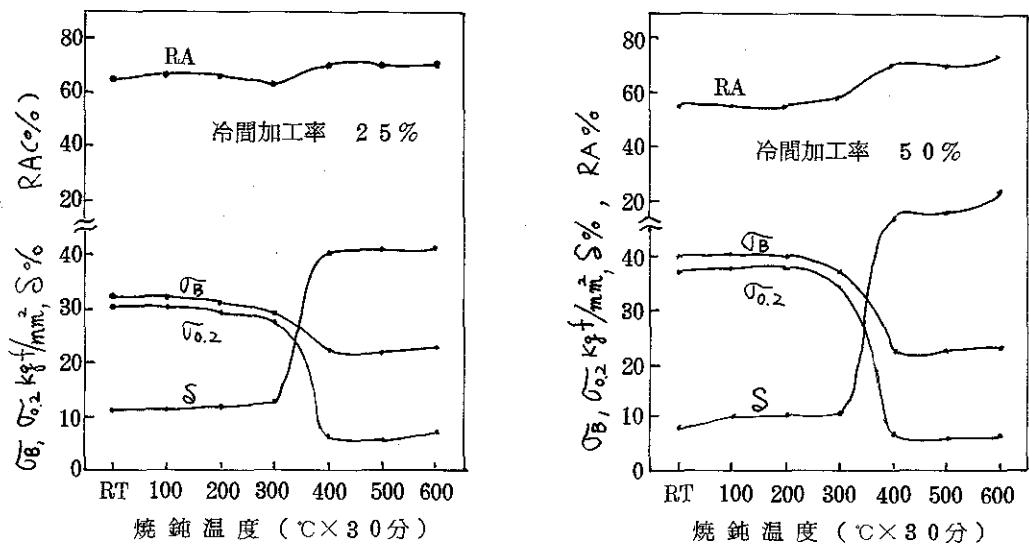


図3 Cu-0.08%Agの焼鈍による機械的性質の変化

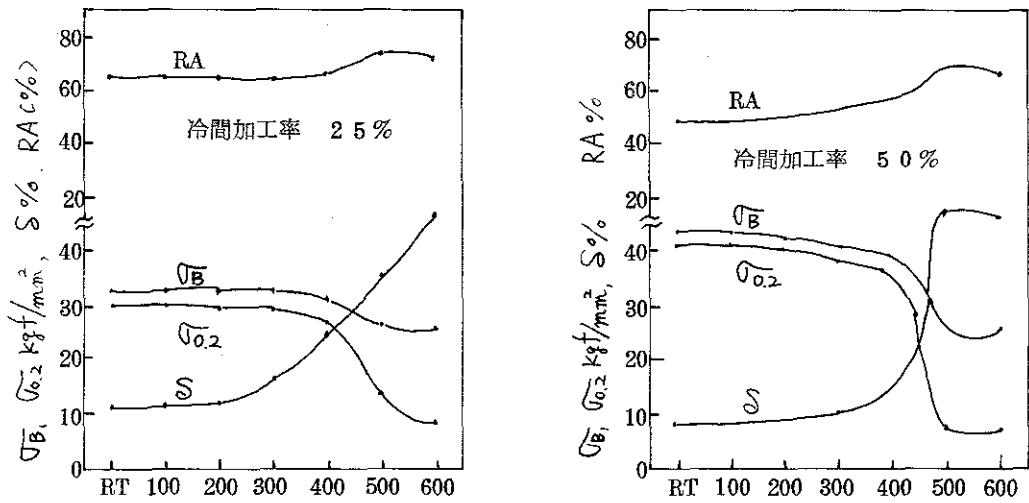


図4 Cu-0.18%Agの焼鈍による機械的性質の変化

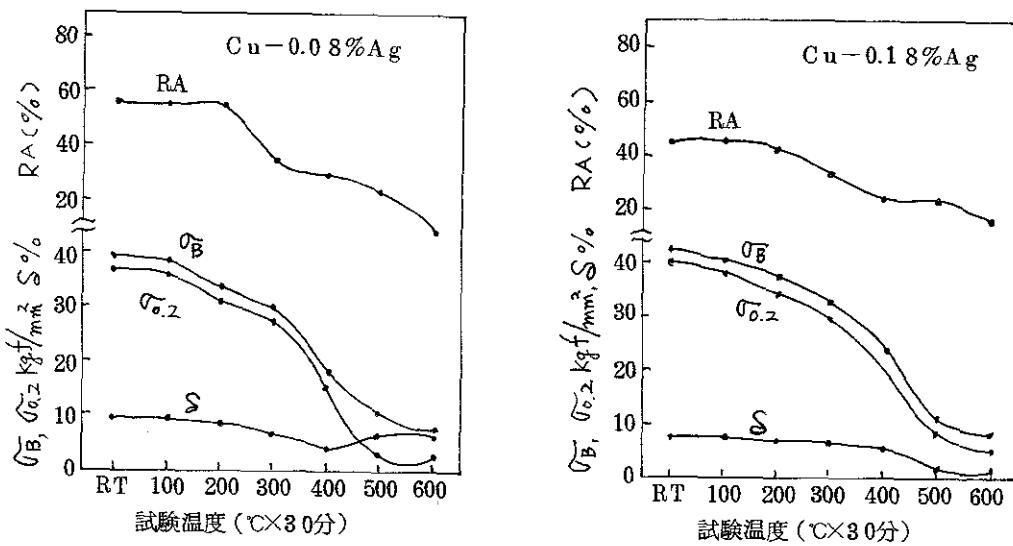


図 5 50% 冷間加工材の高温引張試験

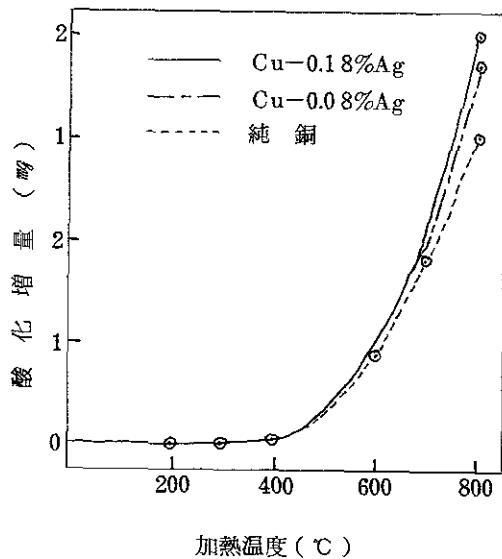


図 6 高温酸化試験

5. おわりに

タフピッチ銅、およびタフピッチ銅に銀を添加した材料の高温における諸特性を比較調査したが常温および高温における諸特性値は本実験のほかに検討を加うべき性質が存在する。

例えば高温電気抵抗、高温耐疲労性、等温焼鈍軟化試験等については、さらに実験を進めている

ので後日あらためて報告したい。

本報告における結果のみでは総合的な結論は下さないが、以下のようなことが判った。

- (1) 冷間加工による加工硬化量は、Cu-0.08%Ag合金の方が、純銅に比べてわずかに高い。
- (2) 焼鈍軟化特性では、純銅に比べてCu-0.08%Ag合金で約50°C、Cu-0.18%Ag合金で約100°C軟化温度が高い。
- (3) 常温および高温引張強さはCu-0.08%Ag合金、Cu-0.18%Agの両者の差は小さい。Cu-0.18%Ag合金に比べて、Cu-0.08%Ag合金の方が、耐酸化性はわずかながら優れている。

写真1 C B M I (純銅)の焼板組織の変化 ($\times 100$) $\times 35$

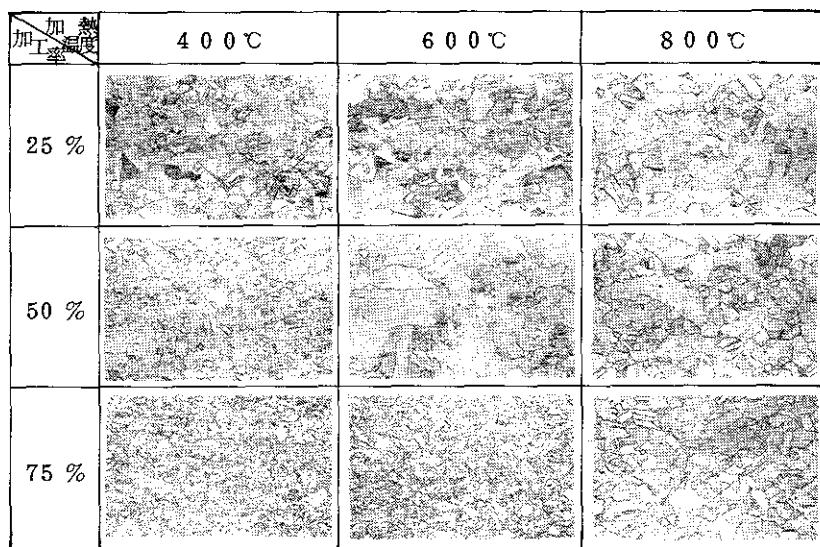
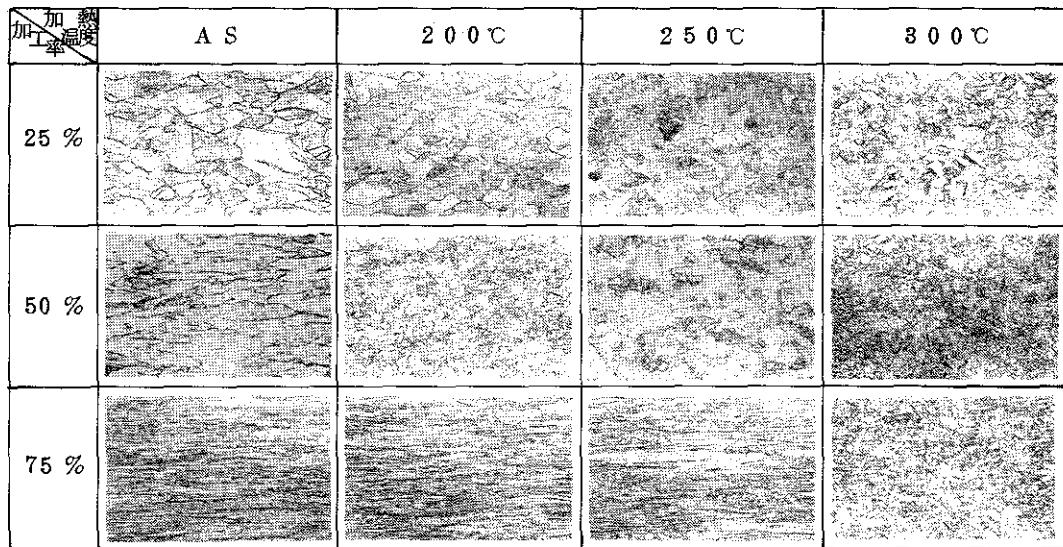


写真2 Cu-0.08%Agの焼鈍組織の変化(×100)×35

