

Cu-Cr 合金の研究 (第1報)

—初期時効段階における二三の研究結果—

Studies on Cu—Cr Binary Alloy (Rept 1st)
—Some Results on the Initial Stage of its Precipitation—

西川精一・長田和雄・小林繁美

1. ま え が き

Cu-Cr 合金は高力導電材料としてある程度実用化されている合金であるが、その時効に関しては Corson¹⁾、幸田等²⁾、Hibbard 等³⁾、土井⁴⁾の研究があり、500°C 付近の時効によってかなりの析出硬化を示すことがわかっている。またその特性に及ぼす添加元素の影響については土井⁵⁾、楢山等⁶⁾の研究が発表されている。しかし以上の研究結果では単なる分散硬化としての見方が強く、その析出初期における組織などについてはほとんど解明されていない。

われわれはさきに Cu-Be (2%) 合金の時効に際して添加元素として Cr が存在するとき、その時効特性に大きな影響の現われることを示した⁷⁾。その影響の機構をさらに明瞭にする目的で Cu-Cr 2元合金の時効、特にその初期段階を研究しているものである。

今回は時効に伴う電気比抵抗変化および透過電子顕微鏡による組織変化の観察結果についてその一部を速報する。

2. 実験試料

母材としては電気銅チップを用い、Cr は 5% Cr-Cu の母合金として添加した。溶解は高周波電気炉を使用してアルゴン雰囲気中に行ない、1回の溶解量は 2.5kg、これを金型 (1"×250 mm^l) に鑄造した。

このインゴットを 900°C×1 hr 焼鈍後圧延、引抜きを行なって 5 mmφ と 1 mmφ の線材にした。5 mmφ 線材は、さらにこれを厚さ約 1 mm (硬度測定用) と約 0.15 mm (透過電子顕微鏡用) の 2種類の板材に圧延し、1 mmφ 線材は電気比抵抗測定用とした。

実験試料は 5種類でその Cr % は第 1表に示す。

第 1表 試料の組成

試料番号	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5
Cr%	0.91	0.49	0.30	0.10	0.05

溶体化処理は真空焼鈍炉を使用し、アルゴン気流中で 950°C×1.5 時間加熱後水水中に焼入れた。

3. 実験結果

(1) 電気比抵抗化

時効温度 550°C, 500°C, 450°C, 300°C の場合の電気比抵抗変化を第 1図～第 4図に示す。測定温度はいずれ

も 30°C である。

だいたいの傾向として次のことが認められる。析出までの抵抗の全変化量は Cr% の増加とともに増加し、析出後の抵抗値は各試料ともだいたい一定値に落ちつく。また時効温度が高くなるに従い、抵抗の減少する時期が早くなる。これは早く析出段階に入ることを示す。300°C 時効では析出反応は極めて遅い。550°C, 500°C 時効の場合析出反応は顕著であるが、同じ時効温度では Cr 0.30% 合金が一番析出が早く進み、Cr 0.49%, 0.90% 合金の順に析出の進行が遅れるようにみうけられる。

なお時効初期段階に、他の時効硬化性合金に観察される抵抗増加がほとんど、認められないことは注目してよい。

(2) 透過電子顕微鏡組織

本実験の時効段階では析出試料と焼入れ試料との光学顕微鏡組織を比較した場合、その変化を認めることがむずかしいので、時効初期の組織変化を調べるため透過電子顕微鏡により直接観察した。

試料の熱処理は次の 3種類で、Cr% は 0.30% である。

- 1) 焼入れ試料 950°×1.5 時間 氷水焼入れ
- 2) 時効初期試料 " " +450°C 3分時効
- 3) 析出試料 " " +500°C 30分時効

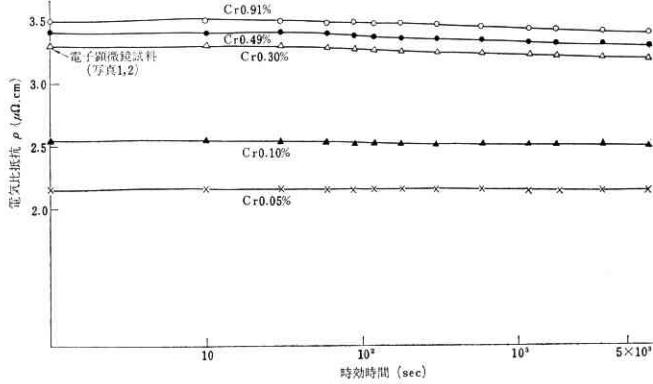
その電気比抵抗変化曲線における位置は第 1図、第 2図および第 3図に示す。

試料作製は圧延した厚さ約 0.15 mm の板材に前記の熱処理をほどこし、Bollmann 法によって薄片とした。電解液組成は次のとおりである。H₃PO₄ 250 cc, エタノール 250 cc, H₂O 500 cc, プロパノール 50 cc, 尿素 5g その写真を次に示す。

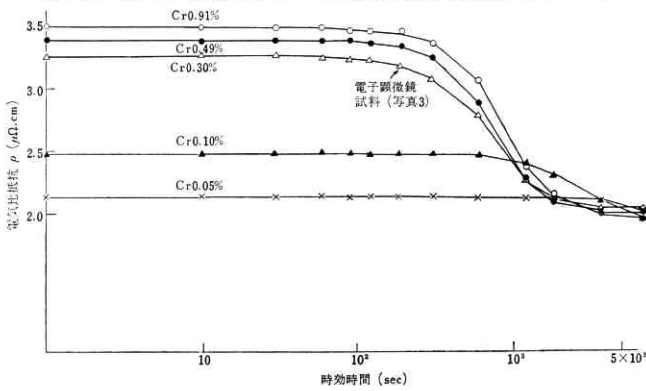
写真 1 は均一な α 相を示した。場所により写真 2 に示されるように拡張転位などが見受けられる。写真 3 には α 相のマトリックス中にある方向性をもったコントラストが見受けられる。

これがいかなる状態であるかはまだ正確には解明できないが、Cr 原子がマトリックスのある格子面上に clustering をおこしていることも予想される。写真 4 では Cr の球状析出が明瞭に認められる。

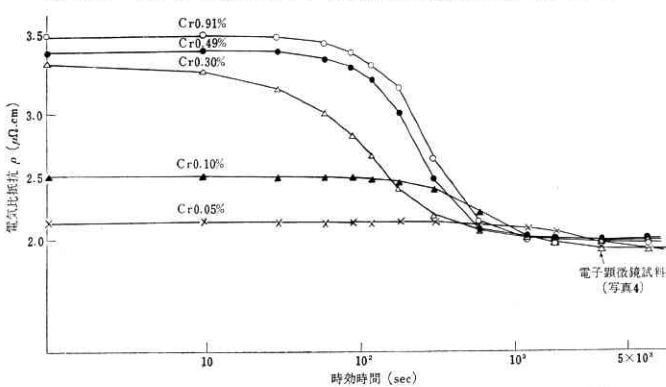
以上目下継続中の実験の一部につき速報したが、引き



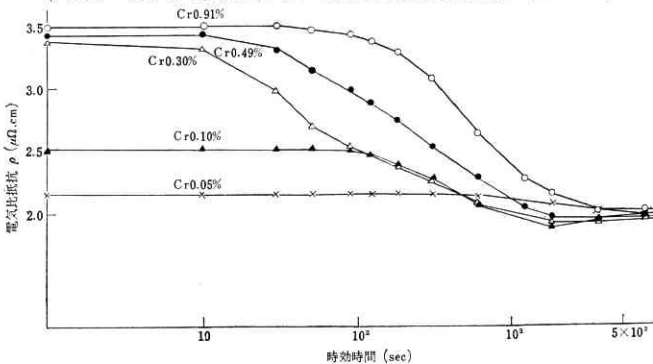
第 1 図 300°C 時効に伴う、電気比抵抗変化曲線 (at 30°C)



第 2 図 450°C 時効に伴う、電気比抵抗変化曲線 (at 30°C)



第 3 図 500°C 時効に伴う、電気比抵抗変化曲線 (at 30°C)



第 4 図 550°C 時効に伴う、電気比抵抗変化曲線 (at 30°C)



写真 1 Cu-Cr(0.30%)合金 950°C×1.5 時間加熱後、水焼入れしたままの組織 ×40,000

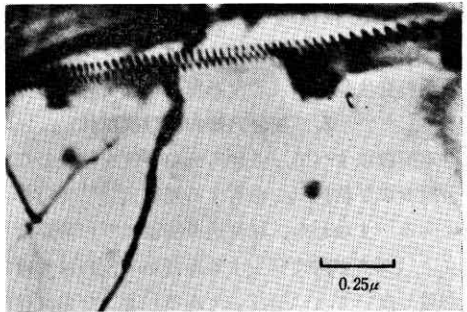


写真 2 同一試料、熱処理写真 1 と同じ、別の視野 ×40,000

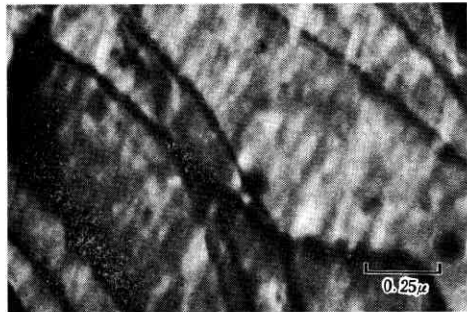


写真 3 同一試料、溶体化処理、写真 2 と同じ 450°C、3 分時効後の組織 ×40,000

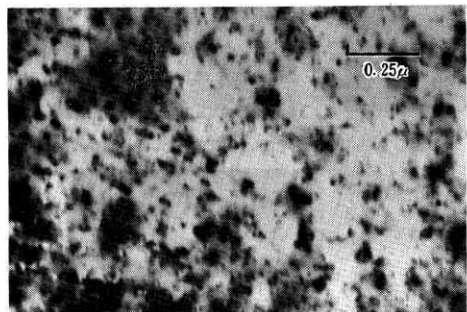
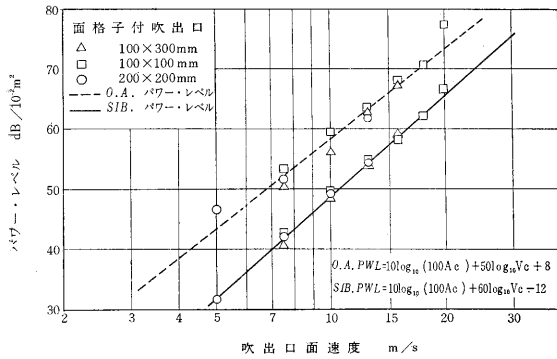
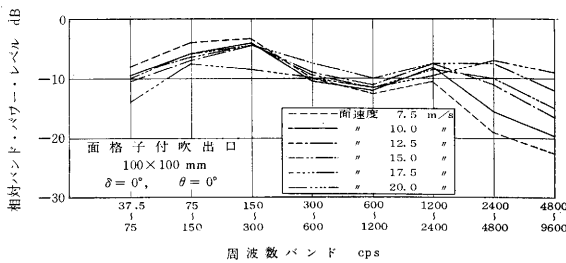


写真 4 同一試料、溶体化処理、写真 1 と同じ 500°C×30 分時効後の組織 ×40,000

続き残りの時効温度の電気抵抗測定、硬度測定、機械的性質の測定などを行 (30 ページへつづく)



第 3 図



第 4 図

$$SIB\ PWL = 10 \log_{10}(100 \cdot A_c) + 60 \log V_c - 12 \quad (3)$$

ここに

- A_c : 吹出口コア面積, m^2
- V_c : 吹出口面速度, m/s

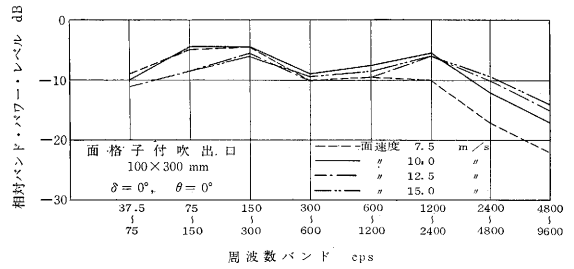
第4～6図には、オーバー・オールを0としたときの相対バンド・パワー・レベルを示す。本報告における供試体と相似な吹出口であれば、第2図あるいは式(2)および(3)により任意のサイズおよび速度におけるO.AおよびSIBパワー・レベルがえられ、第4～6図のような資料から、その場合の周波数特性を推定することができる。

なお、本研究は現在も続行中であり、吹出口の各種サイズ、アスペクト比、ペーン数、ペーンの形状、さらに吹出口に付属するダンパなどについて発生騒音の実測、解析を行なっている。

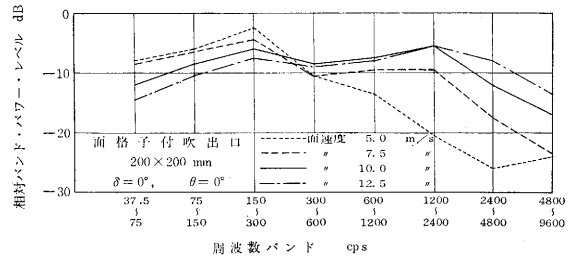
(27 ページよりつづく)

なってその時効特性をあきらかにするとともに、写真3に示された時効初期の組織も解明したい。さらに時効初期における電気抵抗変化のさらに高精度の測定を行なって、焼入れにより凍結された過剰な vacancy と Cr 原子との相互作用などについての研究を進め、もって Cu-Be 合金に及ぼす Cr の影響の機構をはっきりさせたいと考える。

終わりに試料を溶製していただいた昭和電線KKの方々、および電子顕微鏡撮影をお願いした松永研究室の小



第 5 図



第 6 図

謝 辞

本研究に対し、丸光産業KKの熱心なご協力をえ、実験に際しては、高橋菊雄・浅尾豊永・植田俊光3氏の労を多とした。ここに記して深謝する。

(1963年11月28日受理)

文 献

- 1) 後藤滋: 送風設備の騒音制御に関する研究, 東京大学生産技術研究所報告, 10, 2, 31~33 (1960)
- 2) Marvet B. H.: Experimental Study of Grill Noise Characteristics, ASHRAE Transactions, 65, 613~626 (1959)
- 3) 渡辺要, 勝田高司, 石井聖光, 後藤滋, 寺沢達二: 換気騒音測定用の無音送風装置と残響室, 生産研究, 14, 5, 5~12 (1962)
- 4) 渡辺要, 勝田高司, 石井聖光, 後藤滋, 寺沢達二, 板本守正: 送風時におけるダクト系統の発生騒音に関する研究, 空気調和・衛生工学, 37, 5, 22~33 (1963)

島氏に深く感謝する。

(1963年12月11日受理)

文 献

- 1) M.G. Corson, Trans. A. I. M. E. 77, p.435 (1927)
- 2) 幸田成康・磯野英二: 日本金属学会誌 16, 4 p.213 (1952)
- 3) W.R. Hibbard, Jr. and E.W. Hart Journal of Metals, January p.200 (1955)
- 4) 土井俊雄: 日本金属学会誌 21, 12, p.720 (1957)
- 5) 土井俊雄: 日本金属学会誌 22, 7, p.356 (1958)
- 6) 相山正孝・牧野昇・設楽斎: 日本金属学会誌 24, 8, p.496 (1960)
- 7) 西川精一・長田和雄・小林繁美: 日本金属学会昭和37年春季大会講演発表