

4パーセントアルミニウム銅合金に依る機械仕上面の変質層の研究の可能性に就て

高橋 昇・小菅 弘子・清水 孝昭

Application of a 4 per cent Aluminium Copper Alloy to the Study of a Disturbed Surface Layer due to Mechanical Finishing

NOBORU TAKAHASHI, HIROKO KOSUGE, TAKAAKI SHIMIZU

Abstract. A block of a Al-4 wt % Cu alloy was subjected to solution treatment and quenching. It was abraded mechanically and kept at 260°C during 2 hrs so as to produce θ' phase precipitates. Characteristic θ' precipitates due to mechanical finishing were observed in the disturbed layer and the widmanstätten structure existed in the depth free from the strain produced by the mechanical action. Observation was carried out by means of an electron microscope.

1 緒 論

Al-4 wt. % Cu 合金は時効硬化現象を示す合金として広く知られている。固相に於けるCuのAlに対する溶解度が温度により可成変化するので、状態図に於て单相を示す領域からこの合金を急冷すると、二相に分れる時間的余裕がなく、過飽和状態の单相合金となり、適当な温度で相当時間焼戻すと、第二相たる θ 相(CuAl₂)が除々に析出して来る。この析出の初期に於て著しい硬化現象が見られるのである。

ところでこの析出結晶は母体結晶のり面、結晶粒界に沿うて優先的に析出発達することが実験的に知られている。例えば焼入れした上記合金に引張を与えると、結晶的に多くのり面を生じ、之を焼戻すと表面のり線に沿つて θ 相の結晶が析出発達し、り線の存在を間接的に認める事が出来る⁽¹⁾。

研摩の場合には表面の結晶は著しい塑性変形を受けることはよく知られており、表面温度の急昇急降と共に研摩の代表的な物性を示すものである。表面の結晶が細分される事は常識的にも推察され、事実単結晶を研摩すれば表面から得られる電子解折像が斑点群の単結晶像(N模様)から同心環状の多結晶像(Debye-Scherrer環)に推移することからも物理的に証明出来る⁽²⁾。この際当然生じている塑性変形をAl-4 wt % Cu合金に与えて θ 相の析出をみれば、研摩により生ずる表面の変質層の塑性変形を物理的に探究出来る筈である。

かゝる予想の下に我々はAl-4 wt % Cu合金を用い

てやすり仕上乃至エメリー紙仕上の研摩作用に基ずく表面結晶の変形を調べて見ることにした。

2 実験及び結果

試料はAl-4 wt % Cu合金で、日本軽金属株式会社総合研究所で作つていただいたものを用いた。分析結果はCu 3.95 wt %、で不純物は痕跡の範囲を出なかつた。この合金を予め成形、面積1 cm²厚さ5 mmの試片とし研摩後、表面をEllopolで十分電解研摩して成形の際生ずる変質層を完全に除き去るようにした。之を540°Cで2時間溶解処理を行い、直ちに13°Cの水中に投入、急冷して試料とした。この合金の状態図はFig. 1に示す如くであるから、本実験に於ける熱処

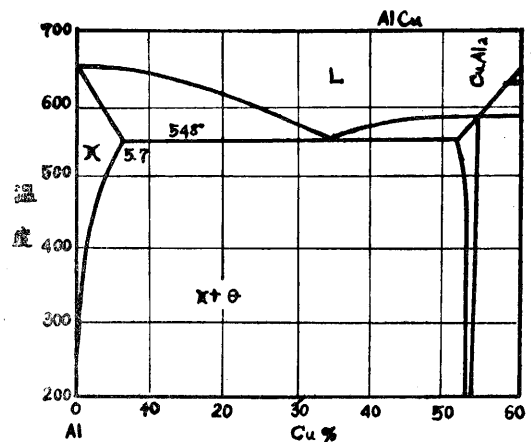


Fig 1

理は緒言に述べた原理に合致するものであつて、過飽和の κ 単相から $\kappa + \theta$ なる二相に分れて来る際の変化が研摩の際の塑性変形を間接に示すことになる筈である。

仕上はやすり、エメリー紙 000, 共に一方向に限つて行い、後 260~270°C で 2 時間焼戻した。最後に再び Ellopol を用いて表面を電解研磨し Na OH 1N 溶液で 30 秒位腐蝕し表面のレプリカをとつて電子顕微鏡で観察した。レプリカには大別して二種類あるが今回の実験で採用したのはフィルミーレプリカ型式、アセチルセルロース法である。これは二段式レプリカ法で、アセチルセルロース膜を酢酸メチルに浸し試料に貼りつけて凹凸を取り、金を用いてシャドウイングを施した後、アルミ箔を用いて真空蒸着処理を行う。尚電子顕微鏡試料としての蒸着膜の厚さは 350~450 Å 程度である。蒸着被膜は酢酸メチルでアセチルセルロース膜を溶解し、アセトンと蒸溜水で洗浄後シートメッシュですくい上げ試料塔に入れて検鏡した。

やすり乃至エメリー紙仕上のは、表面に条痕に沿つて θ' 結晶の析出が認められる。その状態は Fig. 2 に示す如くであつて、析出結晶は 0.2 μ 位の粒状結晶である。之が θ' 相であることは同一試料の別の場所（恐らく仕上を受けていない部分）に美しい Widmanstätten 組織が現われていることから確認される。以上の条痕に沿う析出結晶は Jacquet が結晶内の θ' 面に観察した析出結晶と類似のものであつて、研摩作用に依つて結晶表面に作られた溝に沿つて著しい塑性変形が生じている証左である。

表面を更に少し溶解すると、組織は Fig. 3 のようになり条痕に沿う粒状組織は影を消して、少し大きな棒状の結晶（巾 0.4 μ , 長さ 1 μ 程度）が研摩方向に平行に現われ、本合金特有の θ' 相の Widmanstätten 組織も姿を見せてくる。前者は明かに研摩に直接起因して析出したと思われる結晶で、表面からある深さの所まで現われ、それから深いところでは略々直交する Widmanstätten 組織がこれに代わる。

Fig. 4 はその中間過程、Fig. 5 は完全な Widmanstätten 組織を示している。これはこの合金に機械的処理を施すことなく、単に上述した熱処理を施しただけで現われるものであるが、機械的処理を行つた時には表面の変質層を除き去つた深部に常に現われる。

以上の結果を通覧して、本合金に適当に熱処理を施したものは、機械的処理による塑性変形の探究に好適であることが結論される。 θ' 相のみが特長的に現われる部分を目安として塑性変形を生じている部分の様相を直接目に訴えて観測することが出来るわけであ

る。

さて、研摩によつて表面の最外皮部は溝を切られ、この部分には Fig. 2 のような結晶が現われることは既述の通りであるが、次に変質層と考えられる部分の θ' 相析出を考察して見る。この部分では研摩方向に沿う結晶の発達是最外皮部より著しい。本合金は冷間加工を受けた時は変形度に関連して焼戻効果が強まることが知られている⁽⁸⁾。又 θ' 面は面心立方格子結晶では {111} 面であるから外皮部のように研摩方向の影響が最も著しい部分は別として、少し内部に入つたところでは結晶本来の θ' 面に沿つて析出結晶が発達すると考えられる。従つて必ずしも研摩方向に完全に平行な方向に析出結晶が発達するとは限らないが、とに角研摩作用に依つて生じた θ' 面に {111} に沿つて θ' 結晶が発達することが推察せられる。研摩に際しては表皮下に強い圧縮応力が生じ、表面に直角な方向に $\langle 110 \rangle$ が現われることは既に筆者が報告したが⁽⁴⁾、この方向に {111} が平行になつていることも当然考えられるので、表皮下に Fig. 3 のような θ' 相結晶が発達することも納得出来ることである。

以上代表的な四種類の状態に就て検討したが、この事實は変質層を斜に切断して厚さを拡大して検討する技術に依つて更に確かめられている。この場合の結果は他誌に発表する予定であるが、表面に平行に次々と表面層を溶解して観測した結果が一目瞭然現われている。

3 結 論

Al-4 wt % Cu 合金を急冷した試料は研摩作用に基づく塑性変形の検討に極めて有効であることが確かめられた。最初予想した通りの結果が得られたことは実験の困難さにも拘わらず、前途に多くの期待を抱かせるものであり、種々の機械的仕上による変質層の研究に本法を応用出来る可能性が確認せられたこととなる。

試料の作製に格別の御好意をいただいた日本軽金属株式会社総合研究所渡辺良雄氏に厚く感謝する次第である。

尚、研究費は文部省科学研究費に依るものである。

文 献

- (1) P.A. Jacquet ; etel ; C.R. 247 (1958), 1001
- (2) 高橋 昇 ; 理研彙報, 24 (昭22), 43
- (3) G.C. Smith ; Progress in Metal Physis. Vol. 1 (1949). 225.
- (4) 高橋 昇 ; 応用物理 17 (昭23), 45.

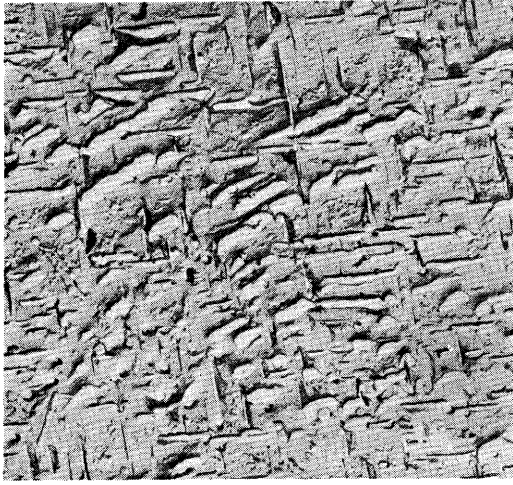


Fig. 3

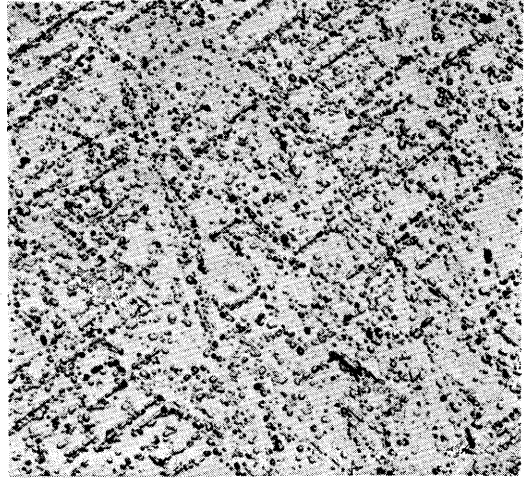


Fig. 2

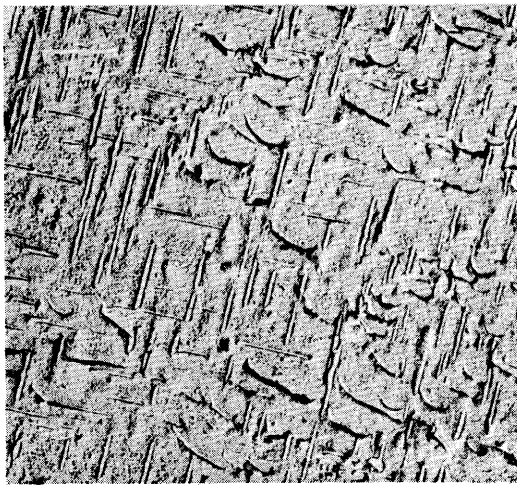


Fig. 4

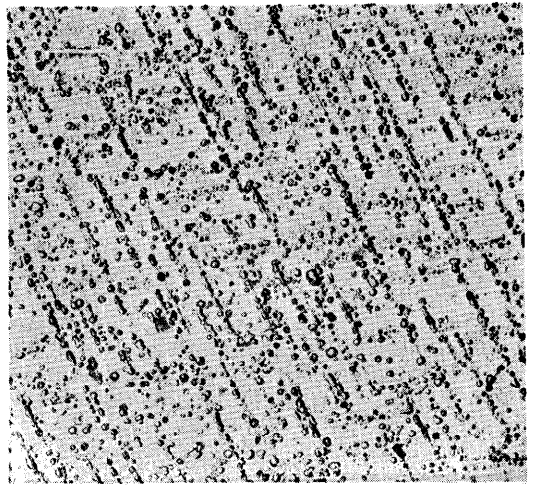


Fig. 5