

はんだごて先用材料“エターロイ”の諸性能
Various Properties of the Materials Suitable to Soldering Iron Tip “Eterloy”

西 山 進 一* 山 路 賢 吉**
Shin'ichi Nishiyama Kenkichi Yamaji

要 旨

従来のはんだごてチップ材ならびに現在開発されている種々のタイプのチップ材を簡単に展望し新しいモデルを提案した。

さらにこれに従って製造したものの一つとして、エターロイについてその諸特性を検討した。その結果次の点が明らかとなった。

- (1) はんだに対するぬれ性のよい金属とぬれ性の悪い金属を適当な組成にすることにより耐はんだ浸食性の異なる種々の性能のものを得ることができる。
- (2) このようにして得られたものの一つエターロイは耐浸食性において純銅の約5倍以上の耐久性を示している。

1. 緒 言

はんだごてチップ材としては、容易に入手できることならびに熱伝導性、はんだの付着性、切削性などはんだごて材料として不可欠の特性をそなえているため純銅（おもにタフピッチ銅）が広く使用されている。

最近、電子工業の発展にともないはんだづけ作業も高速化が要求され、トランジスタ関係のはんだづけ作業では5点/秒の高速ではんだづけ作業が行なわれていると聞いている。

このような寸分もおろそかにできないマスプロ作業の行なわれている現場で特に問題となることははんだごてチップ先端の dressing と取り換え時間であって、ここに純銅にとって代わるべきはんだに対する耐浸食性のすぐれたチップ材が待望されるゆえんがある。

現状でも種々の考案がなされ、これを満足する材質が使用されているところもあるが、大量の供給ならびに経済性に問題が残されている。

われわれは種々の Cu 基合金についてはんだごて材料の検討を行ってきたが研究を通じて一連の性能的に異なる数種の材料をうることができた。

本稿では従来のチップ材を展望しつつ現状で市場に供給しうる段階に至っているエターロイについてその諸特性を紹介し大方のご批判を得たい所存である。

2. はんだごて材料の現状

従来はんだごて材料として研究の対象となってきたのは Cu 基の合金である。

表1は従来の研究結果⁽¹⁾をまとめたものであるが種々の添加金属を加えてもせいぜい30%程度はんだに対する耐浸食性が向上するにすぎず画期的なものは得られておらない。

周知のようにはんだごて材料としてははんだに対するぬれ性は基本的に不可欠の特性であるが、これを満足することは一般の合金では同時にはんだに対する浸食性の悪いことを意味している。したがってこの相矛盾する特性を同時に満足することは単純な固溶性の合金ではむずかしく特に工夫を要することである。またこれが現在までに Cu 基の合金ですぐれたチップ材の開発が困難とされていた理由ともいえる。

表2は最近の特許⁽²⁾にあらわれたチップ材を示したものである。

これらの例でもわかるようにチップ材の方向は熱伝導のよい純銅の表面に特殊なメッキを施しぬれ性を若干犠牲にしながら耐久性を向上させようとするものに移りつつある。しかしチップ材として使用する場合にはその性能とならんで経済性がつきまといメッキによるチップ材は当然ながらかなりの原価高とならざるをえない。

単純な合金のまま使用しうる Cu 基合金でぬれ性、耐久性のすぐれたものを得る場合、相互の性質が相矛盾するため仮にマトリックスに他の金属を固溶させ耐浸食性を向上させたととしても必ずは

表1 各種銅合金のはんだごてチップ材としての特性

合 金 成 分 (%)										熱伝導性	はんだ付性	鍛造性	切削性	消 耗 比 (電気銅基準)
電気銅	OFHC	Fe	Cr	Ni	Te	Al	Mn	Sn	Cd					
100	100									良	良	良	中	1.04
	99.25			0.5	0.25					良	良	良	中	1.26
99.2				0.5	0.3					中	良	不	良	1.25
99.95					0.05					良	良	不	良	1.19
95								5		中	良	不	良	1.20
99									1	良	良	中	中	1.11
	93.5			6		0.5				不	不	中	中	0.38
97.0						3.0				不	不	中	中	0.18
99.4			0.5				0.1			良	良	良	良	0.77
		100								不	不	中	中	-0.03

(注) 熱伝導性....70W 電気ごてにそう入しこて先の温度を測定，電気銅に近いものを良，次位のものを中，最も悪いものを不とする。

消耗比 = $\frac{\text{溶融はんだ浸漬前後の試料重量の差}}{\text{電気銅基準試料における溶融はんだ浸漬前後の重量の差}}$

* 日立電線株式会社日高工場

** 日立電線株式会社日高工場 工学博士

表 2 最近の特許に見られるチップ材の状況

特許番号	内 容
577166	こて心体の表面に Ni, Ti またはその合金層を積層被覆せしめここに得られるこて主体の作業先端部に鉄層を、またその表面に Ti, Ni またはその金属層を、さらにその表面に Ag, Pt またはこれらの合金層を積層被装させ、他の部分のこて主体に耐酸塗料または Cr あるいはその合金層を被覆せしめたもの。
528607	はんだ付着性のないかつ熱伝導性が乏しい金属たとえば Al, Fe などの棒内に同心円にかつ心体として銅棒を密接に収めて銅棒の先端面のみを露出させたもの。
532936	Cu ビットの全表面に Ni 陽イオン一次亜磷酸イオン系の化学的な Ni 合金メッキ法により Ni 90~94% P 6~10% 合金よりなるメッキ層を設けたもの。
710454	Cu 製の基体の表面にその先端部を残して Al を浸透させたコロライズド層を形成したもの。
710196	軽合金製のこて先を Ni または Ni 合金製の先金具にて鑄込みまたは被冠し先金具の後端を絶縁体に連結し、この絶縁体を弾板にはさみ、弾板を把杆に連結し、こて先内に電熱線を配設したはんだごて。
808527	Cu 基体の全表面に Fe 層を施し、かつその外面をさらに Al 層でおおったもの。
716131	はんだごてのこて先たとえば純銅こて先、 Fe メッキした純銅こて先、純銅棒を心金として、その表面に Fe 層を設けてなるこて先などの少なくとも電熱加熱部の全表面にセラミック被覆層を形成させたもの。
777407	Cu または Al 基体の表面に純鉄層を施し、かつ先端部を残して他の全表面にセラミック層を形成したもの。
775731	Al 管をこて先、先端部を残して Cu 基体上にはめ込み、先端部を Fe, Ni 比が 1:0.1~0.2 よりなる合金メッキ層としたもの。
777397	所望の形状に形成した Al 基体の表面に Cu または Ni のメッキ層を形成してさらにそのうえに、 Fe の比較的厚いメッキ層を設けたもの。

んだに対するぬれ性を悪化させる結果となる。しかし次のような合金系の場合にはその両者を満足することができる。すなわちはんだのぬれ性の良好な金属のマトリックスにぬれにくい金属が晶出相の状態で分散している場合である。

はんだのぬれ性はマトリックスが受け持ち Sn の拡散速度を分散した相により阻止するという機構である。このような合金では分散相の密度を調整することにより性能的に多様な材料が得られよう。

特殊な製法としては粉末冶金法でもハク冶金の適用も考えられる。われわれはこのようなアイディアのもとに一連の性能の異なるチップ材をうることができたが、ここでは性能的には銅の約 5 倍以上の耐久性を示す中間的性能のものについて取りあえずその特性を報告する。したがって他のさらにすぐれたものについても後に報告する所存である。

3. エターロイの諸性質

3.1 機械的性質

本合金は構造用材料とは異なるから機械的強度が特に要求されるわけではないが、一般の銅合金に比較して非常に機械的強度が大きく加工性もよいので棒材、線材からさらに加工を要する部品に使用する場合にも支障をきたすことはない。

図 1 は本合金の加工度と引張強さ、伸びの関係を示したものである。50% 加工度をとることにより引張強さ 58 kg/mm² 伸び 7% を示している。

3.2 はんだに対する耐浸食性

図 2 は本合金の組織写真を示したものである。

はんだにぬれやすい相とぬれにくい相が交互に層を形成しており、これが従来種々検討されてきた固溶形の銅合金とは異なる点である。

本合金のはんだに対する耐浸食性を検討するために 450℃, 380℃ 一定に保たれた Pb-50% Sn はんだ浴に浸漬して時間の経過にとも

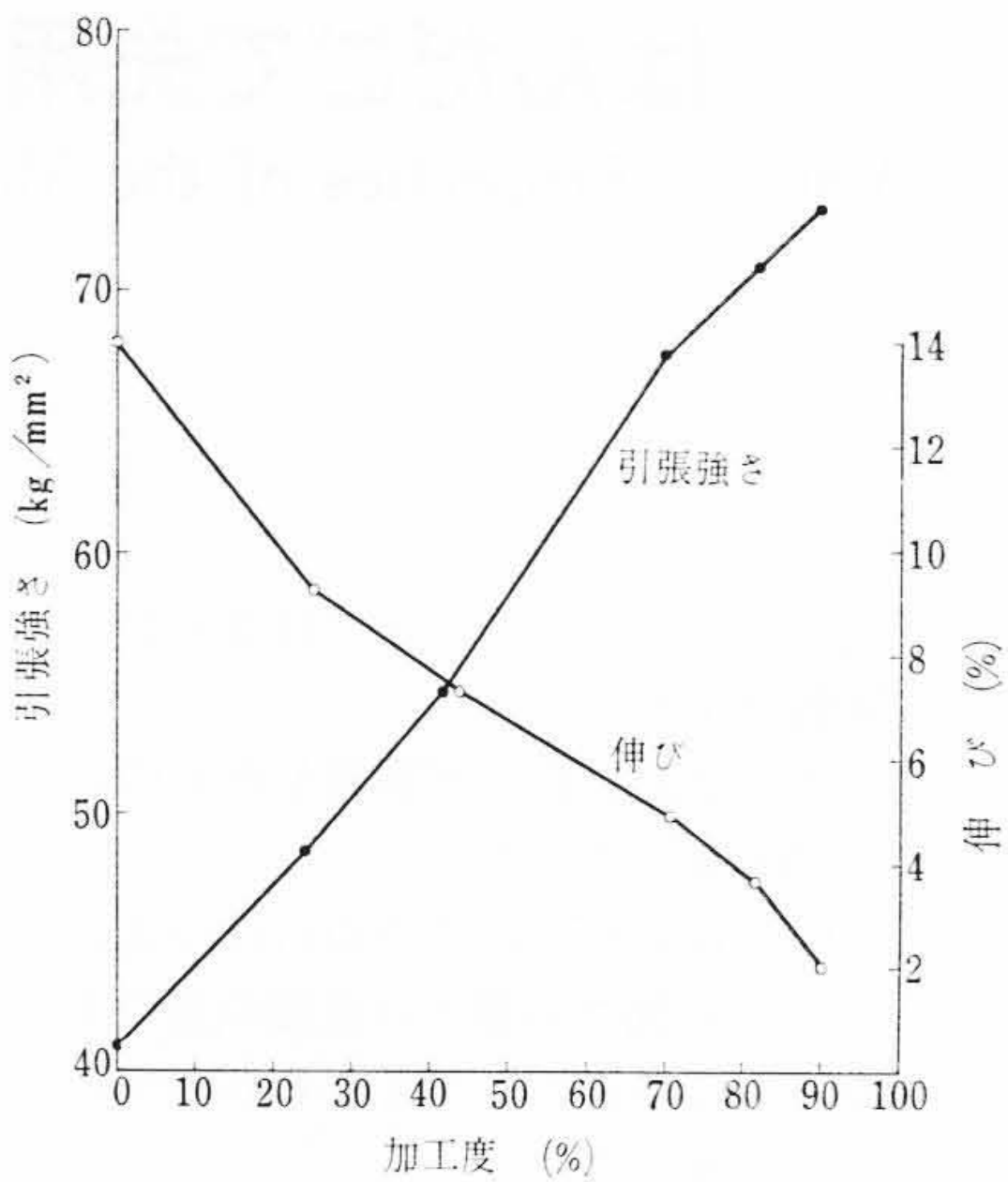


図 1 エターロイの機械的性質(引張強さと伸び)

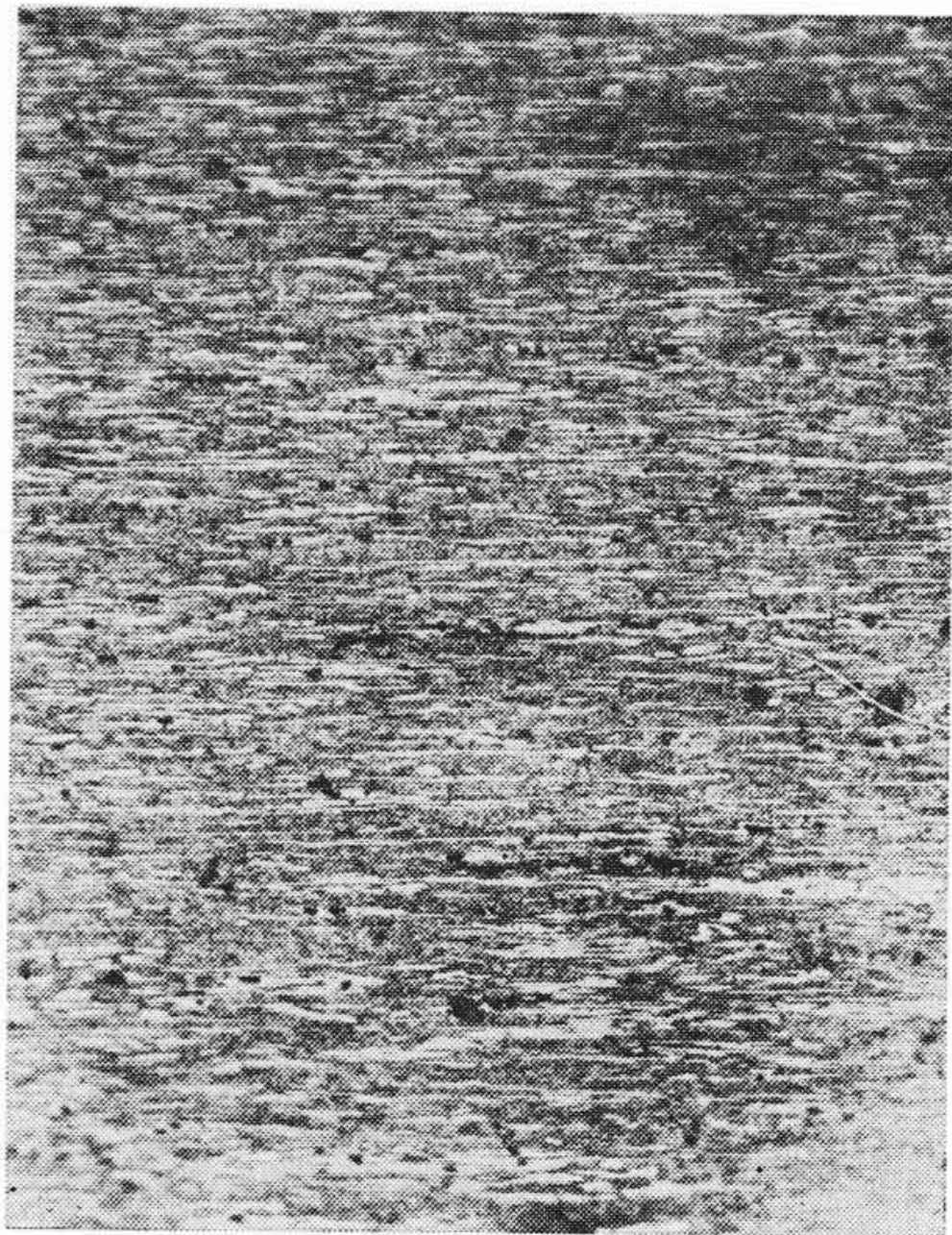


図 2 エターロイの組織 (×100)

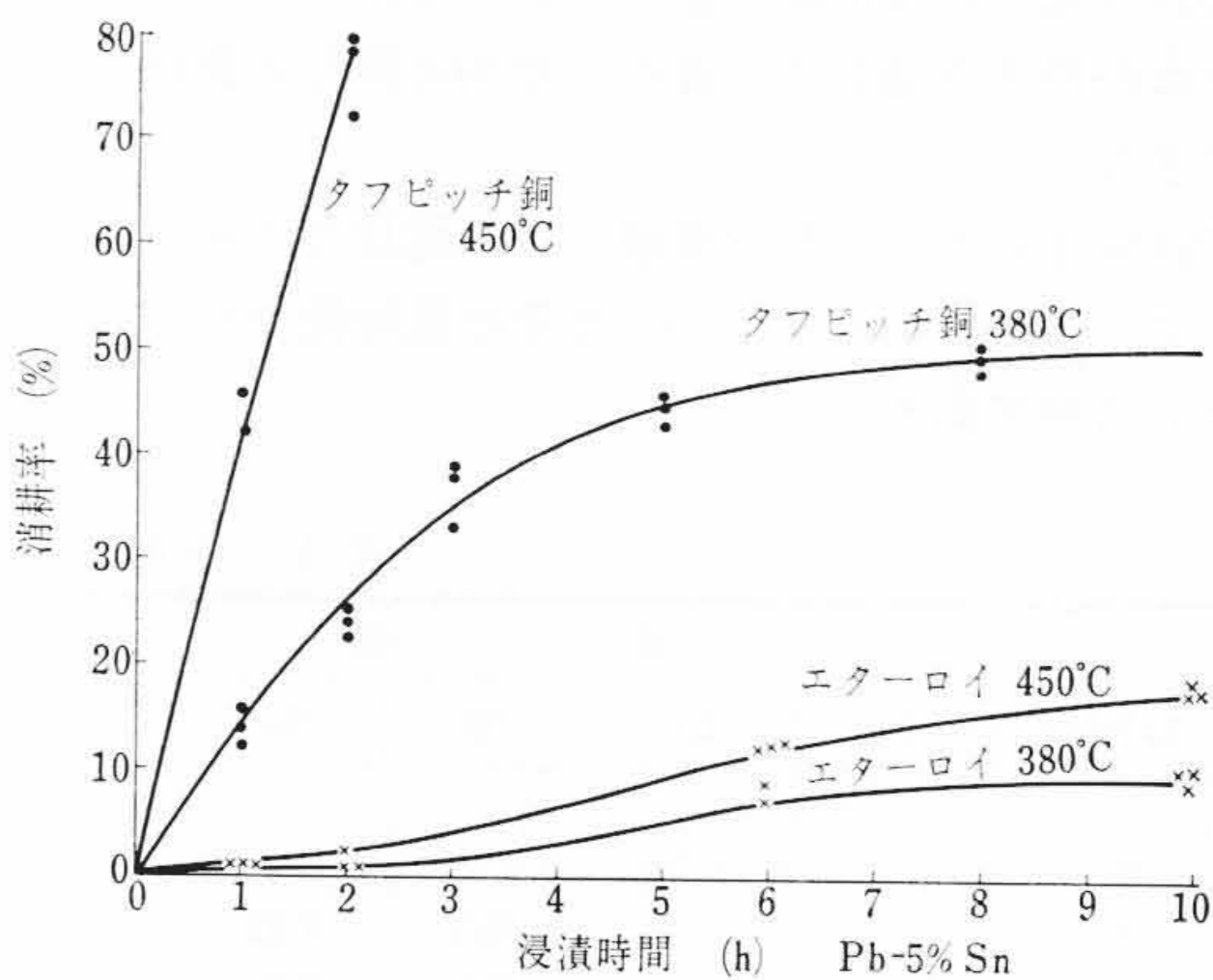


図 3 エターロイのはんだに対する耐浸食性

なう材料の減量を測定した。図 3 はこの結果を示したものである。

10 時間経過した時点での消耗率で比較すると本合金はタフピッチ銅に比較して 5 倍以上の耐久性を有することがわかる。

実地に現場作業に適用しての耐久性試験でも使用不可能になるまでの時間はタフピッチ銅の 5~7 倍という結果を得ている。

3.3 熱伝導性

熱伝導率の測定はむずかしいのでそのおおよその推定をした。

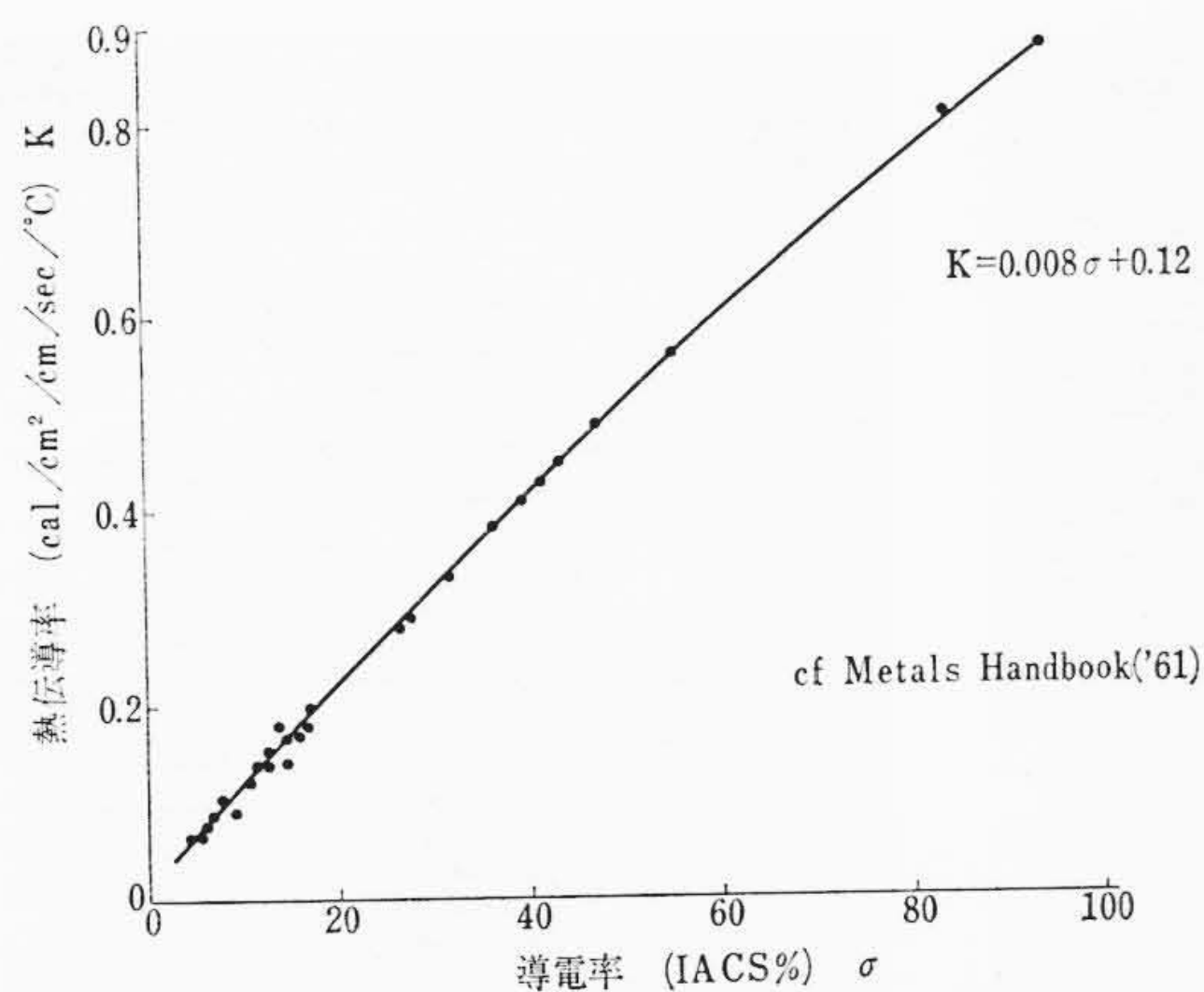


図4 銅合金の熱伝導率と電気伝導度の関係

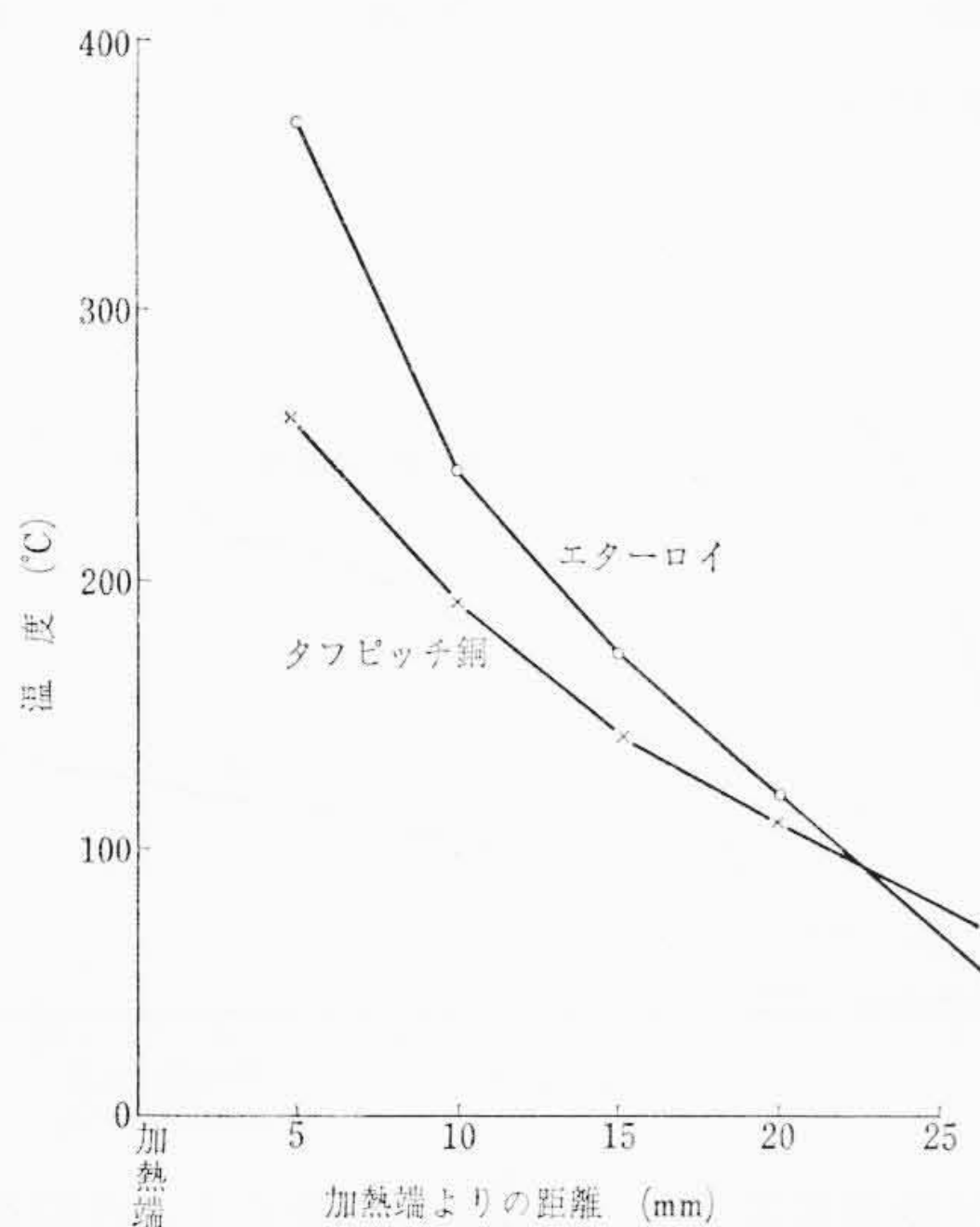


図5 エターロイの一端加熱による温度こう配

図4は銅合金の電気伝導度と熱伝導率の関係を Metals Handbook⁽³⁾よりぬき出したものであるが、あらゆる銅合金についてほぼ直線関係の成立することが確かめられている。

本合金の電気伝導度は55% IACSであるから常温での熱伝導率は、約50cal/cm²/cm/s/°Cと推定される。

参考までに同一熱源により一端を加熱した場合の長手方向の温度の変化を検討し図5に示した。

ほぼ直線関係にある10~20cm間の温度差はタフピッチ銅の約2/3となっている。したがって本合金をチップに適用する場合、先端温度をタフピッチ同様にするためにはチップ長さを従来のものの1/2~2/3程度にしなければならない。実際には低温用のチップ材に使用したり、ヒータ密着形のコテ先に応用して好成績をおさめている。

3.4 耐熱性

図6は本合金の焼鈍軟化曲線を示したものである。銅合金としては異常にすぐれた耐熱性を示し、800°C×1hの焼鈍でやっと軟化する程度である。

純銅のチップでは長時間使用すると軟化による“へたり”の問題がおこることがあるが本合金ではこのような心配はない。

3.5 その他

チップ材を切削成形する場合特に問題となることはない。またチップ材をさらに曲げたり、伸ばしたりなんらかの加工を行なう場合にも問題なく加工することができる。

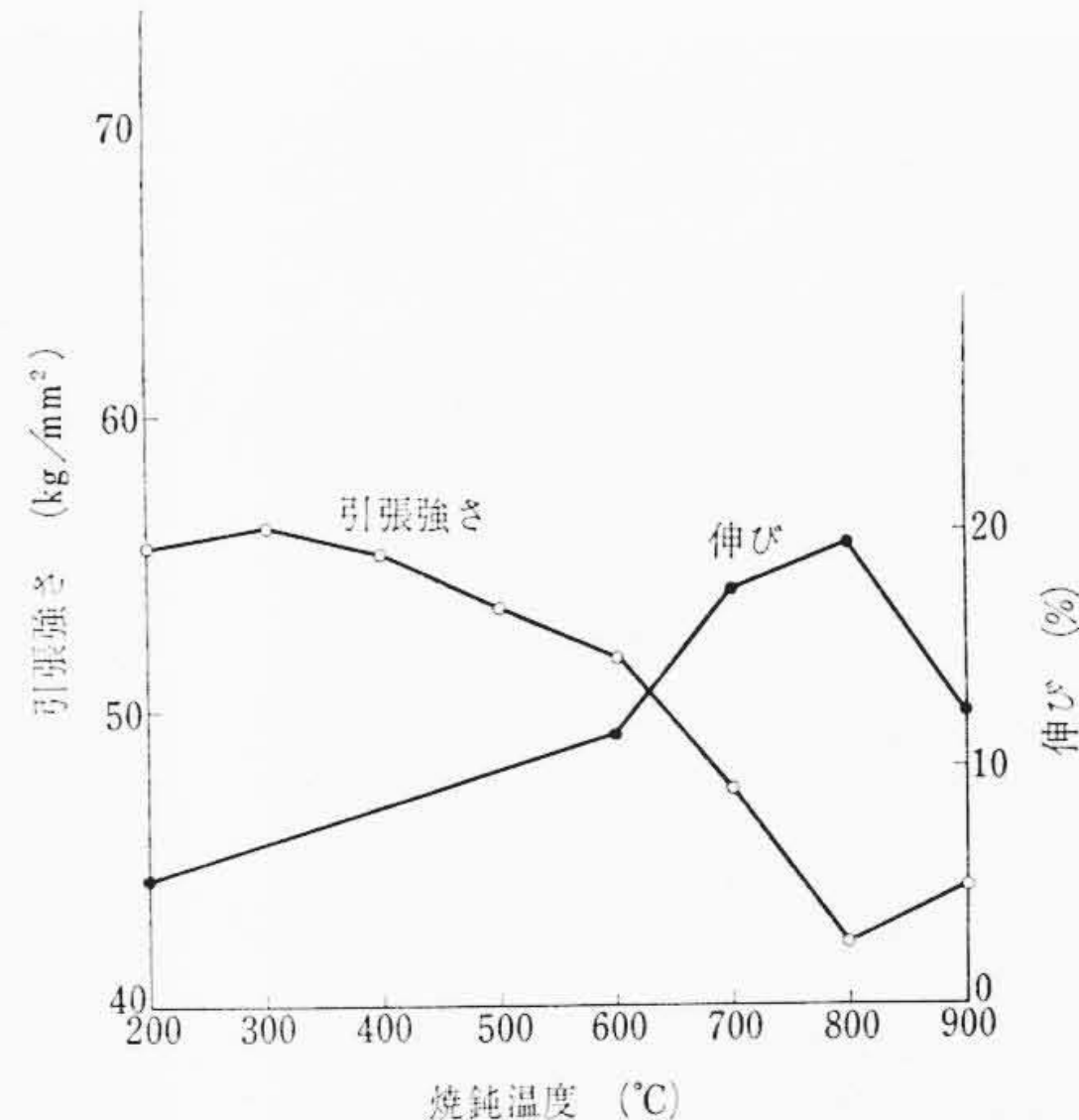


図6 エターロイの焼鈍軟化曲線

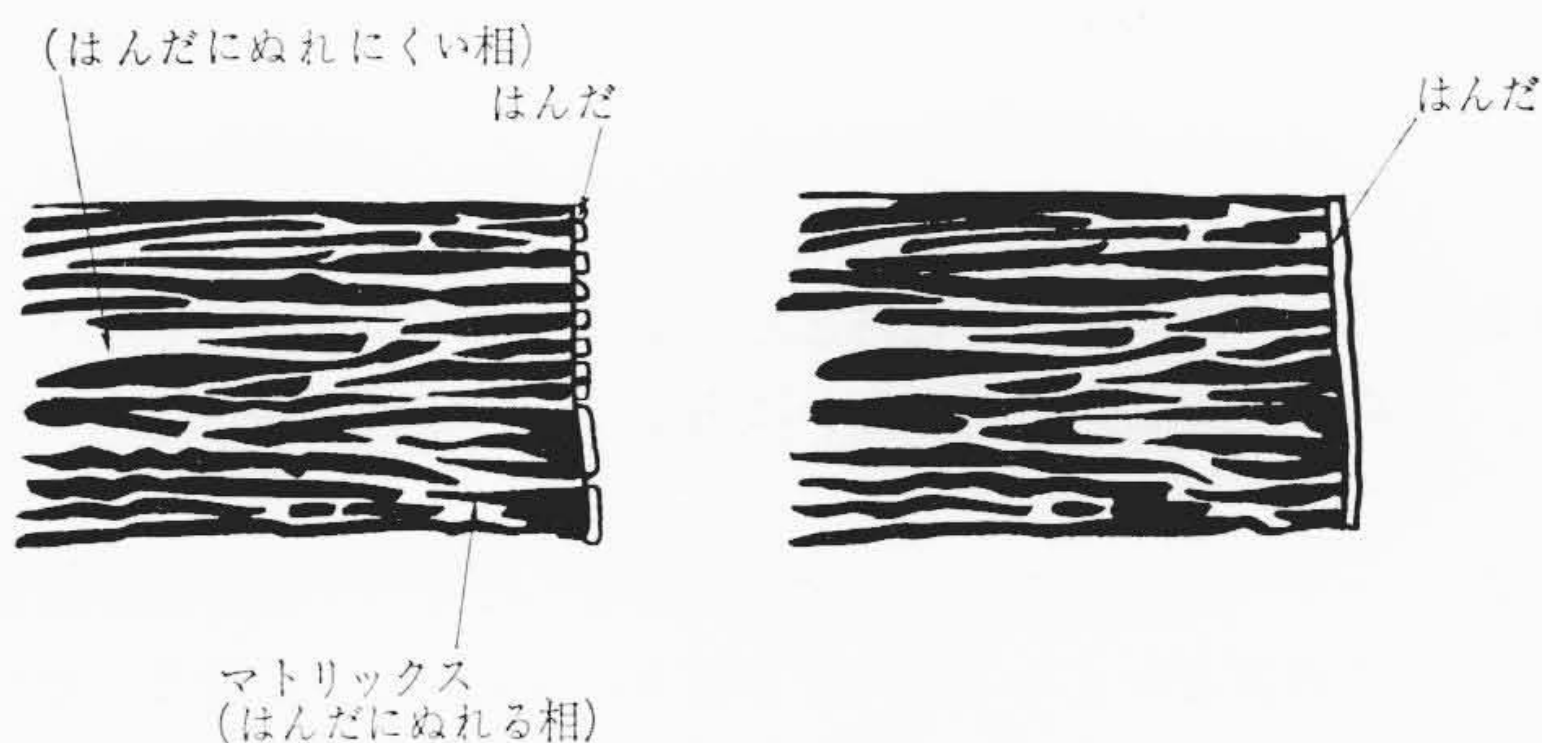


図7 本合金におけるはんだのぬれの機構

4. 検 討

本合金のはんだに対するぬれ性ならびに耐久性の機構は次のように考えることにより理解される。

組織写真で見ると本合金ははんだにぬれやすいCuのマトリックス中にはんだにぬれにくい相が分散した組織を形成している。したがってミクロ的に観察すればはんだにぬれるのはマトリックスの部分のみといえる。しかし分散相はきわめて微少なものであるためマトリックスにぬれたはんだはつながりあい、マクロ的に見れば均一に表面をぬらしたのと同様の効果をもっている。

図7はこの機構を簡単な図によって示したものである。したがってマトリックス中を拡散するSnは分散相にさえぎられながら内部へ拡散するので、分散相の密度によって浸食性は著しい影響をうける。ちなみに分散の状態を定性的に3段階に分類し耐浸食性を検討した結果を示している。

図8は分散状態の異なる3種の合金の組織写真を、図9ははんだに対する浸食性を示したものである。

分散度の大きい試料は10時間程度の浸漬ではほとんど消耗しないことが明瞭である。

このようなはんだに対する耐浸食性合金のモデルは従来より提出されたことがなく、まったく新しいものであるが、この応用はきわめて広範であると考えられる。

5. 結 言

はんだごてチップ材の現状を展望しつつ、耐久性のある材料“エターロイ”の諸性質を紹介した。

そのおもなものは次のとおりである。

- (1) はんだに浸食されにくくかつ熱伝導性、切削性、鍛造性の良好な材料ははんだのぬれ性と耐浸食性が相矛盾する特性

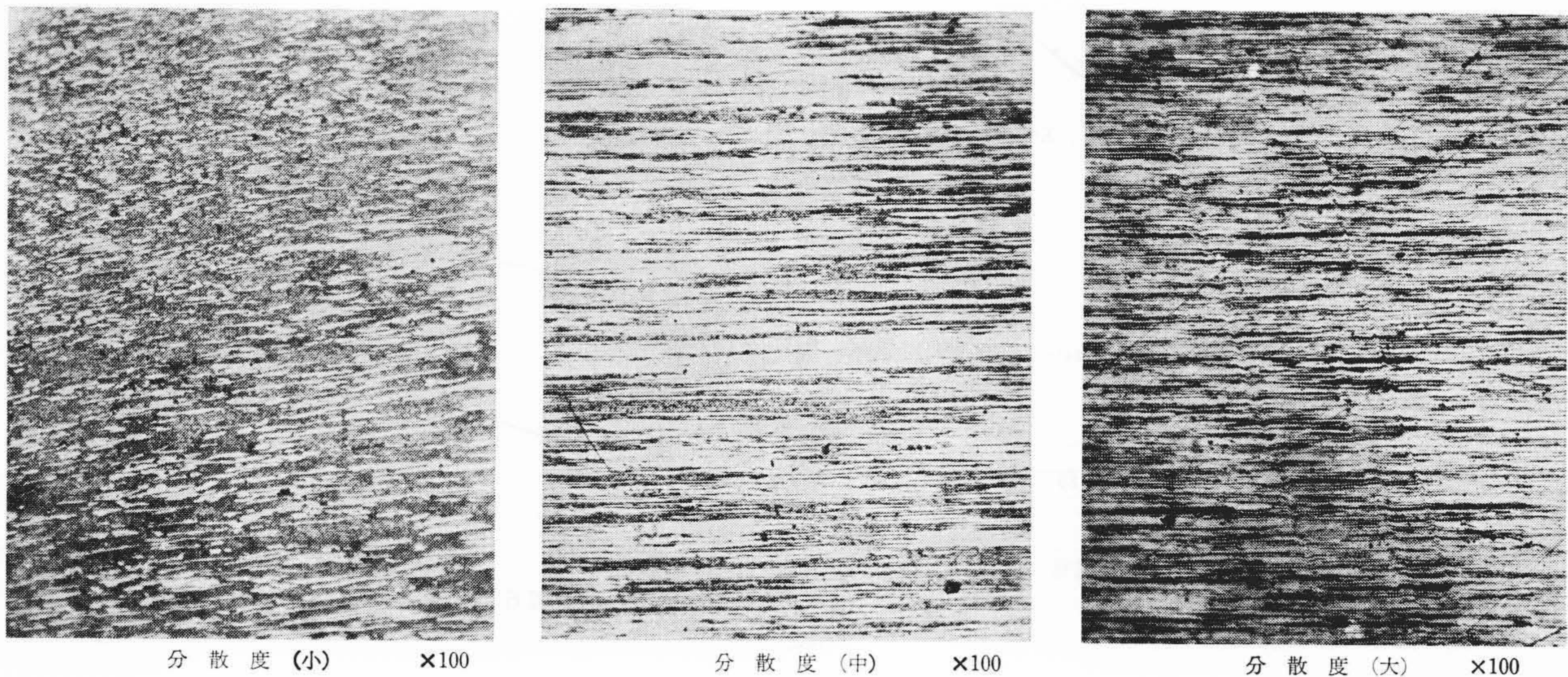


図8 分散相密度の異なる合金の組織

であるため単純な銅合金では得られない。

- (2) これらを満足する材料としてははんだにぬれにくい金属とぬれ性のよい金属が互いに固溶しない状態で存在したもので得られる。
- (3) エターロイはこれをモデルに製造したものであるが分散相の密度をかえることにより種々の性能のものを得ることができる。
- (4) 比較的分散密度の小さいエターロイについてその特性を示すと、はんだに対する耐浸食性は銅の約5倍以上、熱伝導率は $50 \text{ cal/cm/cm}^2/\text{s}/^\circ\text{C}$ 、軟化温度は $800^\circ\text{C} \times 1 \text{ h}$ である。

参 考 文 献

- (1) 特許公報：出願公告番号 (昭 33-255)
- (2) 特許公報，特許番号 577166, 528607, 532936, 710454, 710196, 808527, 716131, 777407, 775731, 777397.
- (3) Metals Handbook 8th ed. (1961. ASM)

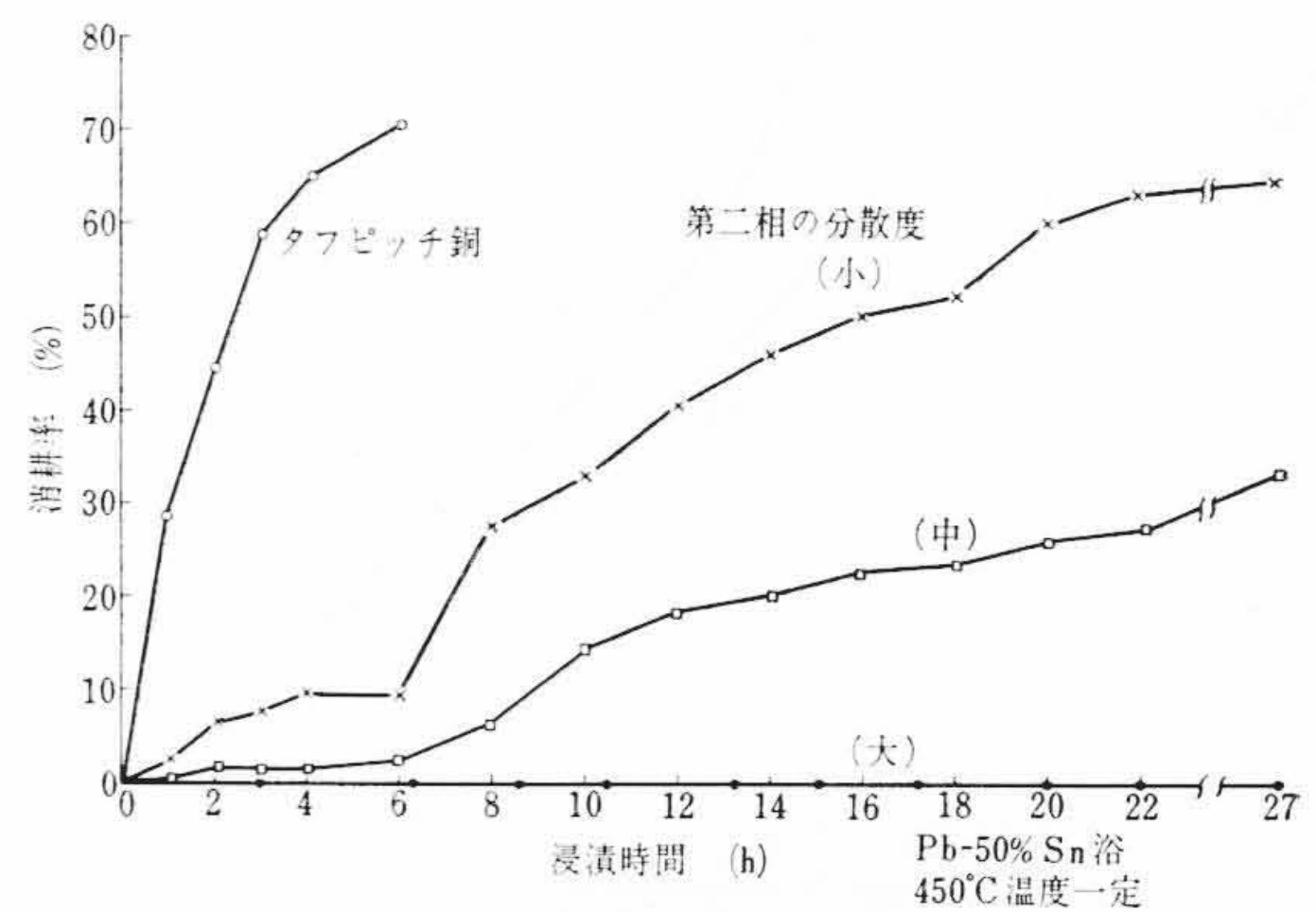


図9 分散相密度の異なる3種の合金のはんだに対する耐浸食性試験結果