

ベリリウム銅合金板における析出硬化

村 川 梨

Precipitation-Hardening in Beryllium-Copper Alloy Sheets

Kiyoshi MURAKAWA

ABSTRACT: Beryllium-copper and beryllium-tin-copper alloy sheets were solution treated at 800°C or 820°C and quenched in water or oil, and then annealed at temperature below the recrystallization temperature. The bending plasticity and Vickers hardness of these samples were measured as functions of annealing temperature. On the curves plotting Vickers hardness versus the annealing temperature a small maximum at about 160°C (annealing time was one hour in each case) was found. It is highly improbable that this hardening is due to any impurity and it is probable that this hardening occurs prior to two-dimensional and three-dimensional precipitations.

(Received December 11, 1952)

1. まえがき

ベリリウム銅合金を高温度に加熱して α 固溶体の状態にしてから水中又は油中に焼入すると、一相のままの不安定な状態になる。これを適当な温度に焼戻せば析出が起つて硬くなる。ベリリウム銅合金における析出の機構はか成りよく知られていないが、それと機械的性質とのコレーションはそれ程はつきりしていない。

数年以前に著者はベリリウム銅合金板のたわみの塑性をしらべて析出機構とのコレーションを試みたが、実験的データのうちで100—200°Cの間の温度で焼戻すときのデータが未だ不満足であつた。この報告はこの点をもつとよく知らべた実験結果に関するものである。

2. 実験の装置

以前と同じ成分のベリリウム銅の合金の板をしらべた。以前にしらべたBe-Zn-Cu, Be-Co-Cuの合金の板については目下実験中であつて、ここで報告する合金よりも現象が複雑であるから、別の機会に詳しく述べたいと考えている。

試料は最初に高温度に加熱して水中又は油中に焼入れてから、巾10 mm, 長さ200 mm, 厚さ0.5 mmの短冊形のテストピースに細断し、各テ

ーストピースを別々の温度に焼戻して測定に供した。

たわみの塑性は既に以前に述べたカンチレバーの方法²⁾で測り、maximum fiber stress=30 kg/mm²に対する自由端の残留たわみ角 $\Delta\theta_{30}$ を以つてたわみの塑性を代表せしめた。この他にVickersの硬度(load=5 kg)をも測定した。

3. 実験結果

A. Be-Cu 合金. Be 2.2%, Cu Balなる合金だけをしらべた。これを820°Cで30分間加熱してから水中に焼入れ、次に種々の温度に1時間焼戻すことの影響をしらべた。

350°Cで1時間焼戻すことにより最大の硬度及び最小の $\Delta\theta_{30}$ を得ることは既に以前の報告⁴⁾で述べた通りである。300°Cよりも高い温度で焼戻すことについては、何等新しいことがないので、その記述を省略する。

Fig. 1は焼戻温度を室温と250°Cの間の各温度としたときの硬度変化を示すものである。凡そ200°Cに小さな山があることは既に以前の報告で述べた。この他に新しく160°Cに小さな山があることを見出した。これは今迄の文献にもないので、不純物によるのではないかとの想像の下に

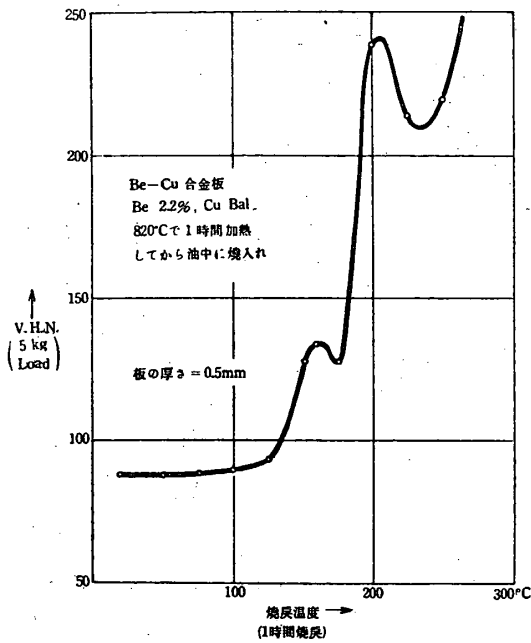


Fig. 1. Plot of Vickers hardness of Be-Cu alloy sheet versus the annealing temperature (annealing time=one hour).

考えられる種々の不純物と Cu との合金について色々調査したが不成功であつた。従がつて 160°C の小さな山は Be-Cu 合金によるものと考えざるを得ない。これは Fig. 2 に示す $\Delta\theta_{30}$ の曲線でも不明瞭乍ら存在が証明されている。又、焼入れてから冷間圧延を施した試料について同様の実験を行なつた結果 (Fig. 3) についても同様のことが言える。

Be-Cu 合金における析出の機構については既に多くの研究がある。例えば三島氏の総合報告³⁾及び Geisler 等⁴⁾の Be-Cu 合金の単結晶に関する研究に詳しく述べられている。それによれば 1 次元又は 2 次元の析出が最初に主要な役目を果して、これを 2 種類に分類することができる。最後に板状の 3 次元の析出物が出て来ることが結論されている。

これらの 1 次元又は 2 次元の析出がエネルギー的に見てどのような順序に起り易いかを決めることが今後の問題であろうと思われる。ここで見出した 160°C の山はエネルギー的に見て恐らく 2 次元及び 3 次元の析出よりも早く起るものによると考えるのが最も確からしいようである。

B. Be-Sn-Cu 合金. Be 1.8%, Sn 4.2%, Cu Bal. なる合金 (Masing 及び Dahl⁵⁾ の研

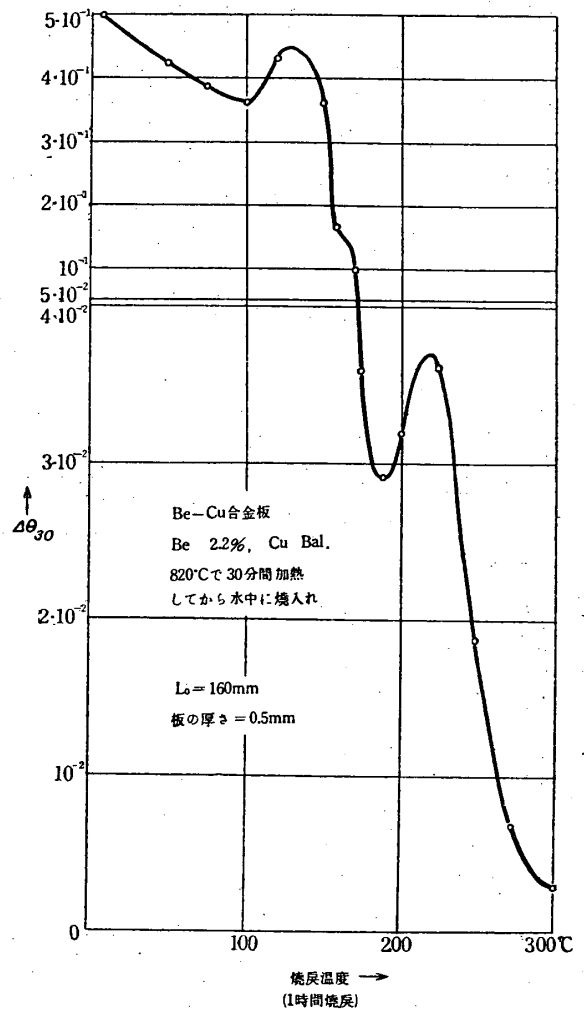


Fig. 2. Plot of $\Delta\theta_{30}$ of Be-Cu alloy sheet versus the annealing temperature (annealing time=one hour).

究により相当硬くなり得ることがわかっている合金)を 820°C で 1 時間加熱してから油中に焼入れ、次に 15% の冷間圧延を施した。

この合金の硬度の測定結果は Fig. 4 の通りであり、 $\Delta\theta_{30}$ の測定結果は Fig. 5 の通りである。Fig. 5 は以前の報告¹⁾で発表したものと殆んど変化がないが、点のむすび方に少し訂正を加えた。この場合には Sn-Cu 関係の析出が 120°C と 225°C で起るので、Fig. 4 における 225°C の山についてはその原因についてはつきりしたことが言えない。Fig. 4 の 175°C における小さな山は Fig. 1 の 160°C の山と同種類のものと考えられる。

この実験で使用した Be-Cu 合金の一部は Wisconsin 大学の冶金学教室の D. Mack 教授から頂いた母合金から作つたものであつた。ここでも厚く同教授に御礼を申し上げる次第である。

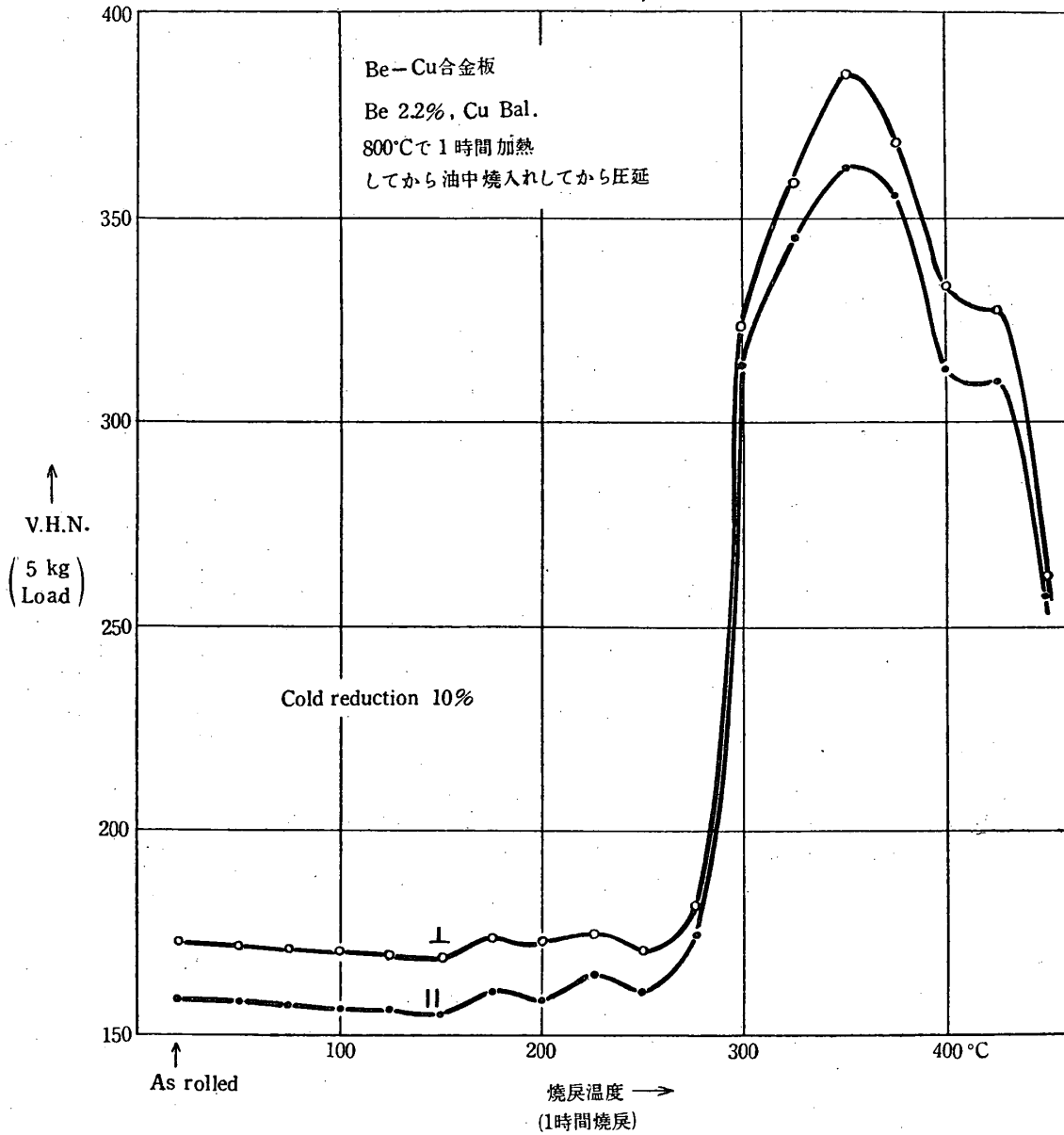


Fig. 3. Plot of Vickers hardness of cold-rolled Be-Cu alloy sheet versus the annealing temperature (annealing time=one hour).

引用文献

- 1) 村川：理工研報告，1 (1947)，177.
- 2) 村川：理工研報告，1 (1947)，6，14.
- 3) Y. Mishima：Proc. World Metal. Congress，(1952)，668.

- 4) A. H. Geisler, J. H. Mallery and F. E. Steigert：
Journ. Metals, 4 (1952), 307.
- 5) Siemens-Konzern, *Beryllium and Its Alloys*，
(1929), 257.

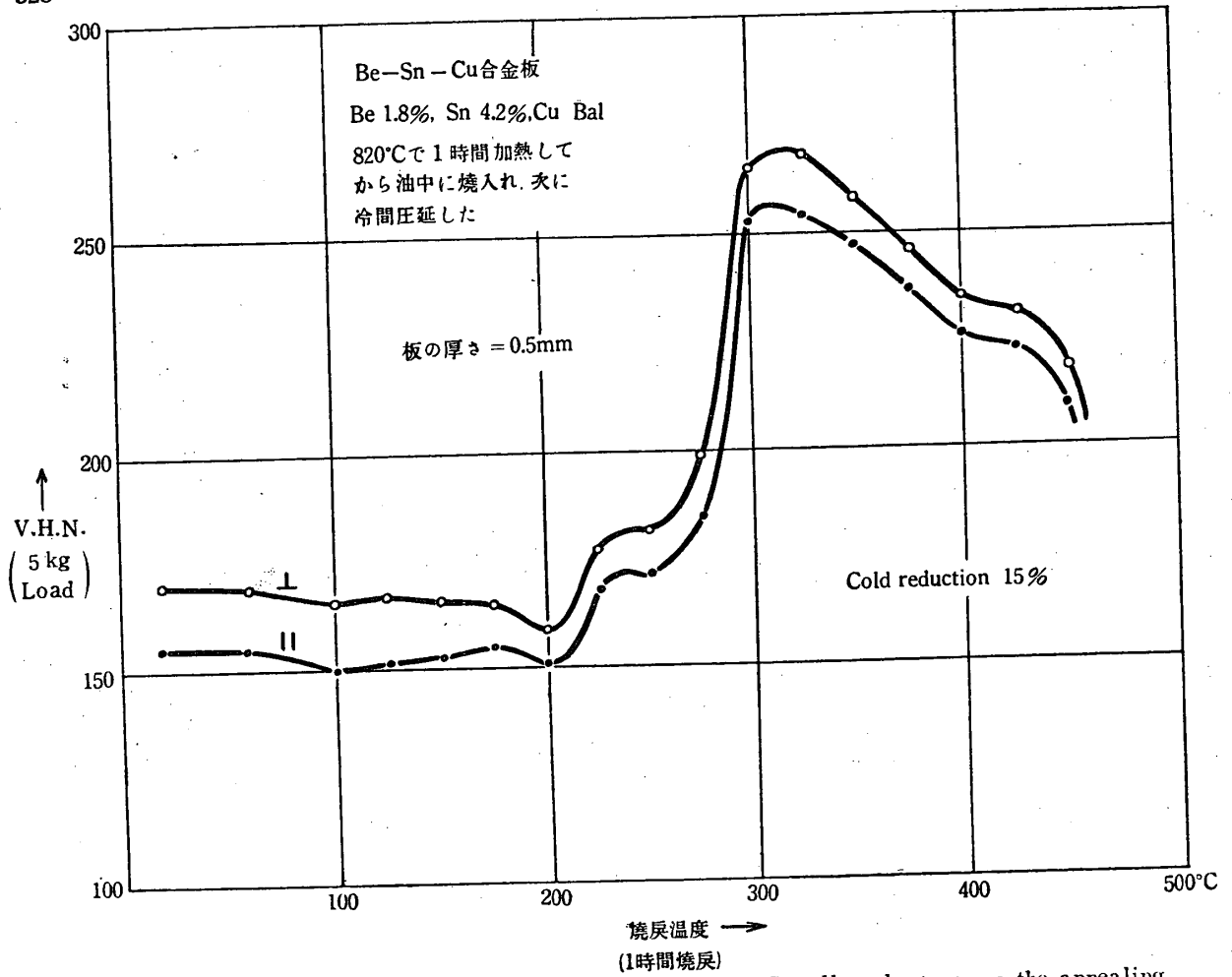


Fig. 4. Plot of Vickers hardness of cold-rolled Be-Sn-Cu alloy sheet versus the annealing temperature (annealing time=one hour).

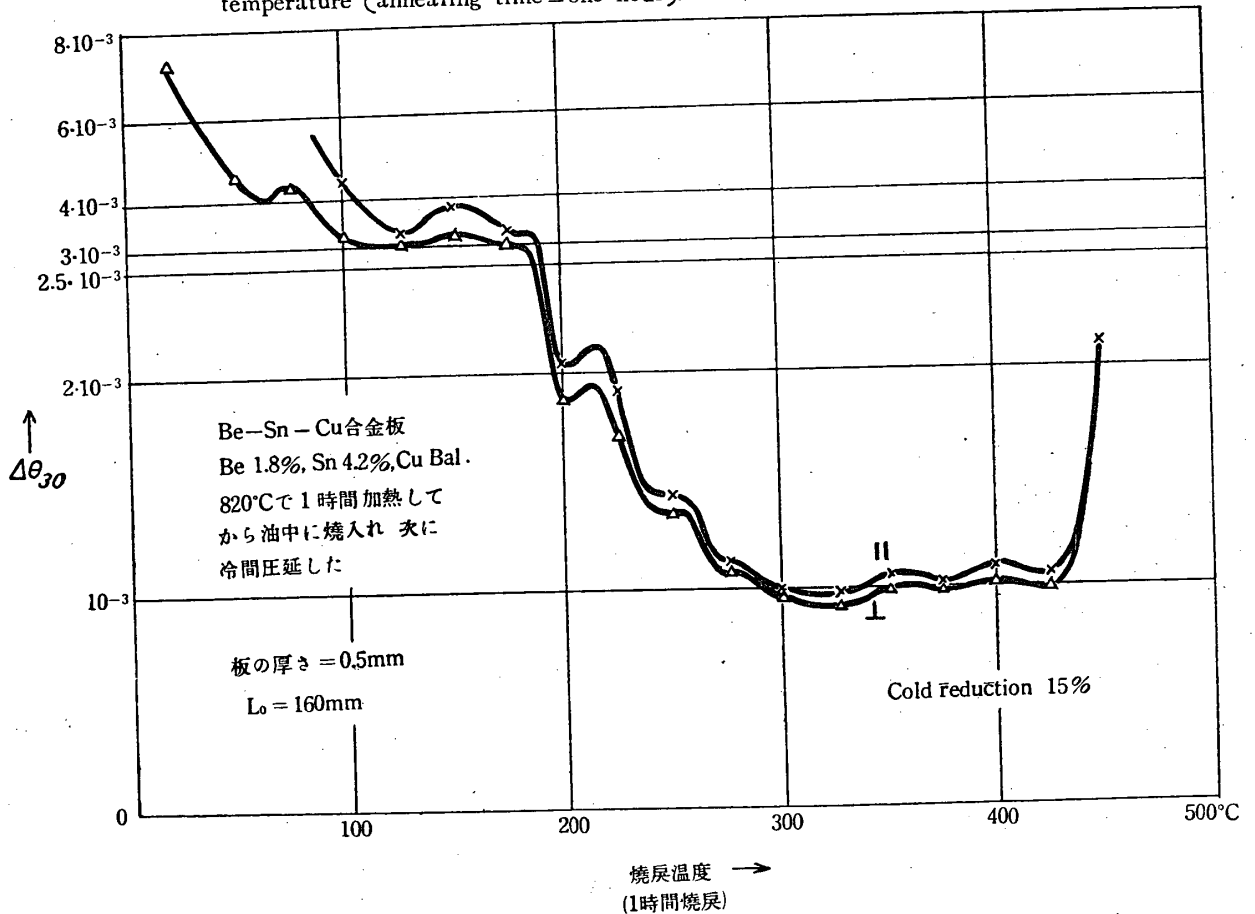


Fig. 5. Plot of $\Delta\theta_{30}$ of cold-rolled Be-Sn-Cu alloy sheet versus the annealing temperature (annealing time=one hour).

(1952年12月11日受理)