

圧延した低錫りん青銅板のたわみの塑性

村 川 梨

Bending Plasticity of Rolled Sheets of Phosphor Bronze with Low Tin Content

Kiyoshi MURAKAWA

ABSTRACT: The bending plasticity of rolled sheets of phosphor bronze containing 4.5% Sn or 0.5% Ni, 0.3% Fe, 4.5% Sn or 0.5% Fe, 4.5% Sn that were cold-rolled and then annealed at various temperatures lower than the recrystallization temperature as well as at the recrystallization temperature, has been measured. The sheets containing Ni or Fe were found to have smaller grains than those containing neither Ni nor Fe and therefore to show smaller plastic hysteresis than the latter.

(Received May 21, 1952)

1. まえがき

冷間圧延を施したりん青銅板に低温焼鈍を行なったものの性質に関する研究にはまだ種々の問題が残されている。又、バネ材料としての実用問題もこれに関連している場合が多い。そのうちで、低錫りん青銅についての研究は第二次大戦中にわが国でも行なわれ、大日本航空技術協会の第五部会で色々の方面から検討された。これに関する筆者の研究結果の大要⁽¹⁾はそのとき発表した。その詳細はその後に発表する機会がなかつた。今、わが国の紙の欠乏も和らいだようであるので、上述の研究結果及びその後実験を行なつて附け加えた結果をここに記録しておき度い。

2. 試料及び実験方法

低錫りん青銅の代表として Sn=4.5% をえらび、結晶粒をこまかくする目的で Ni 及び Fe を添加した。次の三種類の試料を最も詳しくしらべた。どの試料も 550°C で 30 分間の中間焼鈍を与えてから冷間圧延をしたものであつた。

試料はいずれも巾 10 mm、長さ 160 mm 以上の短冊形の試験片に切つて実験に供した。たわみの塑性を測る方法としてはカンチレバー式の装置

第 1 表 試料の成分 (%)

	Sn	P	Ni	Fe	Cu
No. 1 ⁽²⁾	4.5	0.3	—	—	Bal
No. 2	4.5	0.4	—	—	Bal
No. 3	4.5	0.3	0.5	0.3	Bal
No. 4	4.5	0.3	—	0.5	Bal

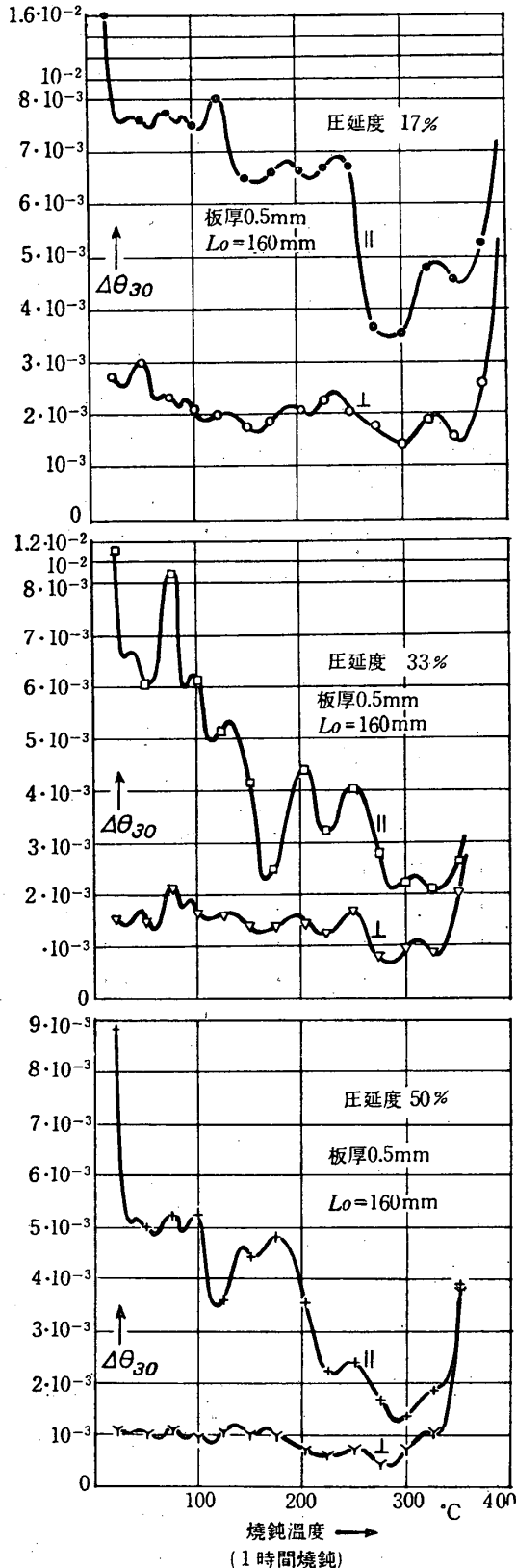
を用い、たわみの荷重をかけてから荷重を取り去つたときに自由端に残つたたわみ角 4θ を測り、最大表面応力 $\sigma_{\max}=30 \text{ kg/mm}^2$ に対する 4θ の値 $4\theta_{30}$ を以つてたわみの塑性を代表せしめた。実用的問題としては $4\theta_{30}$ が小さいことが望ましいわけである。これらの測定法については、すでに以前に詳しく述べたので⁽²⁾、以前の報告を参照して頂き度い。

3. 測定結果

それぞれの試料について、50°~400°C の間の各種の温度で焼鈍したものを作り、(或る一つの温度で焼鈍した試験片は他の温度で焼鈍するときには使わない。) それについてたわみの塑性を測定した。圧延方向に平行に切り取つた試料は || であらわし、これに垂直な方向に切り取つた試料

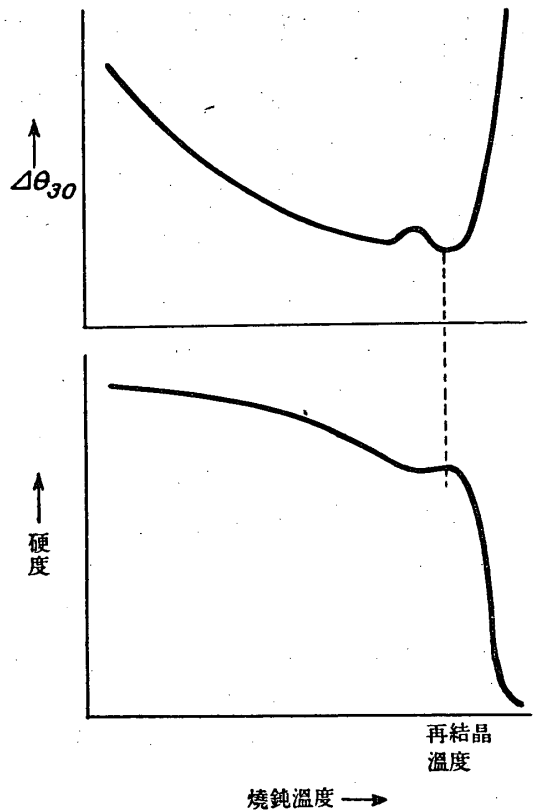
は上であらわすことにする。

a, No. 1 及び No. 2 の試料. Ni も Fe も添
りん青銅 (Sn 4.5%, P 0.3%, Cu Bal)



第 1 図 No. 1 の試料における焼鈍温度と $\Delta\theta_{30}$ との関係

加しない低錫りん青銅板のたわみのヒステレシスは高錫のものに比して、はるかに大きいことは、すでに以前の報告で述べた通りである。(又、この結論は小西芳吉博士の実験結果とも一致する。) No. 1 と No. 2 とは著しい差がなかつたから、No. 1 だけについて述べる。焼鈍温度と $\Delta\theta_{30}$ との関係を示す。今迄に発表したこの種の曲線とくらべて新しい事実は再結晶が始まろうとする温度よりもやや低い所にもう一つ曲線の谷が存在することである。これによれば、理想的に一つの相 (Phase) だけから成る金属を冷間圧延してから焼鈍温度と $\Delta\theta_{30}$ との関係測定すれば、定性的にいつて、第 2 図のような関係が得



第 2 図 理想的に単相の金属における焼鈍温度と $\Delta\theta_{30}$ 及び硬度との関係 (定性的)

られる筈になる。硬度との関係から見て、硬度が極大になる(すなわち内部歪みが極大になる)にもかかわらず、 $\Delta\theta_{30}$ が極小になることは再結晶をする一歩手前では結晶粒が却つて一時的に微細化するのではないかと考えられる。但しここでいう結晶粒とは極めて広義に解釈すべきもので、微細化というよりは dislocation の増加という結果に

なっているのかも知れない。この点は更に実験的証拠を他の方面から蓄積することが必要である。

b. No. 3 及び No. 4 の試料。これらの試料は No. 1 及び No. 2 の試料に比して結晶粒が微細化されているので、たわみのヒステレシスが小さいことが予期されるし、又実際に測定してみると、そうなっている。塑性変形的にヒステレシスが小さい点では 8% Sn のりん青銅にも劣らないということは既に以前の報告⁽¹⁾で述べた通りである。No. 3 の試料は No. 4 の試料よりもやや優れているので、ここでは前者だけについて述べることにし、それにおける焼鈍温度と $\Delta\theta_{30}$ との関係を示す。又、焼鈍による硬度の変化を第 4 図に示す(硬度のあらわし方については以前の報告⁽³⁾を参照して頂きたい。)

第 3 図及び第 4 図は、再結晶温度の附近の様子に関する限り、第 2 図の典型的な具体的例と見なすことができる。100°C よりも低い温度で起るりん青銅板内部の変化については別の機会に述べたいと考えている。

実用的には、これらのりん青銅は冷間圧延の後に 225—300°C の温度で約 1 時間焼鈍することが必要である。曲げ加工を容易にすることを考えに入れる場合は、このうちで 300°C 附近の温度をえらぶことが望ましい。

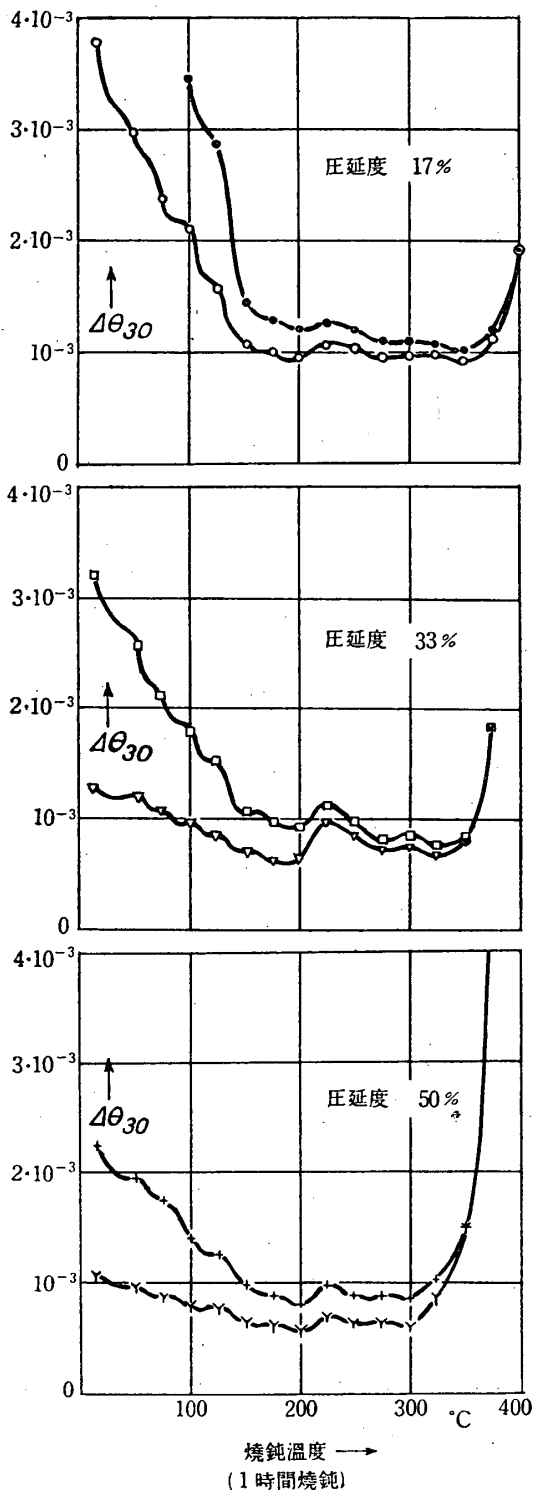
ここで述べた Ni, Fe の添加による結晶粒の微細化の低錫りん青銅への応用は必ずしも低錫りん青銅に限ったことではなく、高錫りん青銅にも適用することができる。

この研究のうちで、終戦以前に行なつた部分に対する研究費は大日本航空技術協会から補助を受けた。終戦以後に行なつた部分に対する研究費の一部分は文部省の科学研究費から支弁した。研究試料のりん青銅板の大部分は中野伸銅所の橋本有隣所長からの寄贈によるもので、ここでも厚く感謝の意を表し度い。又、いつもよく整備された硬度計を使わせて頂いたことに対して当研究所所員福井伸二教授に厚く御礼申し上げ度い。

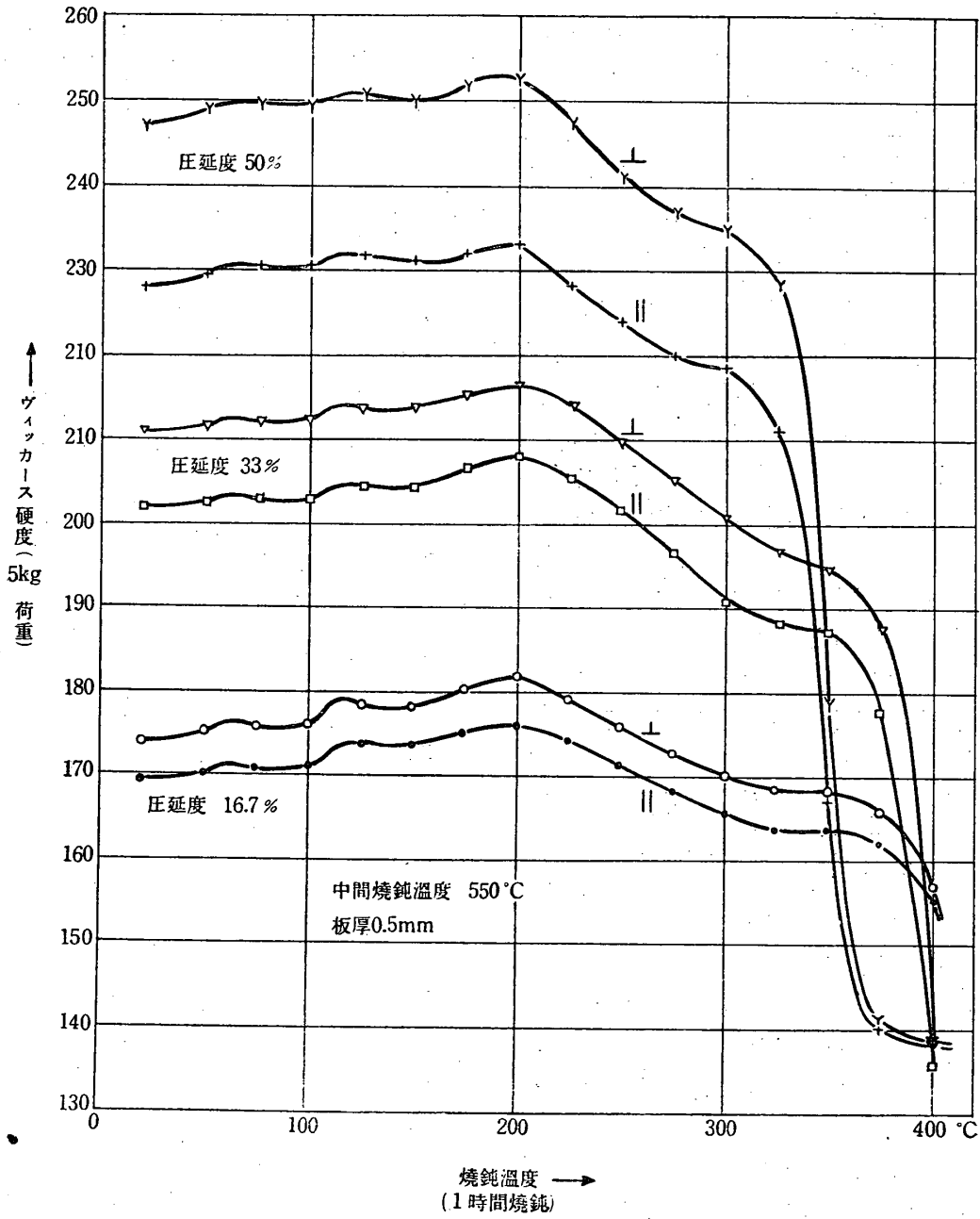
文 献

- (1) 村川：航空研究所彙報, No. 240 (1944), 239.
- (2) 村川：理工学研究所報告, 1 (1947), 60.
- (3) 村川：理工学研究所報告, 2 (1948), 115.

りん青銅板 (板厚 0.5 mm)
Sn 4.5% P 0.3% Ni 0.5% Fe 0.3%
Cu Bal. Lo=160 mm



第 3 図 No. 3 の試料における焼鈍温度と $\Delta\theta_{30}$ との関係



第 4 図 No. 3 の試料における焼鈍温度と硬度との関係

(1952 年 5 月 21 日受理)