

Pb-Sb 合金の時効硬化に関する研究

— 1% Sb 合金の時効におよぼす微量添加元素 Ag, Cu, Te, Bi, Sn, Cd の影響について —

加藤正夫・西川精一

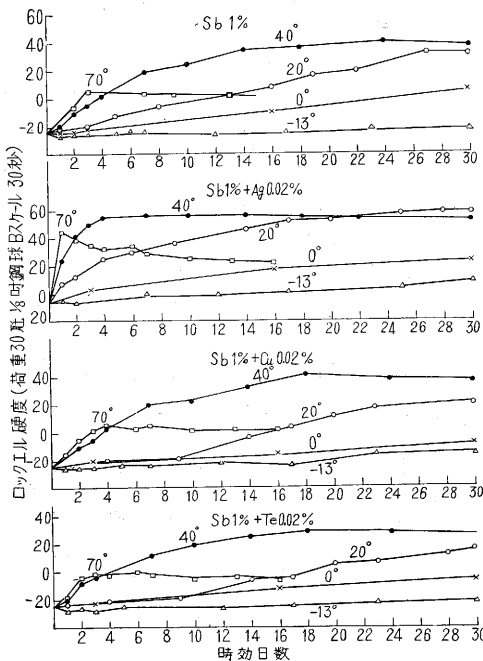
Pb-Sb 合金の時効硬化におよぼす微量の As の影響についてはさきに報告⁽¹⁾⁽²⁾した。これと比較の意味で Ag, Cu, Te のように As と同様微量にしか固溶しない元素は約 0.002%~0.02% の範囲で加え、Bi, Sn, Cd のように大きい固溶度を有する元素は約 0.01%~0.1% の範囲で添加してその時効傾向を研究したがその概略を次に報告する。

1. 試料:

使用 Pb 地金は三菱細倉製の 99.99% 高純度のもを使用、Sb は 30% Sb, Ag は 2.5% Ag, Cu は 1% Cu, Te は 1% Te, Bi は 5% Bi, Sn は 5% Sn, Cd は 3% Cd の母合金の形で添加溶製した。溶解、鋳造、圧延等は前回の報告と同様である。試料の組成は第 1 表に示したがこれは分析結果ではなく配合の計算値そのままである。

2. 実験結果:

(イ) Ag の影響: Ag の影響は約 0.002% ですでに現われ 20°C, 40°C, 70°C の硬化を促進する傾向が認められる。0.008% ではさらにこの傾向が大きくなり、0.02% では第 1 図中に示したように 1% Sb のみの場合に比



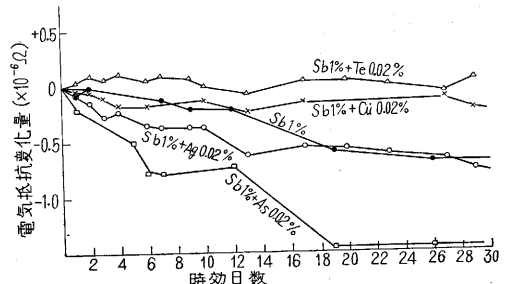
第 1 図 Pb-Sb 1%, Pb-Sb 1%-Ag 0.02%, Pb-Sb 1%-Cu 0.02%, Pb-Sb 1%-Te 0.02% 合金の時効硬化曲線

第 1 表 試料の組成

合金系	組	成	合金系	組	成
Pb-Sb	-Ag	Sb% Ag% Pb%	Pb-Sb	-Bi	Sb% Bi% Pb%
		1 0.002 残			1 0.01 残
		1 0.008 "			1 0.05 "
		1 0.02 "	1 0.1 "		
Pb-Sb	-Cu	Sb% Cu% Pb%	Pb-Sb	-Sn	Sb% Sn% Pb%
		1 0.002 残			1 0.01 残
		1 0.008 "			1 0.05 "
		1 0.02 "	1 0.1 "		
Pb-Sb	-Te	Sb% Te% Pb%	Pb-Sb	-Cd	Sb% Cd% Pb%
		1 0.002 残			1 0.01 残
		1 0.008 "			1 0.05 "
		1 0.02 "	1 0.1 "		

して飽和硬度は時間的に早くまたその値が高く現われている。第 2 図および第 3 図の電気抵抗の変化曲線を見ても、参考のため付記しておいた As 0.02% よりは、かなり影響は小さいが他の元素に比して時効促進作用が明瞭である。Hopkin 等⁽³⁾の研究も同様の結果を示している。

(ロ) Cu の影響: Cu はこの程度の添加量ではほとんど影響がない。第 2 図、第 3 図の電気抵抗の変化量からみるとかえって Sb の析出を遅滞化させる作用が見える。Bluth and Hanemann⁽⁴⁾の研究では Cu は 1% Sb 合金の硬化を As と同様促進するように報告しているが、筆者等の研究結果は反対に遅滞化の傾向を認めた。小野⁽⁵⁾の研究によると Sb 1% 以上では Cu が添加されると Cu

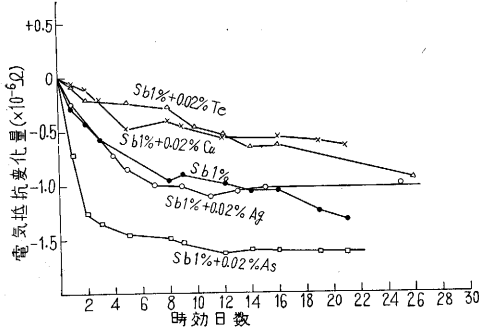


第 2 図 Pb-Sb 1%, Pb-Sb 1%-As 0.02%, Pb-Sb 1%-Ag 0.02%, Pb-Sb 1%-Cu 0.02%, Pb-Sb 1%-Te 0.02%, 合金の 40°C 時効に伴う電気抵抗の変化量

は Cu₂Sb の形で晶出し強度の低下と熱処理効果の減少を示しているがこれと大体同様の結果が得られたわけである。しかし Cu のこの影響がはたして硬化元素 Sb が

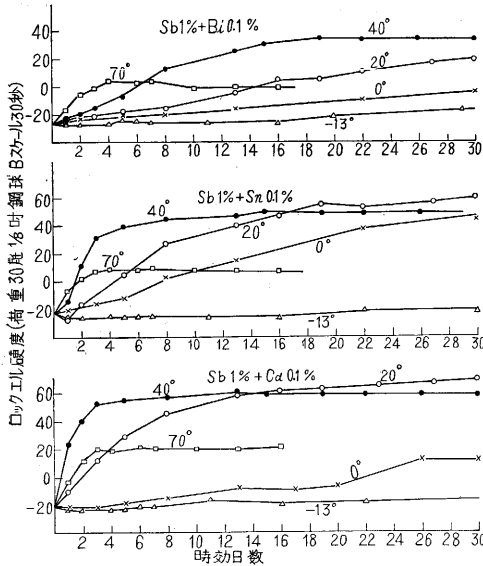
研究速報

Cu₂Sb の形で消耗されるためかあるいは他の原因によるのか疑問である。顕微鏡的に見て Pb に 0.02% の Cu が添加されると確かに異相が現われ(恐らく共晶) Sb 1% 存在する場合もその形および配列のしかたにほとんど変わりなく同様の異相が存在している。



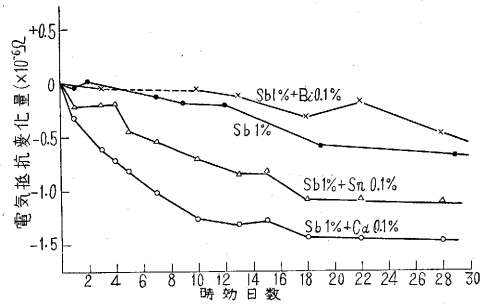
第3図 Pb-Sb 1%、Pb-Sb 1%-As 0.02%、Pb-Sb 1%-Ag 0.02%、Pb-Sb 1%-Cu 0.02%、Pb-Sb 1%-Te 0.02%、合金の 40°C 時効に伴う電気抵抗の変化量

(ハ) Te の影響: Te の添加は第1図、第2図、第3図より明らかなように硬化を遅滞化せしめ、飽和硬度を低下せしめる。また Sb 析出による電気抵抗の低下量を Cu の場合よりも大きく減少せしめる。



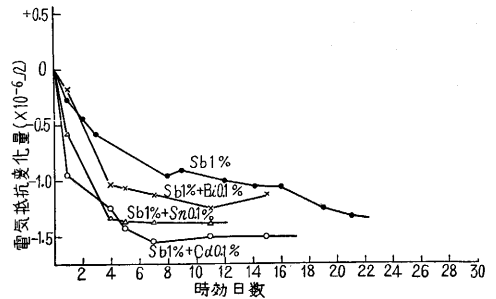
第4図 Pb-Sb 1%-Bi 0.1%、Pb-Sb 1%-Sn 0.1%、Pb-Sb 1%-Cd 0.1% 合金の時効硬化曲線

(ニ) Bi の影響: Bi の添加は第4図、第5図、第6図より明らかなように約 0.1% の添加では 1% Sb 合金の時効に大きい影響は見られなかった。Morgen⁽⁶⁾等の研究も同様の結果を示している。0.01%~0.05% Bi では 0°C、20°C の時効硬化曲線で硬化促進の傾向を見たが 0.1% になると飽和硬度も低く、多少遅滞化の傾向さえうかがえる。第5図の 40°C の時効による電気抵抗低下曲線でもその傾向が明瞭である。



第5図 Pb-Sb 1%-Bi 0.1%、Pb-Sb 1%-Sn 0.1%、Pb-Sb 1%-Cd 0.1% 合金の時効に伴う電気抵抗変化量

(ホ) Sn の影響: Sn は約 0.01% 程度では影響は明白でないが 0.05% では促進の傾向を示し 0.1% では作用が大きく現われる。Morgen⁽⁶⁾等の Pb-Sb-Sn 系の研究によると Sb の Pb に対する溶解度は Sn の添加で急激に増加することを示している。これに代えば Sn の添加により Sb の焼入れによる過飽和度は減少しその結果硬化量は減少するように考えられようであるが硬度、電気抵抗値よりの結果では反対に硬化量は増加し電気抵抗の低下量は増加している。



第6図 Pb-Sb 1%-Bi 0.1%、Pb-Sb 1%-Sn 0.1%、Pb-Sb 1%-Cd 0.1% 合金の 70°C 時効に伴う電気抵抗変化量

(ヘ) Cd の影響: Cd 0.01% までは影響が明瞭でないが 0.05% になると非常に大きい促進作用を現わし飽和硬度が高くなる。0.1% ではさらにこの傾向が大きい。Cd の場合の傾向として -13°C、0°C の低温時効では影響は顕著でないが 20°C~70°C では大きい現われ方をする。Pb-Sb-Cd 系の状態図は SbCd-Pb なる準二元系で両分されるがこの SbCd なる化合物は Pb に対し固溶度変化をもっている。したがって Pb-Sb-Cd 系の時効は SbCd の溶入析出で説明せられるが本実験の Cd 量で果して SbCd の形の硬化素になるか Sb が Cd の助けをかりて単に Sb の形で析出する形式であるか検討の余地がある。

文献 (1956. 1. 24)

- (1) 加藤, 西川 生産研究 Vol.6 No.10速報
- (2) 加藤, 西川 生産研究 Vol.8 No.1 速報
- (3) L.M.T.Hopkin and C.J.Thwaites; J. of Inst. of Metals. 1952-53, Vol.81, p.255
- (4) M.Bluth and H.Hanemann, Z.Metallkunde, 1937, 29. 48
- (5) 小野, 鉛及鉛合金 p.81
- (6) R.A.Morgen, F.C.Nix, and E.H. Robests, Am, Inst. Min Met. Eng. Tech. Pub. No.43, 1927.