

Mg を主體とせる Mg-Zn-Sn 系合金の時効硬化に就て

西村研究室

田 中 一 夫

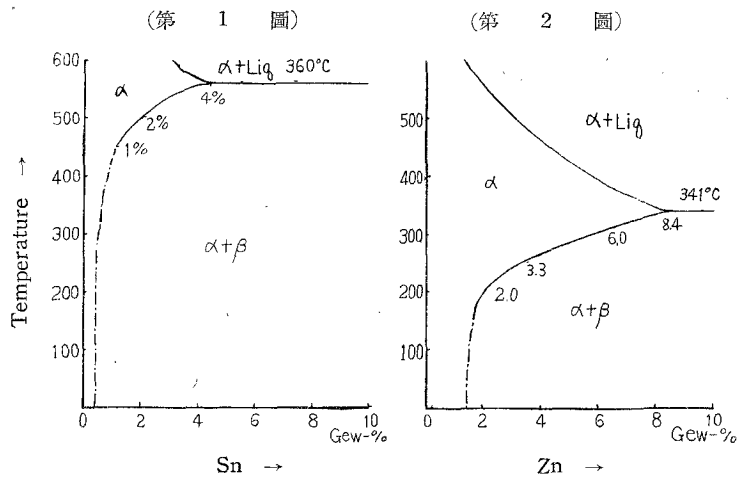
緒 言

Mg-Zn-Sn 三元系合金の状態圖に就ては既に大谷氏の研究があるが未だ此の系の三元固溶體範圍の合金の性質は明らかにされて居らないので筆者等は先づ Mg-Zn, Mg-Sn 各二元系合金の夫々 Mg 側に於ける固態溶解度を確かめて後適當なる範圍の Mg-Zn-Sn 三元系合金を調製し主として時効現象を研究し、併せて Mg-Zn-Al-Sn 四元系合金に就いても同現象を探究したのでその結果を發表する次第である。

○Mg 側に於ける Sn の固態溶解度

之に就ては昨年筆者等の發表せる處で共晶溫度附近にて Mg に對して Sn は 4% の溶解度を示し(第 1 圖左)に示す如く溫度の下るに従ひ急に溶解度を減小し、常溫では殆んど 0 に近い結果を得た。

○Mg 側に於ける Zn の固態溶解度は chadwick, Hume-Rothery 氏等に依れば(第 1 圖右)に示す如く共晶溫度にて 8.4%，常溫に於て約 1.7% の溶解度を有すると發表されてゐる。之に

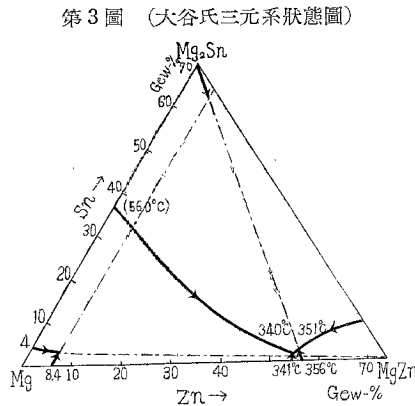


第1表 Mg-Zn-Sn 三元系合金の成分表

合金番号	合金成分 (%)		
	Zn	Sn	Mg
A	1	0.1	殘
	2	0.3	〃
	3	0.5	〃
	4	1.0	〃
	5	2.0	〃
	6	3.0	〃
	7	4.0	〃
B	1	2	〃
	2	3	〃
	3	4	〃
	4	1.0	〃
	5	2.0	〃
	6	3.0	〃
	7	4.0	〃
C	1	3	〃
	2	0.3	〃
	3	0.5	〃
	4	1.0	〃
	5	2.0	〃
	6	3.0	〃
	7	4.0	〃
D	1	4	〃
	2	0.3	〃
	3	0.5	〃
	4	1.0	〃
	5	2.0	〃
	6	3.0	〃
	7	4.0	〃
E	1	5	〃
	2	0.3	〃
	3	0.5	〃
	4	1.0	〃
	5	2.0	〃
	6	3.0	〃
	7	4.0	〃
F	1	6	〃
	2	0.3	〃
	3	0.5	〃
	4	1.0	〃
	5	2.0	〃
	6	3.0	〃
	7	4.0	〃

就いて筆者等も Mg-Zn 二元系合金に就て實驗した處 Mg に対する Zn の溶解度のほゞ之に近い事を確かめた。

○實驗方針



第3圖 (大谷氏三元系状態圖)

以上の如く各二元系合金に於て Sn 及 Zn の Mg に対する溶解度の温度による減少率が甚だ大であるものが組つた三元系合金に於ては相當減少率が大き

従つて時効硬化をなす合金であらうと容易に想像し得られるので、(第一表)に示す範圍の三元系合金の鑄造材(金型)42ヶを調製し時効現象を研究した。第3圖は大谷氏の總合状態圖である。

Mg-Zn-Sn 三元系合金

○Mg-Zn-Sn 三元系合金の常溫時効硬化

試料をクロマート浴中にて 400°C で40時間加熱焼鈍後、水中 (5C) に焼入し研磨後、直ちに硬度をプリンネル硬度計 (Ball dia 5 mm, load 250kg) を使用して測定し以後室溫に放置して7日間毎日同一時刻に硬度を測定した。測定の結果は殆んど時効硬化の現象は認めなかつた。

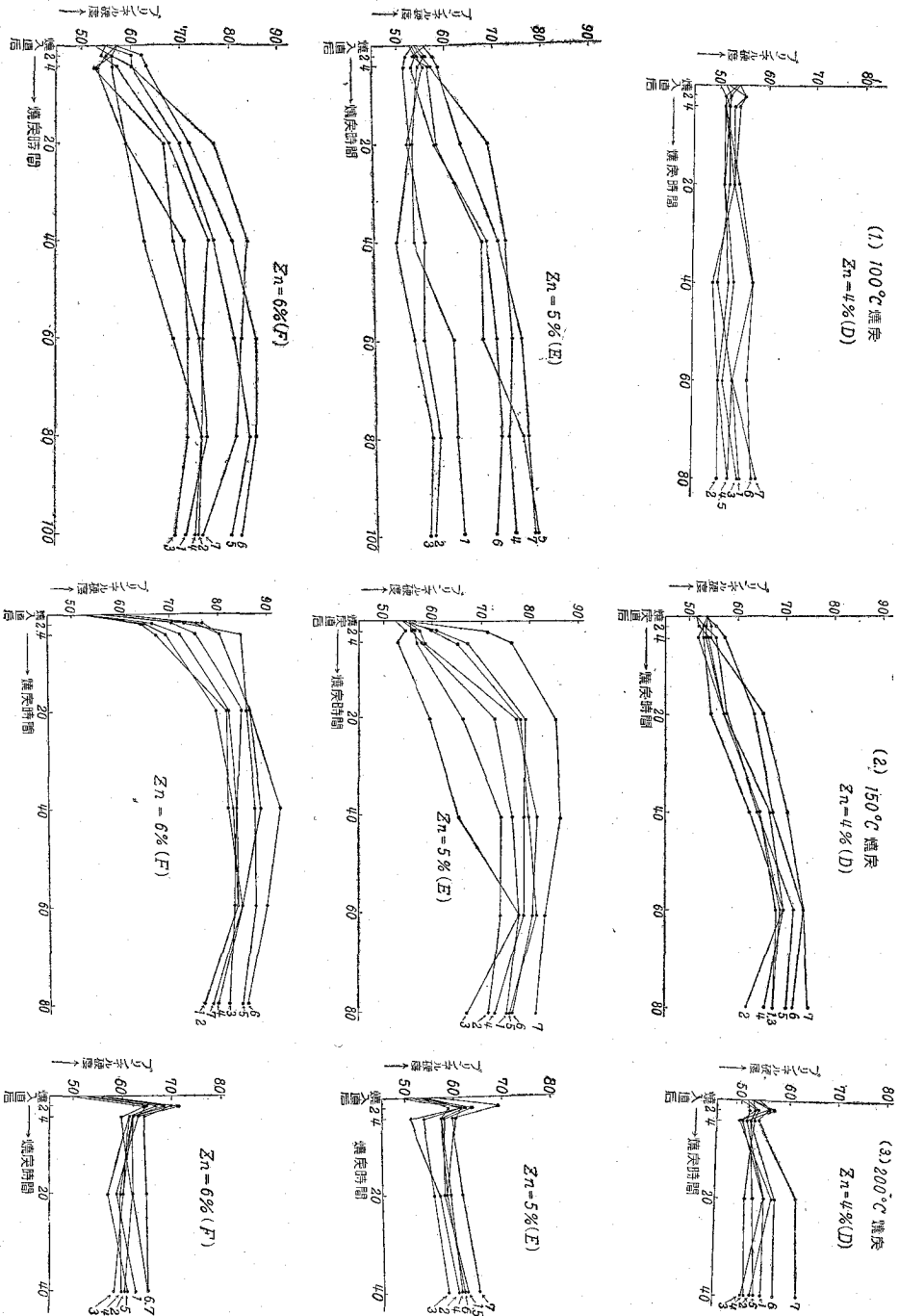
○Mg-Zn-Sn 三元系合金の焼戻硬化

常溫時効の實驗と全く同様の方法で熱處理した合金を焼入後直ちに硬度を測定して速かに 100°C, 150°C, 200°C に保持した空氣浴中にて焼戻してその影響を調べた。その結果は次の如くとなつた。(第2圖參照)

(1) 合金 No. A, B, C, に屬する (Zn1~3%)合金

これ等は 100°C, 150°C, 200°C にて夫々長時間焼戻するも 何等認むべき時効硬化を示さない。

第 2 圖 Mg-Zn 三元系合金の焼戻硬化線圖



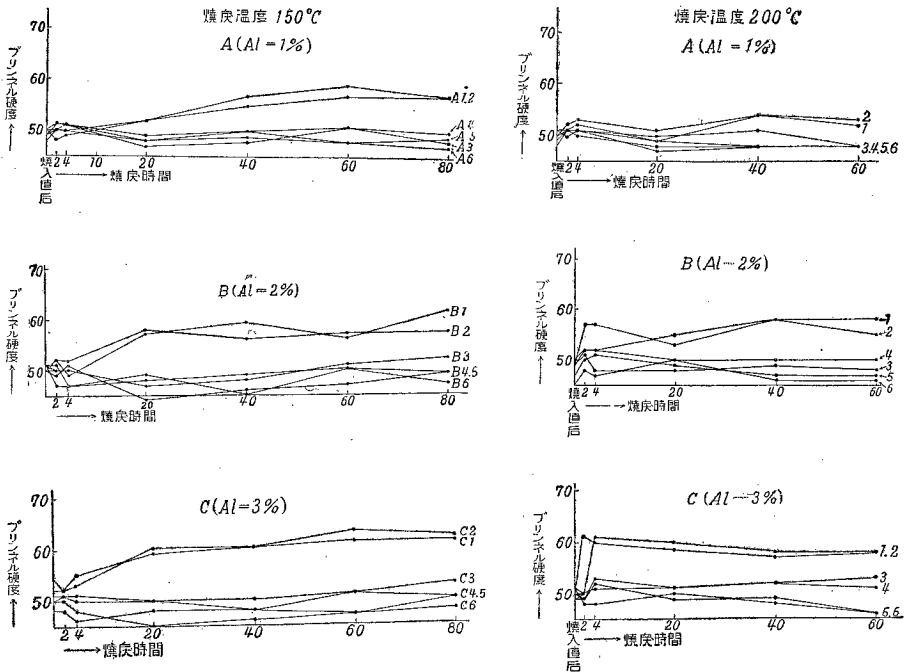
(2) 合金No. D, E, F に属する (Zn 4~6%)合金

これ等はかなり低温度の焼戻で硬化が起り 200°C となると却つて焼戻効果は少ない. 100°C 及 150°C では硬化の顯れるまでに長時間を要する. 200°C では硬化程度は低いが急激に硬化が起り 2 時間で最高値に達しこれ以上時間をかけても却つて合金は軟化する傾向を示す. 最高硬度値を見ると,

焼戻温度	合金 No.	焼戻時間	最高硬度値 (B. H. N.)
100°C	D 7	40	57
	E 7	80	76
	F 6	40	86
150°C	D 7	60	73
	E 7	40	86
	F 6	7	92
200°C	D 7	20	61
	E 7	2	69
	F 7	2	71

結果として 150°C で40時間焼戻すれば最も有効である. 又何れの焼戻温度でも F 合金つまり Zn の含有量の多い程硬化は顯著である. 就中 F6 の如き合金を 150°C で焼戻した場合は硬化も速やかで且硬化程度も最高を示し 92 (B. H. N.) に達し, エレクトロン合金に比肩し得る.

第 3 圖 Mg Zn-Al-Sn 四元系合金の焼戻硬化曲線圖



OMg-Zn-Al-Sn 四元系合金

上述の如く、Mg-Zn-Sn 三元系合金は焼戻に依つてかなり硬化することを知つたので實用上 Zn の含有量の多きに過ぎることは好ましくないので3%以下とし Sn も1%以下として之に1-3%の Al を配合して Mg-Zn-Al-Sn 四元系合金を第2表に如す示く18個調製した。その機械的性質を知る一端として時効現象を三元系に於けると全く同様の方法を以て研究した。

OMg-Zn-Al-Sn 四元系合金の常温時効硬化

實驗方法は三元系の場合と同様である7日間の測定の結果やはり見るべき硬化を示さなかつた。

OMg-Zn-Al-Sn 四元系合金の焼戻時効硬化

第2表 Mg-Zn-Al-Sn 四元系合金成分表

合金番號	合金成分 (%)			
	Zn	Sn	Al	Mg
A 1	3	0.5	1.0	殘
〃 2	〃	1.0	〃	〃
〃 3	2	0.5	〃	〃
〃 4	〃	1.0	〃	〃
〃 5	1	0.5	〃	〃
〃 6	〃	1.0	〃	〃
B 1	3	0.5	2.0	〃
〃 2	〃	1.0	〃	〃
〃 3	2	0.5	〃	〃
〃 4	〃	1.0	〃	〃
〃 5	1	0.5	〃	〃
〃 6	〃	1.0	〃	〃
C 1	3	0.5	3.0	〃
〃 2	〃	1.0	〃	〃
〃 3	2	0.5	〃	〃
〃 4	〃	1.0	〃	〃
〃 5	1	0.5	〃	〃
〃 6	〃	1.0	〃	〃

之も三元系の場合と同様の熱處理を施して焼入後、直ちに硬度を測定して速やかに 150°C, 200°C に夫々に保持した空氣浴中にて焼戻して、その結果を調べた。(第3圖参照)

a) A 合金の焼戻硬化 (Al 1%)

150°C 焼戻の場合は A1, A2, のみ60時間の長時間焼戻にて少しく硬化する。200°C 焼戻の場合は何れの合金も殆んど硬化せない。

b) B 合金の焼戻硬化 (Al 2%)

150°C 焼戻の場合は B1, B2 のみ20時間以上で A 合金とは少し早く硬化が初まりその程度は大差ない。200°C 焼戻の場合は B1, B2. のみ焼戻40時間で少しく硬化する。

c) C 合金の焼戻硬化 (Al 3%)

150°C 焼戻の場合やはり C1, C2 のみ 40~60時間の長時間の焼戻により少しく硬化する。200°C 焼戻の場合は C1, C2 のみ 2~4 時間焼戻すればやゝ硬化する之以上長時間になると却つて軟化する傾向を認めた。

以上 A, B, C を通じて焼戻に依る硬化はその硬化程度が全體に見て顯著なものは全くない何れも Zn の含有量の多い No. 1, 2 のみが少しの焼戻硬化を示す結果となつた。

C 合金 (Al%の多いもの)はやはり硬化程度が幾分優れて居る。

焼戻溫度としては 150°C の方が幾分よろしい。

結 論

I. Mg-Zn-Sn 三元系合金は 常温時効を示さないで焼戻に依つてのみ硬化せらるゝ合金であること。

即ち Zn 4~6%を含む合金は 150°C で焼戻を40~60時間施せば顕著な硬化が現れた。

II. Mg-Zn-Al-Sn 四元系合金も 常温時効を示さないし 焼戻しても本実験の範囲では見るべき硬化は現れなかつたこと。

終りに本研究は大倉鑛業株式会社委託研究にして、終始御懇篤なる御指導を賜りました西村先生に厚く御禮申上ます。