

る。前と同様 I, II, III は夫々  $\epsilon$ ,  $\epsilon^2$ ,  $\epsilon^3$  まで考慮した値である。

それから第8圖の第三近似の曲線に見られる僅かな凸凹は逐次近似の収斂が保證されてないので有限項に留めた影響が表れてゐるのである事を注意しておく

#### 4. む す び

§6. 高速度の氣流を研究する爲に薄翼展開法を第三近似まで進めて、正弦波型の壁に沿ふ流れに適用した  $\epsilon$  と  $M$  を與へて色々な場合について流れの様子を見る事が出来た。近似を進める毎に  $\mu^3$  なる因子が

伴ふので Mach 數が1に近い時決定的な事を言ふのは困難であるけれども、我々の數值的な結果によれば超音速の領域を伴ふ連続的な解は存在するが、速度分布曲線の曲率が最大速度の點で無限大を示す様になれば衝撃波が発生して、解の収斂が破れるといふ我々の考へを支持してゐる様に見える。

#### 文 獻

- [1] 今井 功 : 航研報告 294 (1944).
- [2] 今井 功 : 大山精一 : 理工研報告 2 (1948) 39.
- [3] Görtler, H. : Z. a. M.M. 20 (1940) 254

## Pb-Mg 化合物の崩壊及び之を含むPb板の加工軟化に就いて

麻 田 宏・田中英八郎

(1948年1月31日受理)

### 1. Pb Mg<sub>2</sub> の崩壊性

Pb Mg<sub>2</sub> は Pb 80% (重量)の所に出来る金屬光澤をした甚だ脆い物であるが、之を濕氣を含んだ大氣中におくと著しく冒され、數日間で黒色の粉末となる。この事は古くから Achcroft,<sup>1)</sup> Kurnak w,<sup>2)</sup> Stepanow, Tammann<sup>3)</sup> 等によつて云はれてゐる事である。

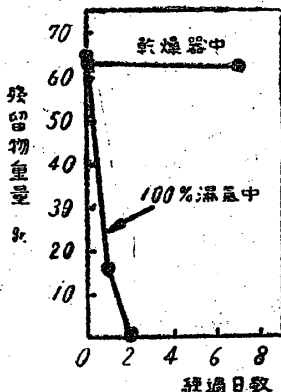
第1圖 には、デシケーター中で、100% 濕氣中とに於て、20mm  $\phi$   $\times$  30mm 位の鑄塊の崩壊度と経過日數を示してある。崩壊度は1mm の篩でふるつた時の殘量を示す。デシケーター中では、一週間経つても殆んど崩壊を示さないが、100% 濕氣中のものは數日

を出でず、全部が粉末に崩壊する。

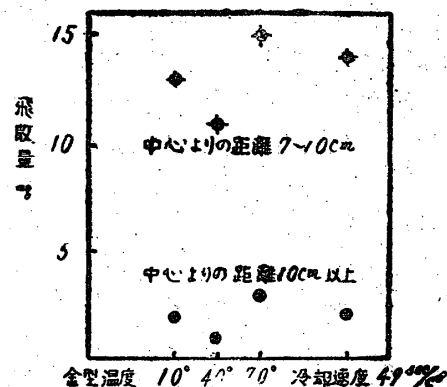
この崩壊時に飛散現象を伴ふ。上記の鑄塊を立て、おくと、甚だしい時には、中心から 30cm の距離迄微量の粉末が飛散してゐる。

飛散を伴ひ崩壊することは、鑄造歪が影響してゐる可能性があるので、鑄造時の冷却速度を種々變へて、飛散の程度を調べた。

第2圖 より見れば、冷却速度は飛散に關係がないと思はれる。一方 MgPb<sub>2</sub> が崩壊する時には非常に體積變化、重量變化があり、化學分析の結果から考へても體積變化が崩壊飛散の現象を起す原因と考へられる。



第 1 圖

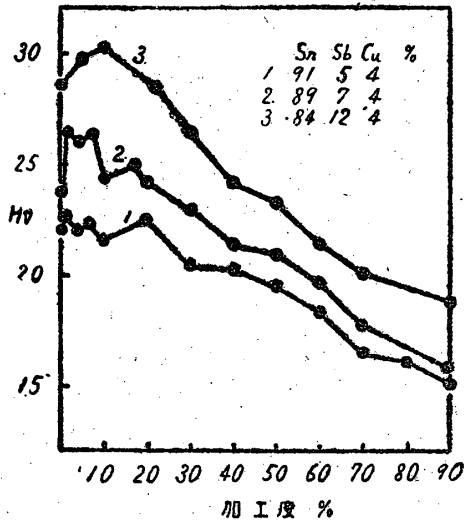


第 2 圖

## 2. PbMg<sub>2</sub> を含む Pb 合金の加工軟化

Mg を 3% 含む Pb-Mg 合金を常温で壓延して行くと、壓延度の高くなるに従つて軟くなつて行く。

この現象は、Pb-Mg 系に限らず Pb-Sn 合金<sup>4)</sup>にも、又 Sn-Cu-Sb 合金<sup>5)</sup>にも知られてゐる(第3圖参照)事で一見甚だ稀異に思はれるので、その原因を調べた。



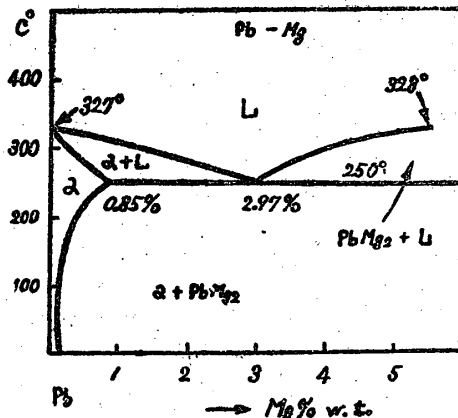
第 3 圖

(1) 試料の製作及實驗測定法 Pb-Mg 系鉛側状態圖を第4圖に示す。試料は、共晶組成 Mg 3%と、 $\alpha$  範圍 Mg 0.5%, 及 Mg 0.1% の3種類を撰んだ。

地金は普通純度の Pb 及 Mg で熔解 (700~750°C) し攪拌しつゝ 300~350°C に於て、金型 (16×70×60 mm) に鑄造した。

鑄造せる試料を 200°C, 1/2 時間加熱後、熱間壓延にて 10 mm 厚にし、之を 200°C 1/2 時間焼鈍し、所要の冷間壓延を行つた。

壓延前後の加熱には總て空氣爐を使用し、加熱後空



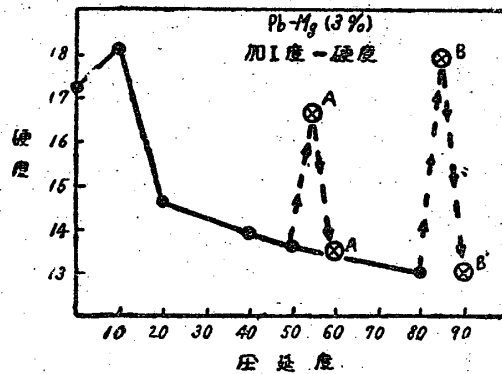
第 4 圖

中放冷した。

硬度測定はピツカース硬度計を用ひ、1 kg 荷重で荷重時間は 20 秒とした。

電氣抵抗測定用試料は、熱間壓延にて 5 mm 厚迄おとし、200°C 1/2 時間加熱したものを出發點にとり、之を 10, 20, 30...% 壓延して行きながら、同一試料にて硬度と電氣抵抗を測定した。

(2) 結果 Mg 3% 合金をつくり、壓延度を變へ、壓延直後に硬度を測定した結果を第5圖に示す。

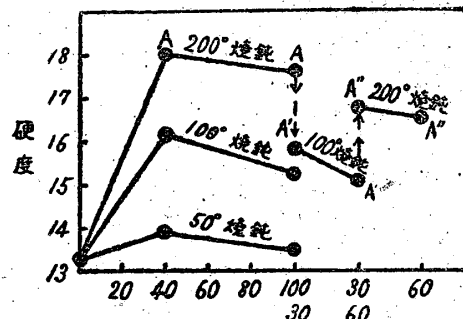


第 5 圖

加工度 10% 迄は硬化し、以下急激に軟化をなす。50% 及 80% 加工し、軟化したものを 200°C 1/2 時間加熱すれば硬度は A 及 B の如く上昇し、A, B を更に各 50% 加工すれば硬度は A' 及 B' に示す如く、再び軟化する。又 Mg 2.5 及 1.5% の Pb 合金に於ても、全く同様の傾向を示した。

即ち加工により軟化したものは、その後の加熱により硬化する事が認められる。この硬化と加熱温度の關係を檢べる。

今 80% 加工した板を 200°C, 100°C, 50°C に種々の時間加熱してその硬度を見ると第6圖の如く、加熱

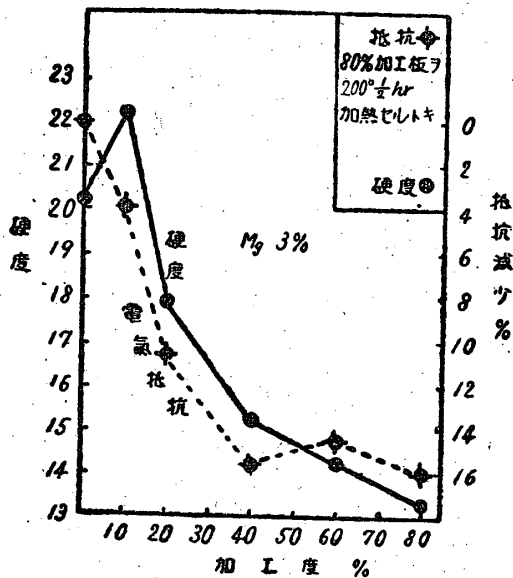


第 6 圖

温度の低い方が低い硬度を示す。又、200°C に加熱した試料を更に 100°C に加熱すれば硬度は第6圖より A' に低下し、更に 200°C に加熱すると A'' の状態に回復する。以上の事は平衡圖に示す固溶曲線に従ひ、Mg の固溶量の變化による現象と推測出来る。

この推測は次の電気抵抗の測定に依つて正しいと思はれる。

3% Mg-Pb 板をつくり、電気抵抗を各壓延度毎に測定すれば、第7圖の如く、加工度が進むにつれ、電気抵抗も低下する。(同時に硬度測定を附隨して行つた) 80%加工の場合には、加工前に比し電気抵抗の減少がある。

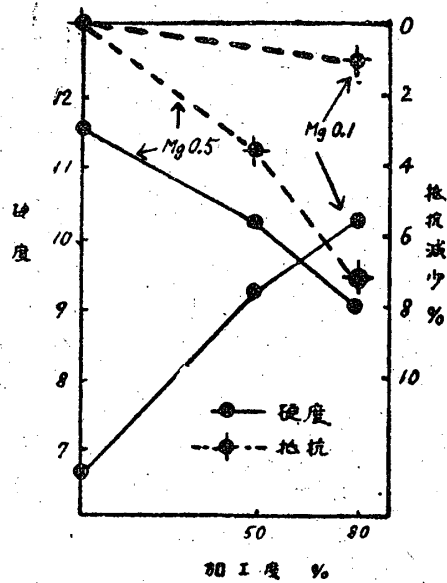


第7圖

又、加工した材料を 200°C 1/2 時間焼鈍すれば抵抗は第7圖中に記す如く増加する。又 0.5% 及 0.1% Mg-Pb 板の電気抵抗を測定した結果は第8圖に示す如く、Mg 0.5% の電気抵抗は Mg 3% の時と同様に低下するが、やゝ低下の程度が少い。之れに反して Mg 0.1% の時には電気抵抗は殆んど變らず、硬度もかへつて上昇してゐる。

即ち Mg 0.5% では固溶限を超えてゐるが Mg 0.1% に於ては固溶限以内に屬する爲の相違であらう。

(3) 加工軟化に對する考察 Pb-Mg (Mg > 0.1%) 合金は加工により第5圖及第7圖に於て示される如く、加工度 10% 迄は硬化をなすが、(この現象は加工歪が未だ少い爲、再結晶温度が常溫より高い結果であらう) それ以後は軟化し、加工後の加熱により硬化する



第8圖

この理由は Pb は 250°C に於て、Mg を 0.85% 固溶するが、常溫に於ては約 0.1% を固溶するため、0.1% 以上 Mg を含む Pb-Mg 合金は加熱後空冷する時は、Mg を過飽和に含む固溶體となる。この過飽和固溶體は加工、(その時發生する熱によると思ふ。但し、取扱つてゐる温度は、本合金の析出硬化を起す温度より高いものと考へる。) により析出を起し、飽和に近付き軟化を示す。

加工により一度析出した Pb<sub>2</sub>Mg<sub>2</sub> は、加熱により再び固溶體中にとけこみ、空冷により過飽和で常溫に持來されるから硬度は高くなる。電気抵抗の變化も之れに相應した變化をなすもので、加工軟化の現象は特別奇異なものではない。

文 獻

- (1) Chem. Met. Eng. V. 19-1918, 776
- (2) Z. Anorg. Chem. V. 117 1905, 45
- (3) Z. Anorg. Chem. 223, 1935, 238
- (4) H. Horgreaves : J. Inst. Metal. 38, 1927, 316 ; 41, 1929, 257
- (5) 著者 : 第 10 回金屬學會講演
- (6) Metals Handbook 1939, A. S. T. M.