日本金属学会誌

第 22 卷 第 1 号

技術論文

Si を添加した Pb および Pb 合金の研究 (第 1 報)

Si を添加した Pb の引張り性について*

寺 澤 正 男**

Masao Terasawa: Study of Lead and its Alloys Added with Silicon (1st Report). Tensile Properties of Lead with Added Silicon. A number of experimental results have been published already about the equilibrium diagram of the binary alloys of Pb-Si series. Since the properties of Pb were found to be improved by addition of Si to Pb, the author systematically studied on the Pb and Pb alloys adding Si for explanation of this phenomenon and intended to decide the efficient limit of the Si content contained in Pb. In sequence of report (1), the author described some of the mechanical properties of Pb with added Si, such as tensile strength and others at room temperature. The properties sharply changed with increase of the Si up to 0.035 % Si resulting in an improvement of mechanical properties.

(Received June 14, 1957)

I. 緒 言

Pb に Si を添加した合金は、すでに Pb-Si 二元合金状態図⁽¹⁾で明らかのように両成分は互いに溶け合わず固溶しないとされている。その上、融点および比重などの両元素の差も大きいので偏析しやすく実用性に乏しいとされているが、大気中で両元素を溶解して合金を作った場合、Si が微量である範囲においては機械的その他の性質に著しい変化が見られるので、著者は本合金について系統的に研究して諸性質を明らかにしようとするものである。

第 1 報においては、Pb に Si を添加するときの溶製法、添加量と分析値との関係および本合金の引張り性についてその変化を求めたものである。

II. 試 料 と 実 験 方 法

1. 合金の熔製

本合金作製のために使用した Pb と Si の純度はそれぞれ 99.99 % 以上および 99.2 % 以上で、熔製方法は Fig. 1

に示すように小豆粒大の Si を熔融 Pb 中に容器で押込み、固体のまま浮上することを防ぎながら 1460° 以上に加熱し

Fig. 1 Melting method of Si to Pb.

逐次溶融して Pb と合金するようにし、しかる後鎮静後鑄型に鑄込む。

2. 合金中の Si 含有量

Pb 中の Si 含有量は従来公知の分析法によつて求めた。Si の添加量と含有量との関係は Table 1 に示す。

Table 1 Relation of added Si % and chemical analysis Si % in Pb.

Added Si (%)	0.02	0.05	0.08	0.10	0.15	0.20	2.00
Chemical analysis Si (%)	0.008	0.010	0.012	0.014	0.017	0.035	0.850*

* Water quenched sample from 1460°.

3. 試験片

本実験に使用した試験片の組成は、Pb の他、Pb 中に Si を 0.008, 0.010, 0.012, 0.014, 0.017, 0.035 % を含有する 6 種とし、それぞれの鑄放し材、押出材を用いた。

鑄放し材の試験片は 180° に予熱した金型に鑄込み、試験片寸法は直径×標点距離を 14φ×50 mm とし、JIS 4 号試験片に準じた。

押出し材の試験片は常温で加工率 95 % とし直径×標点

** 武蔵工業大学工学部

* 1952 年 4 月本会東京大会に一部発表

(1) H. Moissan, F. Siemens: Ber. dtsch. Chem. Ges., **37**(1904), 2086; C. R. Acad. Sci. Paris, **138**(1904), 657; S. Tamaru: Z. anorg. allg. Chem., **61**(1909), 42; L. Baraduc-Muller: Rev. Mét., **7**(1910), 690; E. R. Jette, E. B. Gebert: J. Chem. Phys., **1**(1933), 754.

距離を $5\phi \times 40\text{ mm}$ とし, JIS 2号試験片に準じた。

4. 実験方法

鑄放し材および押出し材はいずれも引張り強さ, 伸び, 絞りの測定に使用し, 引張り速度はそれぞれ 4 mm/min および 2 mm/min に一定して実験を行った。

III. 実験結果と考察

1. 鑄放し材の引張り性

鑄放し材の鑄込み温度による引張り強さの変化は Fig. 2

Fig. 2 Relation between tensile strength and casting temperature on Pb and Pb alloys containing Si.

Fig. 3 Tensile properties of as cast and extrusion samples of Pb containing Si.

に示す。この実験で最大の引張り強さを示す温度で鑄造し引張り性を求めた値を Fig. 3 に示した。

引張り強さは S 含有量の増加とともに大きくなり, その向上率は Si 0.008~0.017% の範囲に大きく, それ以上の Si 含有量に対しては向上率は小さい。伸びは引張り強さと同傾向を示して Si 含有量とともに増加する性質を示す。絞りは Si 含有量の増加につれてわずかながら向上する傾向に

ある。破断部はいずれも針状となり断面積の測定は困難であつた。

2. 押出し材の引張り性

押出し材の引張り性は Fig. 3 に示した。引張り強さは Si の含有量の増加とともに大きくなり, その傾向は鑄放し材と類似はしているがその値はいずれも鑄放し材より劣る。伸びと絞りは 0.008% までの Si 含有量のときに向上し, それ以上の含有量に対しては低下の傾向を示し, 鑄放し材とその傾向を異にしている。

以上のように鑄放し材と押出し材との引張り性に差を生ずる原因について顕微鏡組織より比較検討してみると, Photo. 1~4 のような組織上の差があることが明らかになった。Photo. 1 は Si 0.007% を含有する合金の試料の周縁部の組織であつて, 最初金型に鑄込みある程度の急冷をうけた試料を 250°C , 3 hrs 加熱徐冷したもので双晶が見られる。

Photo. 2 は Si 0.014% を含有する合金の鑄放しの組織であり, Si あるいは Si を主体とする金属間化合物とも考えられる粒状物が散在している。

Photo. 3 は Photo. 2 と同組成のものであるが, 鑄造材を 280°C で 120 hrs 加熱保持し 70 hrs を要して徐冷した組織で応力が除去され安定化した状態になり, 白色鱗片状の析出物が見られる。

Photo. 4 は鑄造材を常温で加工したものであり, Si 系の粒状物が破壊分散されるとともに析出物も微細化して分散している。Si 系粒状物は加工によつて微細化した点より見ると脆い性質を有するものと思われ, これが matrix 中に分散したために伸びと絞りがともに低下したのではないかと考えられる。

Fig. 4 Hardness of as cast and extrusion samples of Pb containing Si.

以上引用した組織は Si 0.014% を含有する組成のものを主体とするものであるが, 他の組成の場合についても類似の傾向を示している。

次に, 硬さにつ

いて見ると

Fig. 4 に示したように押出し材は鑄放し材に比較して低下しており, 加工軟化の現象を呈し引張り

Photo. 1 Si 0.007% 250°C , 3 hrs keep and slow cooled.

Photo. 2 Si 0.014% as cast

Photo. 3 Si 0.014% 280°C 120 hrs keep and slow cooled.

Photo. 4 Si 0.014% 95% worked.

性の劣化を裏付けていることがわかる。

以上よりして、引張り性は鑄放し材が良好なる結果を示しているといえる。

IV. 総 括

Pb に Si を添加した合金について、溶製法、引張り性について述べたが、主なる結果を要約すると次のようである。

(1) Pb 中に Si を含有させるには Pb 溶融中に Si 粒を押沈め、Si の融点以上に加熱保持することが合金を容易に作りうる一方法である。

(2) 鑄込み温度によつて鑄放し材の引張り性が変化することから組成に応じて適当な鑄込み温度を決定する必要がある。

(3) Si の添加量と含有量との間には相当の差があるので定量分析によつて含有量を知ることが必要である。この

ように添加量と含有量との間に差を生ずるのは Si の多くが溶融 Pb 上に浮上し合金しがたいためであるから、比較的多量に Si を Pb と合金させるには Si の溶融点以上より急冷することが望ましい。

(4) 鑄放し材および加工材ともに Si 0.008~0.017 % の範囲で引張り性に著しい変化が見られる。

(5) 鑄放し材は引張り強さ、伸び、絞りともに Si の含有量の増加とともに向上する。

(6) 加工材は鑄放し材に比して引張り性が劣り、伸びと絞りは Si 0.008 % 前後より低下して鑄放し材とその傾向を異にしている。

本研究の全般にわたり御懇篤なる御指導を賜つた東京工業大学教授森永卓一先生に厚くお礼を申し上げる。なお化学分析について御援助を賜つた東京工業大学助教授田代 勘先生および科学研究所平山和夫氏に厚く感謝申し上げます