

石川島播磨重工業 技研

氏家信久

○高橋功夫

## 1. 緒言

薄層化による純鉄の強度の上昇を調べることを目的として、鉄と鉄に対して殆ど溶解度のない銀とを積層・圧延して薄層化した鉄-銀多層材を得た。本報ではこの多層材についての機械的性質等と共に、これから推定される純鉄の強度と層厚の関係を報告する。

## 2. 実験方法

真空溶製した純鉄<sup>\*</sup> (0.009 C, 0.005 Si, 0.005 S, 0.009 Al, 0.0013 O<sub>2</sub>) 及び市販純銀 (99.99%) を使用した。0.85 mm厚の純鉄に0.12 mm銀メッキしたものと0.2 mm厚の純銀を重ねて、700~850°Cでの圧延を9回くりかえし層厚の異なった8種の試料を得た。この試料について (150°C, 200°C, 350°C, 550°C, 750°C) × 2 回の処理を行ない、それぞれMetallography, 引張強度を調べた。Metallography は光学顕微鏡及び電子顕微鏡 (レプリカ法), 引張試験はインストロンを用いた。

## 3. 実験結果と考察

i) As Rolled の各試料の鉄層厚を表1に、薄層化した代表的例を写真1に示す。

ii) 数 $\mu$ 以下の層厚では温度が上がると (550°C以上) 銀が球状化し始め各層厚は大きくなる。このことはIdealな計算では数Åの鉄層厚が得られる予定であったところ数百Åに止まったことの原因であると思われる。

iii) 数 $\mu$ 以下の鉄層は低温でBoundaryの曲率が大きくなり再結晶が早く進行することが察知された。

iv) 銀だけが再結晶すると考えられる温度 (150~200°C) で焼鈍した場合、鉄層が数 $\mu$ 以下のものにYield-drop があらわれて来て、且つAs Rolledの強度よりも大きくなり、その強度は鉄が再結晶するまで保持される。

表1. As Rolled の鉄層厚 ( $\times 10^4$  mm)

| 試料  | S 1 | S 2 | S 3 | S 4 | S 5 | S 6 | S 7 | S 8 |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 鉄層厚 | 410 | 63  | 9.1 | 2.5 | 1.4 | 1.2 | 0.9 | 1.3 |

v) 鉄層が数 $\mu$ 以下のものはYield-drop 後Lüders Band 発生直後又は伝播中にネッキングを起して破断するため、伸びは小さく、2~3%であった。

vi) 純銀の強度は層厚によって殆ど変化しないと仮定し、体積率から計算した純鉄の降伏強度を $\sigma_{LY}$ とし、鉄の層厚又は結晶粒径を $d$ とすればHall-Petch Relation  $\sigma_{LY} = \sigma_0 + k_y d^{-1/2}$  が成立する。これを図1に示す。 $\sigma_0 \approx 10 \sim 15 \text{ kg/mm}^2$ ,  $k_y \approx 0.85 \text{ kg} \cdot \text{mm}^{-1/2}$  である。

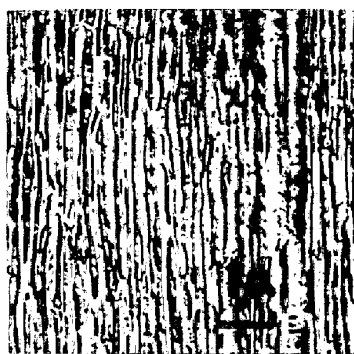


写真1. S 7, As Rolled (3%-Nital etch)

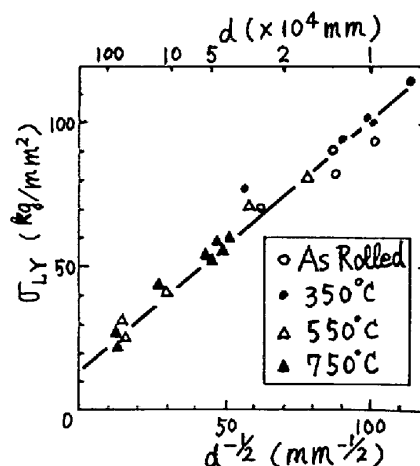


図1. 純鉄の降伏強度と層厚との関係

\* : 日本鉄鋼協会基礎共同研究会純鉄部会, 共通試料純鉄, #949

(i) : J. W. Beams, Structure & Properties of Thin Films, John Wiley & Sons, 1959, P.187