

129 超微小硬さ試験を利用したりん青銅の材料特性評価法

Evaluation Method of Material Properties for the Phosphorous Bronze Plate using Ultramicro Hardness Tester

○学 吉川 裕輔 (新潟大院) 正 石橋 達弥 (新潟大) 正 大木 基文 (新潟大)
 小野 恭史 (新潟大) 准 天野 裕久 (新潟大院) 正 藤塚 将行 (新潟大院)
 安田 守宏 (新潟大)

Yuusuke YOSHIKAWA Tatuya ISHIBASHI Motofumi OHKI Yasushi ONO Hirohisa AMANO,
 Masayuki FUJITSUKA Morihiro YASUDA:

Faculty of Engineering, Niigata University, Ikarashi 2-no-cho 8050, Niigata, 950-2181 JAPAN

Key Words: Ultramicro Hardness Test, Young's Modulus, Material Characteristics

1. 緒言

硬さ試験は簡便・迅速という点で工業界に幅広く利用されている材料試験方法である。近年の工業製品の微小化・薄膜化に伴い、それらの材料特性の評価に硬さ試験の重要性が認識されている。

本研究では焼鈍温度条件を変化させたりん青銅の薄板を試験片とし、三角錐圧子を用いた超微小硬さ試験を実施し、熱処理がりん青銅の機械的特性に与える影響を硬さおよびヤング率から評価した。また、熱処理されたりん青銅へめっきを施し、めっきの有無による特性の変化を検討した。

2. 実験

2.1 超微小硬さ試験機と圧子

本報の試験では、硬さ試験機として島津製作所製ダイナミック超微小硬度計 (DUH-201) を、また、圧子として稜間角度 115 度のベルコピッチタイプのダイヤモンド三角錐圧子を用いた。

2.2 試験片と試験条件

りん青銅板(株)原田伸銅所製(圧延率 30%、厚さ 0.3mm)を Fig.1 のような形状にカットし、100°C から 50°C 刻みに 450°C までの焼鈍を行い、それぞれの試験片とした。この厚さ 0.3mm の試験片に対して板厚方向に各 5 回づつ荷重 9.8mN, 4.9mN, 98mN の押込み除荷試験を行った。

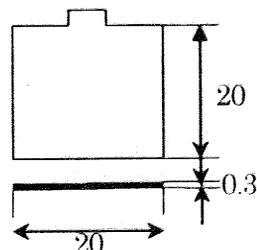


Fig. 1 Shape of a specimen

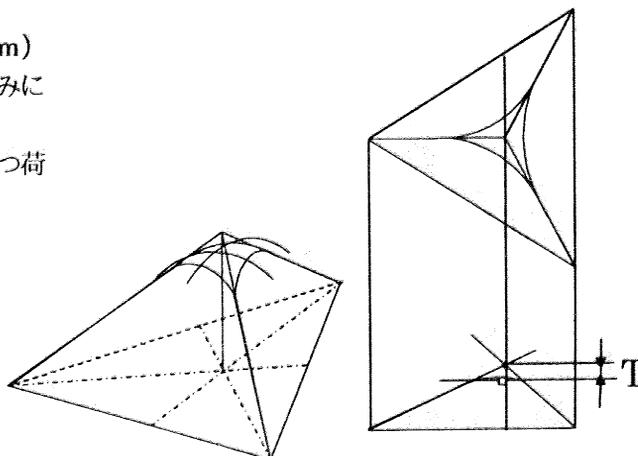


Fig. 2 Shape of the indenter and the truncation of the tip

また、試験終了後さらに電解めっきによるめっきを施した後、押込み除荷試験を行った。

3. ヤング率と硬さ算出

石橋ら¹⁾によって提案されている圧子先端部のトランケーション(Fig.2)とテスターの弾性変形量を含んだ三角錐圧子による押込み除荷試験理論式から、ヤング率および硬さを算出する式は、式(1)および(2)²⁾である。

$$E_s = (1 - \mu_s^2) / [3.72 \cdot \delta_{tr} \cdot \delta_{tr} / L_M - I(E)] \quad (1)$$

$$HV_{tr} = 0.0378 \cdot L_M / \delta_{tr}^2 \quad (2)$$

$$\delta_{tr} = \delta_t - \delta_E + T \quad \delta_E = C \cdot L_M$$

$$\delta_{tr} = \delta_t - \delta_E$$

C: Spring constant, L_M : Max. load

I (E): Elastic parameter of the indenter

T: Truncation μ_s : Poisson's ratio of the specimen

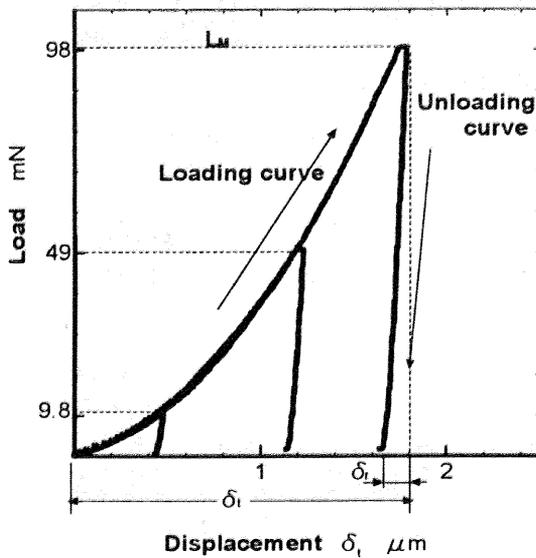


Fig.3 Loading and Unloading curves
($L_M=9.8\text{mN}, 49\text{mN}, 98\text{mN}$)

4. 結果と考察

4.1 押し込み曲線 (荷重-変位曲線)

Fig.3に450°Cにて焼鈍した試験片の押し込み除荷曲線を示す。石橋らの理論を適用し、測定曲線より硬さおよびヤング率を算出した。また、それぞれの表面状態をSEM (走査型電子顕微鏡) によって観察をした。

4.2 焼鈍温度に対する硬さと算出ヤング率の変化

Fig.4の結果より、試験片は250°C~300°Cの間で硬さは急激に低下している。これは銅の転移温度250°C⁴⁾にほぼ一致した。

また、ヤング率は焼鈍温度にかかわらずほぼ一定の値を示した。(Fig.5)

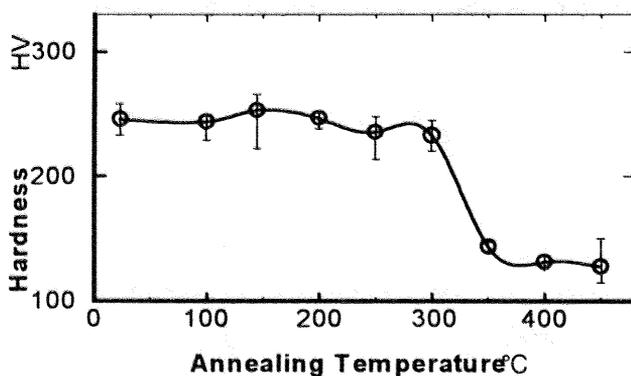


Fig.4 Relationship between Hardness and Annealing temperature

4.3 焼鈍温度に対するめっきの効果

焼鈍温度を変化させたりん青銅板に厚さ4μmの電解めっきを施し、押し込み除荷試験を実施した。その結果の一部をFig.6に示す。また、参考のために純Sn板(99.9%)の値を点線にて示す。押し込み荷重が高いほど母材の硬さの影響が現れるため硬さは高くなるが、 $L_M=9.8\text{mN}, 98\text{mN}$ の場合

はともに母材の硬さの変化(Fig.4)に対応していることがわかる。

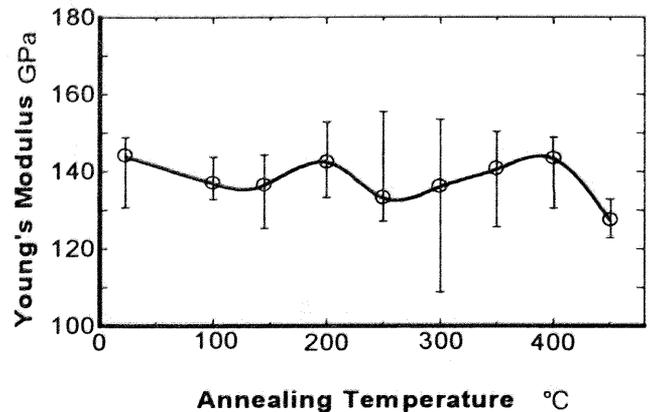


Fig.5 Relationship between Young's Modulus and Annealing Temperature

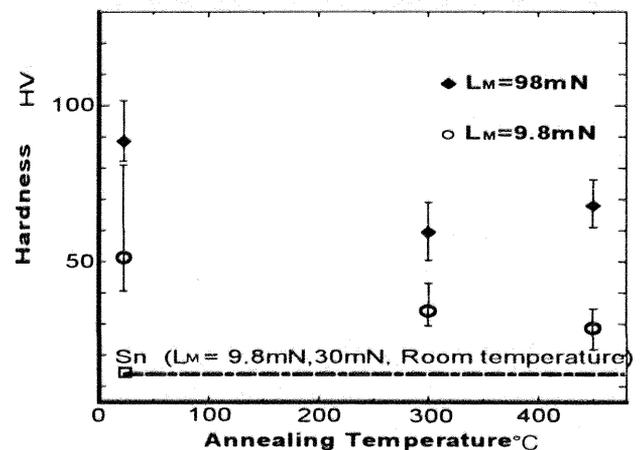


Fig.6 Relationship between Annealing temperature and coating Hardness

5. 結言

焼鈍によって、圧延加工で生じたひずみが緩和されることが超微小硬さ試験によって評価できることが確認された。また、ヤング率は焼鈍温度にかかわらずほぼ一定の値を示した。まためっきに対しても母材の影響を受けた結果が得られた。以上の結果を参考にすれば、極薄の試験片に対しても本方法を適用し材料特性を評価できることが確認された。

最後に試験片の提供と研究に対するご支援をいただいた(株)原田伸銅所、ならびに試験に関する協力をいただいた4年生の中福 頼綱君に感謝申し上げます。

〈参考文献〉

- 1) Ishibashi, Fujitsuka, Ohki:
J. Mater. Test. Res. vol. 46 No. 3 Jul. 2001
- 2) 研究ノート: (新潟大学、石橋)
- 3) 社団法人 金属表面技術協会: 金属表面・試験法ハンドブック
- 4) 日本機械学会: 技術資料 金属材料の弾性係数