

歯科用金属における時効硬化の再検証

中川隆志 Takashi Nakagawa 医療法人社 井上老人歯科勤務
福岡歯科技工士会九州支部所属 博多メディカル専門学校 非常勤講師

1 緒言

近年、CAD/CAM技術やプレッシャブルセラミックスの発達等により、技工士の原点ともいえる鋳造による金属成形が徐々に減少してきている。さらに鋳造までの技術に関しては論じられる機会があるが、鋳造後の熱処理に関してはあまり論じられていないように感じる。
特定の金属は時効硬化と呼ばれる熱処理によって、潜在的な性質を引き出す事ができる。なかなか臨床応用が難しい技術の一つではあるが、金属価格が高騰する今、金属の能力を最大限まで生かす時効硬化について再考すべきではないかと考え、硬度和適合性の観点から再検証した。

2 時効硬化とは

時効硬化とは限られた合金のみ与えられた性質で、熱処理を施す事によって目的に応じた機械的性質を得る事ができる。

具体的には鋳造時のひずみを除去し適合精度を向上させ、さらに硬さ、比例限、弾性率、引張強さ、耐力も向上する。

時効硬化性を発現させる為には、2種類の熱処理を行う必要がある。軟化熱処理と硬化熱処理である。

軟化熱処理：700 で10分加熱の後急冷することで、ひずみを取り除き均一な固溶体を作る。この操作により合金は硬さ及び引張強さが一旦低下する。

硬化熱処理：300 で20分加熱の後急冷することで、向上した適合精度はそのままに、失われた値以上に硬さ及び引張強さを回復する。合金の種類により、析出硬化や規則不規則相を利用して硬化を引き起こす。

時効硬化性を有する歯科用金属は以下の6種類である。

タイプ	合金名	タイプ	合金名	白金合金
金銀パラジウム合金	14-18K合金	金銀合金	陶材焼き付け用合金	

本実験では臨床利用の多い、タイプ 金合金と金銀パラジウム合金の2種類に関して実験を行った。

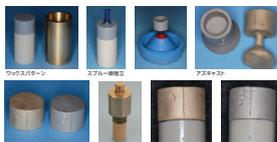
3 使用する材料及び器具

使用合金 金銀パラジウム合金 ジーシーキャスト/エムシーC株式会社(ジーシー)
タイプ 金合金: ADMタルボントールMPF(セゾン社)
AD規格No.22鋳体
鋳取り装置機: P KA SE KO LTD
リングファース 熱処理用電気炉 産業用設備
マイクロピッカース硬さ試験機: SH MADZU HMV 2000
金属顕微鏡: OLYMPUS
濃度調整台: エメリー研磨機 回転式/研磨台 MPA研究開発
電圧調整用工具一式



4 実験方法

- ADM規格No.22鋳体の原型型に合わせて、ワックスターンを2つ用意する。試験体原型型にある基準点に合わせてワックスターンにもマークを入れておく。スプーン線の直立位置は鋳造全量が多いため、溶液の長さや凝固時の均等冷却を考慮して中心に立てる。真周波数鋳造機によりタイプ 金合金、金銀パラジウム合金共に鋳造を行う。
- 必要最低限の内面のみ、気泡のみを除去し、アズキャスト状態でシロルダゲの浮き上がり量を読み取り顕微鏡にて測定する。試験体表面の酸化膜を除去するため、エメリー研磨機 回転式/研磨台にて研磨し、マイクロピッカース硬さ試験機を用いて硬さを測定する。荷重 300g 負荷時間 5秒で5カ所計測し、荷がしらい4カ所の平均値をもって硬さを定める。
- 軟化熱処理: 700 に設定したリングファースにて10分間入れ、氷水で急冷する。アズキャスト状態と同様に、浮き上がり量を読み取り顕微鏡にて測定し、マイクロピッカース硬さ試験機により硬さを得る。
- 硬化熱処理: 300 に設定した熱処理用電気炉にて20分間入れ、氷水で急冷する。前2回と同様に、浮き上がり量を読み取り顕微鏡にて測定し、マイクロピッカース硬さ試験機により硬さを得る。金属顕微鏡にて全表面の組成を観察する。



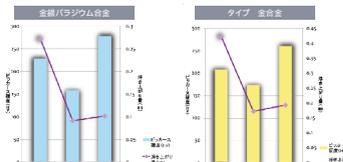
5 実験結果

アズキャスト、軟化熱処理後、硬化熱処理後それぞれにおいての浮き上がり量を以下の表に示す。また、次の計算式で膨張率を計算し、同様に表示する。

$$\text{膨張率 } S\% = \frac{L - L_0}{L_0} \times 100 (\%) = \frac{-2}{L_0} \tan^{-1} \times 100 (\%)$$

アズキャスト、軟化熱処理後、硬化熱処理後それぞれにおいてのピッカース硬度を以下の表に示す。

測定位置	アズキャスト		軟化熱処理後		硬化熱処理後	
	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差
1	171	10	171	10	171	10
2	171	10	171	10	171	10
3	171	10	171	10	171	10
4	171	10	171	10	171	10
5	171	10	171	10	171	10



6 考察

軟化熱処理により、金銀パラジウム合金では0.27 あった浮き上がり量が0.09 にまで改善され、タイプ 金合金においても同様に0.38 から0.15へと改善された。しかしピッカース硬度に関しては、金銀パラジウム合金で227.5HVから157.3HVへ、タイプ 金合金で206.5HVから171.5HVへと硬さは減少した。

続いて硬化熱処理により、浮き上がり量は金銀パラジウム合金で0.10、タイプ 金合金で0.17 と僅かな上昇が見られた。ピッカース硬度は金銀パラジウム合金で276.5HVへ、タイプ 金合金で299.5HVへと増加した。軟化熱処理を行う事で鋳造時の脆削が取り除かれ硬くなる事が、硬化熱処理を行う事で適合はほぼそのままでピッカース硬さがアズキャスト時に増加する事が改めて確認できた。

7 まとめ

今回、時効硬化について再検証を行った結果、金銀パラジウム合金、タイプ 金合金共に、適合精度が向上しピッカース硬度も増すという結果が得られた。この熱処理を行う事で適合が良くなり、硬さが増し長期安定性が期待され、金属材料の潜在能力を発揮できる。歯科医師、歯科技工士、患者にとって、三方よしの結果が得られる。

臨床応用が難しい技術ではあるが、海外技工や技工士の低価格化など問題が山積の技工業界で、改めて高品質な技工士に対する理解への一助とはならないだろう。