

平成12年1月11日

機能材料工学専攻	学籍番号	933224
申請者氏名	高橋 志郎	

指導教官氏名	小林 俊郎教授 新家 光雄教授 牧 清二郎助教授 福井 壽男助教授
--------	--

論文要旨(博士)

論文題目	歯科用銀パラジウム銅合金のミクロ組織と破壊特性
------	-------------------------

(要旨 1,200字程度)

我が国において、銀パラジウム銅合金は、インレー、クラウン、クラスプ、バーおよびブリッジ用の修復および補綴用の歯科用材料として広く用いられている。これらの合金は、咀嚼時に大きな応力が作用するため、しばしば破損する例が見られるなど、力学的特性への信頼性に欠けることが指摘されている。

歯科用合金として最適とされる金合金に比べて、延性では若干劣るものの、強度および硬さ等で金合金に匹敵あるいはそれを凌駕する性能を有する銀パラジウム銅合金を臨床に用いた場合に、なぜ上述のような破壊に至るかについて、引張試験、硬さ試験、疲労試験、ミクロ組織および铸造性などから多くの研究がなされてきた。しかし、これらの評価からでは、歯科用材料の破壊を説明するには不十分であり、より信頼性の高い歯科用材料の破壊の評価をする必要がある。そこで、歯科用材料の破壊の評価に信頼性の高い破壊力学を基礎とした破壊靱性値による評価を適用した。

また、本合金は、铸造性がやや劣ることや铸造の際に脱酸剤として添加される亜鉛が延性等を低下させることも指摘されているため、本研究では、铸造性を改善し、なおかつ延性等の低下を避けるために市販の銀パラジウム銅合金に対し、銅の添加量をAg-Pd-Cu系3元状態図上の過共晶領域まで増加させた合金および亜鉛を添加せずに銅の添加量のみを増加させた合金を試作した。さらに、これらの試作合金および市販合金に種々の熱処理を施し、引張試験および静的破壊靱性試験を行うとともに、さらに市販合金については動的破壊靱性試験も併せて行い、これらの合金の引張、静的および衝撃破壊特性に及ぼす熱処理条件の影響について検討した。その結果、次のことがわかった。

市販合金および両試作合金の引張強さおよび0.2%耐力は、溶体化まま材および溶体化時効材とも溶体化温度の上昇に伴い増加する。いずれの溶体化温度でも、溶体化時効材では引張強さおよび0.2%耐力は増加する。一方、伸びは溶体化まま材では、強度特性とは逆に、溶体化温度が高いほど低下する傾向にある。溶体化まま材では、溶体化温度の増加による固溶強化が、溶体化時効材では β 相の析出による析出強化がその強化機構である。

市販合金および両試作合金の静的破壊靱性値は、一部の例外を除いて強度特性と同様に、溶体化温度の上昇に伴い増加する傾向にある。これらの合金の静的破壊靱性値は、1073Kおよび1123Kで溶体化処理後、673Kで時効処理を施した場合に、特に著しく減少した。これは、粗大化した β 相が母材から剥離し、主き裂が剥離によって生じるポイドを連結するように進展するためであると考えられる。

市販合金の動的破壊靱性値は、溶体化温度の上昇に伴い増加する傾向にある。この動的破壊靱性値の傾向は、静的破壊靱性値の場合と大きく異なる。動的負荷条件下では、静的負荷条件下に比べてき裂先端での応力集中領域が極めて小さくなると考えられる。その結果、き裂先端の塑性変形領域の寸法は、静的負荷条件下での場合に比べて、動的負荷条件下の場合に極めて小さくなることで、塑性域内に含まれる結晶粒の数が極めて少なくなり、そのため、塑性域内に含まれる結晶粒界が極めて少なくなり、結晶粒界の破壊靱性値への影響が小さくなるため、静的破壊靱性値の場合と異なり、動的破壊靱性値は強度特性と同様の傾向を示したと考えられる。

引張強さ、伸びおよび最大の静的破壊靱性値は試作合金でより大きい。0.2%耐力は市販合金でより大きい。市販合金では1073Kが、試作合金では1123Kが強度、延性および靱性ともに優れる最適溶体化処理温度であると考えられる。特に、溶体化まま材は時効工程を省略でき、より有効な熱処理であると言える。