

主 論 文 要 旨

2011年 9月 22日

論文題名

Fatigue and Fracture Behaviors of Two Different Amorphous Alloys in High Cycle Regime

ふりがな ちょう えんびん
学位申請者 ZHANG YANBIN

主論文要旨

Amorphous alloys in the form of thin ribbons, foils and wires have already been produced in 1960 through rapid quenching with extremely high cooling rate, such as 10^6 K/s. It is strongly expected that amorphous alloys can be applied to mechanical components for their distinct properties, such as high strength, high hardness, large elastic deformation, excellent wear resistance and excellent corrosion resistance. However, due to the size and form of amorphous alloys, it is very difficult to use them as the large-size mechanical components. Until early 1990s, several bulk amorphous alloys were developed at the cooling rate less than 10^3 K/s. Subsequently, these bulk amorphous alloys were applied to mechanical component, such as sports goods, medical devices and so on. In the case of actual use of amorphous alloys as mechanical components, their mechanical properties should be evaluated as fundamental design data. Thus, the mechanical properties of amorphous alloys have been investigated by many researchers in recent years. However, at the present, the research on fatigue properties of amorphous alloys is still at the initial stage. In such a background, fatigue tests for two kinds of amorphous alloys were carried out to clarify their fatigue properties and fracture mechanisms.

The main results obtained in this research are summarized as follows;

1. The tensile strength of the $\text{Fe}_{78}\text{B}_{13}\text{Si}_9$ amorphous metal gives a high value of 2187 MPa. However, the fatigue strength ratio of the amorphous metal is very low as 0.06-0.09.
2. The fatigue life distribution of the $\text{Fe}_{78}\text{B}_{13}\text{Si}_9$ amorphous metal can be well governed by the normal Weibull distribution and mixed-mode Weibull distribution.
3. The $\text{Zr}_{55}\text{Al}_{10}\text{Ni}_5\text{Cu}_{30}$ bulk amorphous alloy has the fatigue limit of 700 MPa and the fatigue strength ratio of 0.38.
4. Multi-facet region, stable crack propagation region and instantaneous fracture region can be observed on the fracture surface of the bulk amorphous alloy.
5. The fatigue fracture toughness of the bulk amorphous alloy is in the range of 20-29 $\text{MPa}\cdot\text{m}^{1/2}$. The fatigue crack growth behavior is well represented by Paris' law with constants $C=3.48 \times 10^{-10}$ and $m=2.42$, respectively.

主 論 文 要 旨

2011年 9月 22日

論文題名

高サイクル域における2種類のアモルファス合金 の疲労破壊挙動

ふりがな ちょう えんびん
学位申請者 ZHANG YANBIN

主論文要旨

薄膜リボン、薄片、細線状のアモルファス合金は、 10^6 K/s という極めて高い冷却速度条件下で急冷することによって、すでに1960年代に作製されている。アモルファス合金は、高強度、高硬度、高延性、および良好な摩耗特性、耐食性などの優れた性質を有しているため、機械部品への応用が期待されている。しかしながら、アモルファス合金の大きさや形状に制約があるため、大型機械部品への適用は極めて困難である。1990年の初頭には、 10^3 K/s 以下の冷却速度においても作製可能な複数のバルクアモルファス合金が開発された。その後、これらのバルクアモルファス合金は、スポーツ用品、医療機器などに適用された。アモルファス合金を機械構造部品として実際に使用する場合には、それらの機械的特性について基本的設計データに基づいて検討すべきである。したがって、近年、アモルファス合金の機械的特性については多数の研究者によって検討されている。しかしながら、現在、アモルファス合金の疲労特性に関する研究はいまだ初期段階にある。このような背景から、2種類のアモルファス合金の疲労破壊挙動を解明するため、疲労試験を実施した。

本研究で得られた結果を以下に示す。

1. $\text{Fe}_{78}\text{B}_{13}\text{Si}_9$ アモルファス合金の引張強度は 2187MPa という高い値を示した。しかしながら、アモルファス合金の引張強度に対する疲労強度の比は $0.06\text{-}0.09$ と極めて低いものである。
2. $\text{Fe}_{78}\text{B}_{13}\text{Si}_9$ アモルファス合金の疲労寿命分布は、単一ワイブル分布および混合ワイブル分布により支配される。
3. $\text{Zr}_{55}\text{Al}_{10}\text{Ni}_5\text{Cu}_{30}$ バルクアモルファス合金の疲労限度は 700MPa であり、引張強度に対する疲労強度の比は 0.38 である。
4. バルクアモルファス合金の破断面には、複数のファセット領域、安定き裂成長領域、最終破断領域が観察された。
5. バルクアモルファス合金の疲労破壊じん性値は、 $20\text{-}29 \text{MPa}\cdot\text{m}^{1/2}$ の範囲にある。また、疲労き裂成長挙動は、 $C=3.48 \times 10^{-10}$ 、 $m=2.42$ の定数をもつパリズ則で表わされる。