

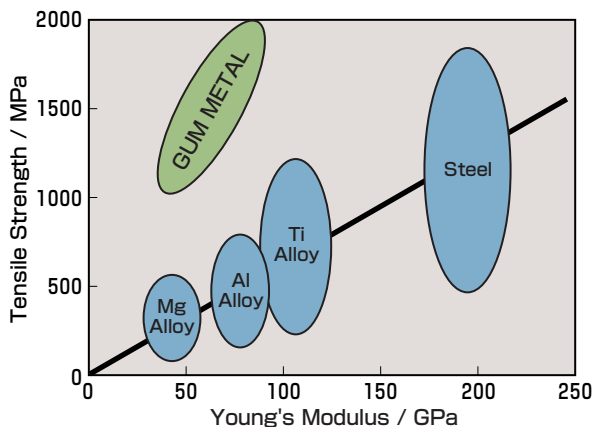
超弾塑性型チタン合金「ゴムメタル®」

株式会社 豊田中央研究所

1 概要

ゴムメタルは、これまでの金属材料では実現できなかった、低ヤング率化と高強度化を両立させた、新しいチタン合金です(図1)。この合金は、一般の金属材料よりも約一桁大きい弾性変形能(2.5%)を有する「超弾性的性質」と、室温で99.9%以上の冷間加工が可能な「超塑性的性質」とを併せ持っています。さらに、簡単な熱処理により、その強度をチタン合金としては世界最高値(抗張力2000MPa)まで高めることが可能です。

【図1】従来の金属材料に対する、ゴムメタルのヤング率と強度の位置付け

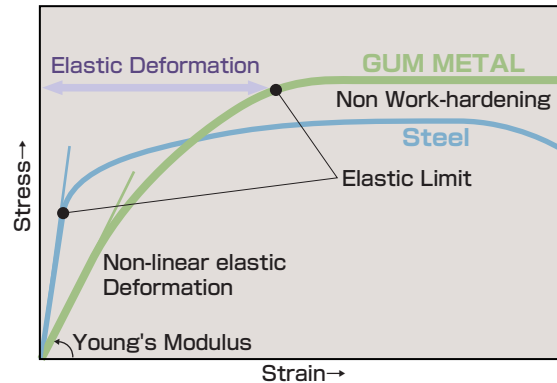


2 特徴

ゴムメタルは、体心立方構造をもつβ型チタン合金に属し、基本的には、 $Ti_3(Ta, Nb, V) + (Zr, Hf, O)$ と表示される組成です。また本合金は、通常の溶解法では、マクロ偏析が著しく、均質化する事が困難であるため、焼結法により製造されます。

ゴムメタルは、溶体化状態でも相当低ヤング率(70GPa)ですが、冷間加工を施しますとヤング率はさらに低下すると同時に、これまで金属の常識と考えられてきた「フックの法則」が成り立たなくなります。すなわち、弾性定数が一定値ではなく、非線型弾性変形挙動を示し、ヤング率は大きく変化(20Gpa~60GPa)します。同時に降伏強度が著しく向上する結果、超弾性的な性質が発現します(図2)。

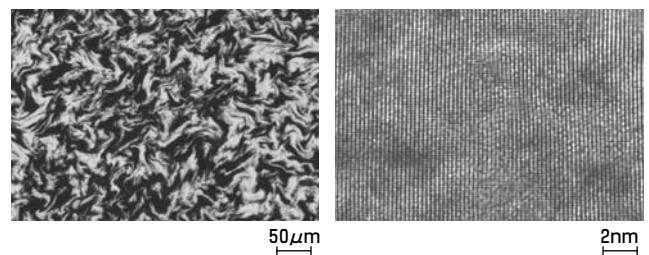
【図2】ゴムメタルの応力-ひずみ線図



また、室温でいくら強加工を行っても、全く加工硬化しないため、どこまでも変形させることができます。

このようなゴムメタルの特異な機能は、それが持つ不思議なナノ構造に起因しています。すなわち、強加工後も「転位」や「双晶」は観察されず、フラクタル的な階層構造の離散的なひずみ場を内包するマーブル状の組織に変化すると共に、結晶格子が大きく湾曲している(図3)ことから、従来の金属材料とは異なる未知の塑性変形メカニズムが働いていると推定しています。

【図3】ゴムメタルの光学顕微鏡組織(左)と高分解能電子顕微鏡組織(右)



3 応用

以上のような、金属らしからぬ数々の性質を持つことから命名されたゴムメタルは、実用的にも無限の可能性を秘めた新素材です。既に商品化された眼鏡フレーム、精密ネジをはじめ、自動車部品、医療機器、スポーツ用品、装飾品、宇宙航空など、幅広い分野での応用展開が考えられます。