

## チタンホウ化物粒子を複合化した超高ヤング率鋼

構造用材料研究室 田中浩司

## Ultra High Modulus Steel Reinforced with Titanium Boride Particles

Kouji Tanaka

## 1. 開発の目的

多くの機械部品は、実際の応力環境に必要な剛性を確保できるよう、最適形状に設計されている。現用の構造用鋼のヤング率は200GPa余りではば一定なため、剛性を保ちながら小型軽量化することは難しい。また、回転部品では高速化と低振動化が求められるが、ヤング率はその共振周波数を決める最も重要な材料特性でもある。本研究は、ヤング率ならびに比ヤング率に優れ、しかも実用的な強度特性と部品製造性を合わせ持った高ヤング率鋼の開発を目的とした。

## 2. 開発の手法

金属材料を等方的に高ヤング率化するためには、原子間結合力がはるかに大きい強化相を複合化することが唯一の手段となる。ところが強化相として有望な炭化物、ホウ化物などが熱力学的に安定でなく、3元化合物への相変化や異種原子の固溶を起こすと、そのヤング率は著しく低下してしまう。特に鉄鋼材料中では、低ヤング率な一部の炭化物のみが安定とされており、強化相や粒子の複合化によってヤング率を画期的に向上させた例はなかった。

著者らは、チタンホウ化物 $TiB_2$ が高ヤング率かつ低比重ながら、炭素を含まないFe合金中で熱力学的に極めて安定であり、高ヤング率化のための強化相として最適なことを見出した<sup>1,2)</sup>。

また、安価な原料から微細な $TiB_2$ 粒子を合成させつつ、Fe合金マトリックスに複合化する基本プロセスを提案し、汎用的な製造工程で部品化が可能なことを示した<sup>3)</sup>。

## 3. 開発鋼 (HMS) のヤング率と実用化開発

Fig. 1に、Fe-17Cr合金をマトリックスとするHMSのヤング率・比ヤング率と $TiB_2$ 体積率との関係を、理論値と比較して示す。いずれも、体積率とともに連続的に向上し、計算値とよく一致する。このことは、 $TiB_2$ 粒子がマトリックス中で粒子本来の高ヤング率(550GPa)を維持し、高剛性化に有効に寄与していることを示している。また、低比重(約4.5)な $TiB_2$ により平均密度が低下するため、比ヤング率の向上度合いはいっそう大きい。溶解鑄造法では、粒子量として25vol%程度までが溶解可能な範囲であるが、焼結法では40vol%以上の複合化が可能であり、ヤング率は最大340GPa、比ヤング率は従来鋼の2倍を超える。

開発鋼(HMS)は安価な原料を利用した粉末冶金法や溶解鑄造法によって、部品形状に成形することが可能である。Fig. 2はHMSの試作部品例である。現在これらの部品各々に対し、必要材料特性を満足させるための製造工程の確立を目標として、実用化開発を進めている。

## 参考文献

- 1) 田中浩司, 大島正, 斎藤卓: 鉄と鋼, 84-8(1998), 586
- 2) Tanaka, K., Saito, T.: J. Phase Equilibria, 20-3(1999), 207
- 3) 田中浩司, 大島正, 斎藤卓: 鉄と鋼, 84-10(1998), 747

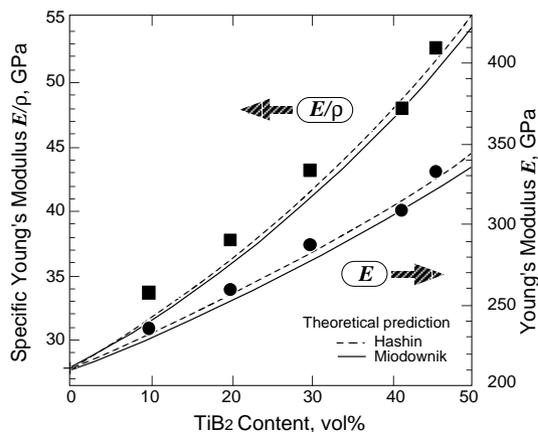


Fig. 1 Change in Young's modulus of HMS with  $TiB_2$  content.

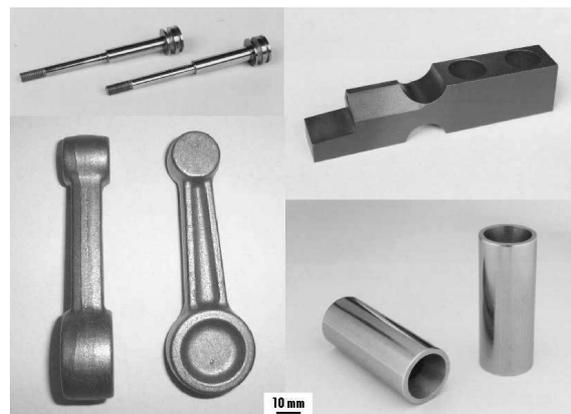


Fig. 2 Trial HMS parts.

(1999年12月22日原稿受付)