

## バナジウム炭化物含有鉄系低熱膨張材料の開発 ---耐摩耗性と低熱膨張のふたつの特性を有する鉄系材料の開発---

キーワード：球状炭化物、バナジウム炭化物、低熱膨張、耐摩耗性、炭化物球状化処理

### 1. はじめに

当研究所では、鉄(Fe)-炭素(C)-バナジウム(V)系組成において、晶出するV炭化物を球状化することに成功し、その技術を応用して靱性と耐摩耗性を有する白鑄鉄を開発しました。このV炭化物の球状化処理技術を更に白鑄鉄以外の異なる基地の材料に適用して、複数機能を有する新たな材料の開発を続けています。(当所テクニカルシート 5004、7002 参照)

近年精密機械や金型に高精度化が求められるに伴い、温度の変動による寸法変化をできるだけ小さくしたいとの要請があります。このため使用する材料に低膨張材料を用いる傾向があります。

しかし、従来の低膨張材として知られているインバー合金(Fe-ニッケル(Ni)合金)やスーパーインバー合金(Fe-Ni-コバルト(Co)合金)は軟らかく、耐摩耗性が乏しいという欠点があります。この点を改善するため、今回、上記のV炭化物の球状化処理技術をインバー合金やスーパーインバー合金に適用しました。

その結果、それらの合金基地中にV炭化物を球状に晶出・分散させることに成功しました。開発した球状V炭化物含有高Ni-Co鉄基

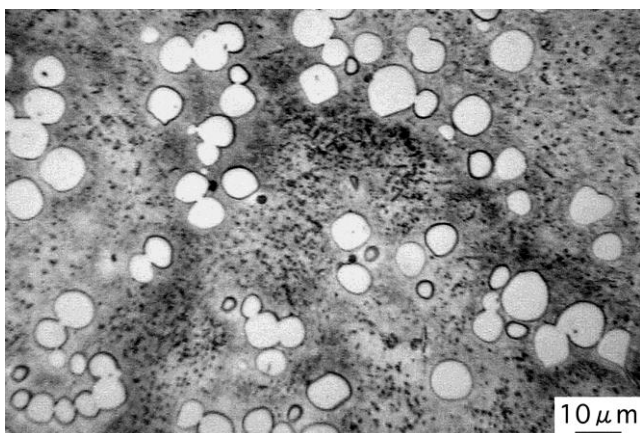


図1 球状バナジウム炭化物含有鉄系低膨張材の顕微鏡組織

合金が低膨張性を示すとともに、すべり摩耗において、従来の低膨張材に比較して優れた耐摩耗性を有していたことを報告します。

### 2. 組織と特性

図1に試料の鑄放しでの顕微鏡組織を示します。目標組成は2.7%C-12.8%V-33%Niで、Ni-5%Mg合金添加によりV炭化物の球状化処理を施しています。V炭化物はよく球状化していることが観察されます。硬さはHRC21(ビッカース硬さ換算HV243)で、比較材として用いたインバー合金、スーパーインバー合金および黒鉛鋼系低膨張材の換算硬さがそれぞれHV117, 130, 160であったことから、球状V炭化物の分散により硬度が上昇していることが理解されます。熱膨張率はJIS G5511鉄系低膨張鑄造品に規定されています323K-373K間の平均線膨張係数が鑄放しで $5.32 \times 10^{-6}/K$

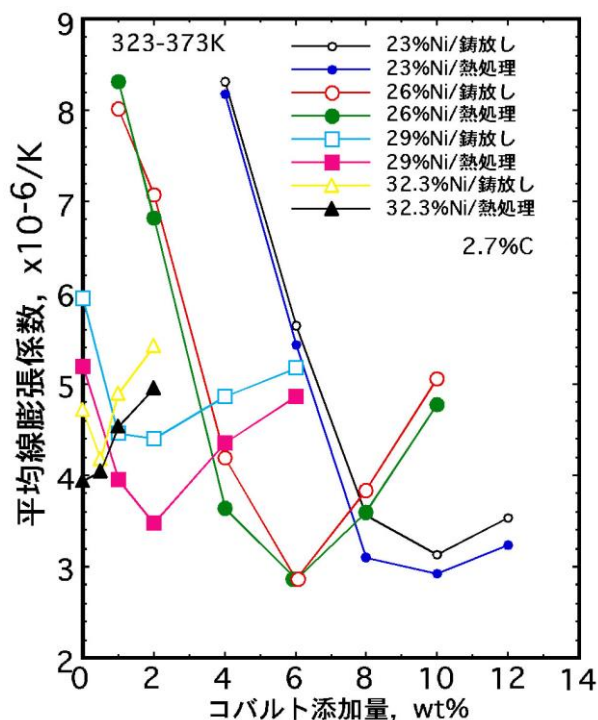


図2 平均線膨張係数に及ぼすCo, Ni量の影響

でありました。

一般的な材料である鋼、ステンレス鋼、アルミニウム合金について、前述の温度域とほぼ同じ領域におけるそれらを記しますと、それぞれ約  $11\text{--}12 \times 10^{-6}/\text{K}$ 、約  $20 \times 10^{-6}/\text{K}$ 、約  $19\text{--}23 \times 10^{-6}/\text{K}$  であります。これらの値と比較しますと十分に低い値ですが、低膨張材としてはやや大きな値に留まっています。

そこで更に低い平均線膨張係数達成を目的として Ni だけでなく Co も添加して試料を溶製して平均線膨張係数を調査しました。その結果を図 2 に示します。それぞれの Ni 系列において、Co 量の増加とともに平均線膨張係数は最低値を示すことが認められ、26%Ni-6%Co あるいは 23%Ni-10%Co で約  $3 \times 10^{-6}/\text{K}$  の平均線膨張係数が得られています。

図 3, 4 に大越式摩耗試験機を用いたすべり摩耗による摩耗体積に及ぼす負荷荷重および摩擦速度の影響を示します。

比較試料として、軟鋼の SS400 と市販の黒鉛鋼系低膨張材についても同条件で試験した結果を示します。これより、開発した球状 V 炭化物を含有する低膨張材料は、インバー合金やスーパーインバー合金に比較してすべり摩耗において極めて優れた耐摩耗性を示すこ

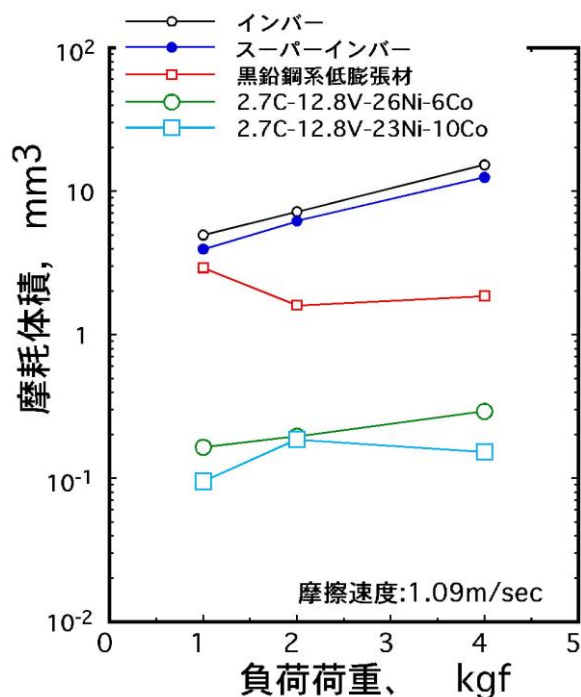


図 3 摩耗体積に及ぼす負荷荷重の影響

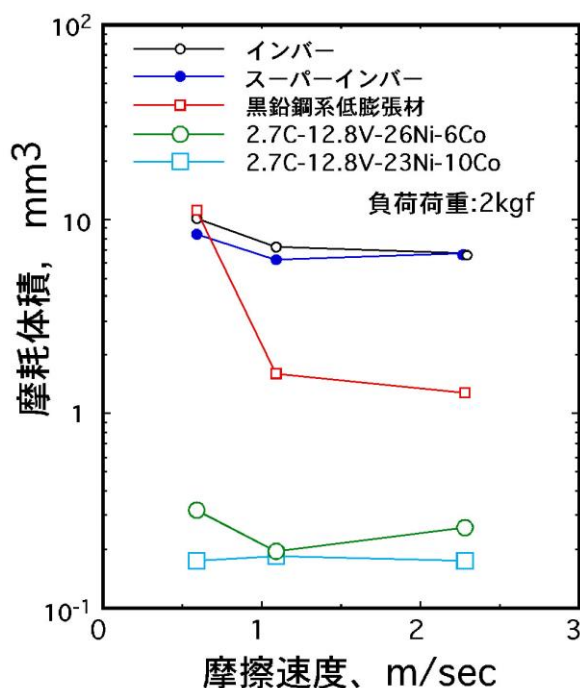


図 4 摩耗体積に及ぼす摩擦速度の影響

とがわかります。これに対して、市販の黒鉛鋼系低膨張材は、インバーなどよりも高負荷荷重側でやや優れた耐摩耗性を示しますが、これは黒鉛の存在による潤滑効果によるものと考えられ、摩擦速度が速い条件下で耐摩耗性が良好であったことから理解されます。

球状 V 炭化物含有低熱膨張材はいずれのすべり摩耗条件下でも摩耗体積は低く、かつ大きな変動が認められず、優れた耐摩耗性を示します。

### 3. まとめ

球状バナジウム炭化物をニッケル、コバルトを添加した低熱膨張の基地に晶出・分散させることにより、耐摩耗性に優れ、かつ低熱膨張性を示す材料を開発することができました。

本材料にご興味のある方は是非ご相談ください。