

## 球状バナジウム炭化物含有高マンガン鋳鉄材料の開発 ——耐摩耗性と非磁性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、高マンガン、非磁性、耐摩耗性、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、晶出するバナジウム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鋳鉄を開発しました。このバナジウム炭化物の球状化処理技術を更に白鋳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継続しています。

今回、オーステナイト系の耐摩耗材料として知られています高マンガン(Mn)鋳鋼組成を対象として、これにバナジウム炭化物を球状に晶出・分散させました。その結果、球状バナジウム炭化物含有高 Mn 鋳鉄が高 Mn 鋳鋼以上の耐摩耗性を有し、高 Mn 鋳鋼に必要であった水靱熱処理を施すことなく、鋳放しで非磁性を示したことを報告します。

### (2) 組織と特性

図 1 に試料の鋳放しでの顕微鏡組織を示しま

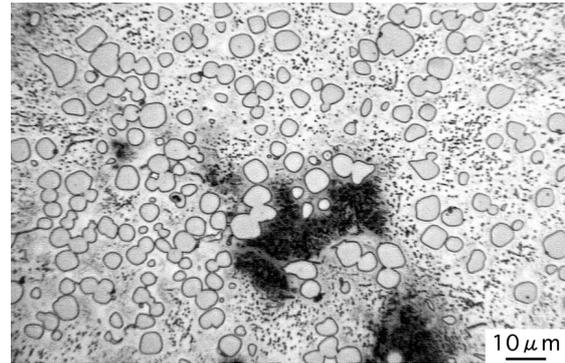
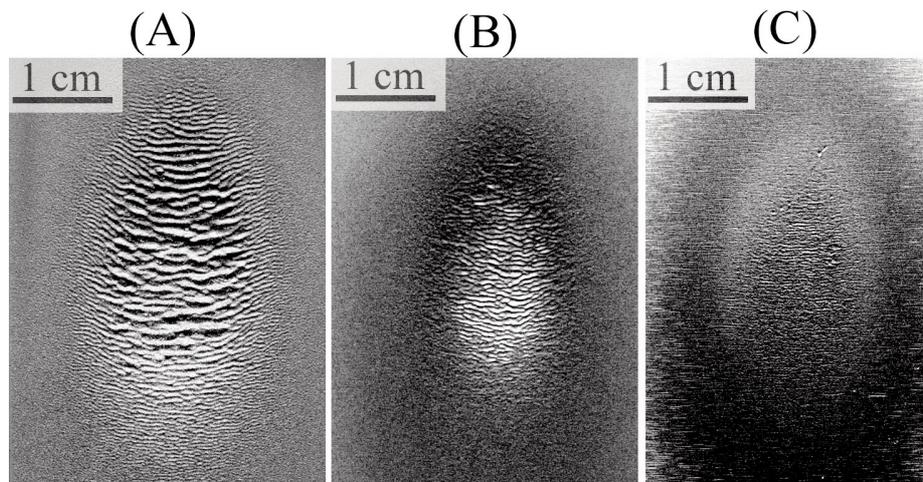


図 1 球状 VC 高 Mn 鋳鉄材料の顕微鏡組織

す。目標組成は 3.0%C-12.8%V-13%Mn で、Ni-Mg 合金によりバナジウム炭化物の球状化処理を施しました。バナジウム炭化物はよく球状化していることが観察され、冷却徐冷中に析出する鉄炭化物は基地には認められません。このことは X 線回折結果からも明らかで、認められる相はバナジウム炭化物( $V_8C_7$ )とオーステナイト相のみでした。硬さは 32.0 HRC で、シャルピー衝撃値は  $9.8\text{J}/\text{cm}^2$  (U-notch) で



A: 軟鋼 SS400:重量減少: 1.48 g

B: 高 Mn 鋳鋼: 重量減少: 0.48 g

C: 開発材料: 重量減少: 0.0434 g

図 2 粒子噴射摩耗試験後の摩耗痕の比較

した。

図2にサンドブラストを用いた粒子噴射摩耗試験後の摩耗痕形態を示します。試験に使用した粒子は180 $\mu$ 径のスチールショットで噴射圧力0.466MPa、噴射角度30度、噴射時間1.8ks、噴射量3.57 $\times 10^{-2}$ kg/s、ノズル径7 $\times 10^{-3}$ m、ノズル・試料間距離5 $\times 10^{-2}$ mです。比較材料のひとつである軟鋼SS400では著しく大きく、かつ深い摩耗痕が認められます。もう一つの耐摩耗材料の高Mn 鋳鋼SCMnH2においてもこの試験条件下では摩耗痕が明瞭に認められます。一方今回開発しました球状バナジウム炭化物鋳鉄材料では摩耗痕は認めがたいものになっており、耐摩耗性が良好であることがよく理解できます。

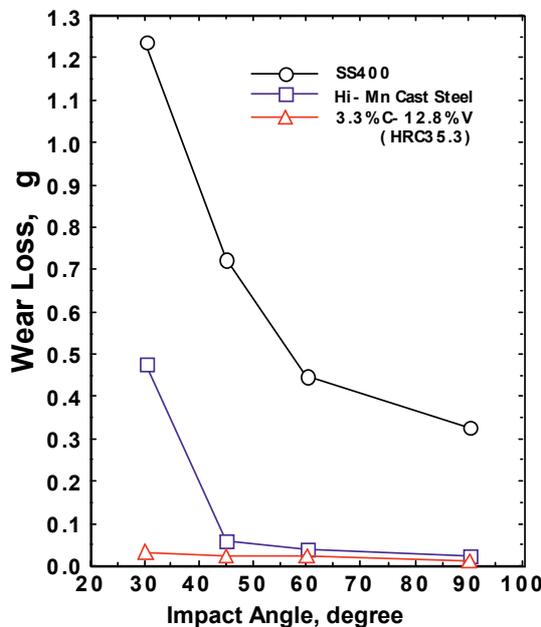


図3 摩耗減量に及ぼす噴射角度の影響

図3に摩耗減量に及ぼす噴射角度の影響を、比較材のSS400と高Mn 鋳鋼および球状バナジウム炭化物鋳鉄について示します。いずれの比較材においても噴射角度が30度から増大するにつれて摩耗減量は低下します。高Mn 鋳鋼は噴射角度が45度以上になると表面が加工硬化するためか、摩耗減量が著しく低下し、この角度以上では、耐摩耗材料の特徴を発現します。これに対して球状バナジウム炭化物高Mn 鋳鉄では噴射角度に関係なく、その摩耗減量は比較材と比べても著しく低い

値を示し、粒子噴射摩耗において優れた耐摩耗性を有しています。

図4に比透磁率に及ぼすV、C量の影響を印加磁界10kOe(7.96 $\times 10^5$ A/m)について示します。

V量が低下するとともに、またC量が高くなるほど比透磁率は高い値を示します。これは鉄炭化物の晶出によるものと考えられます。図1に示したようなオーステナイト基地にバナジウム炭化物が分散している試料であるV/Cの比が約4程度(例えば3%C-12.8%Vや2.7%C-10%Vなど)試料では比透磁率が1.002以下になります。非磁性材料として知られているオーステナイト系ステンレス鋼であるSUS304について測定すると溶体化熱処理後で比透磁率は1.0027であり、開発した材料は鋳放し状態でこれよりも低い値を示します。

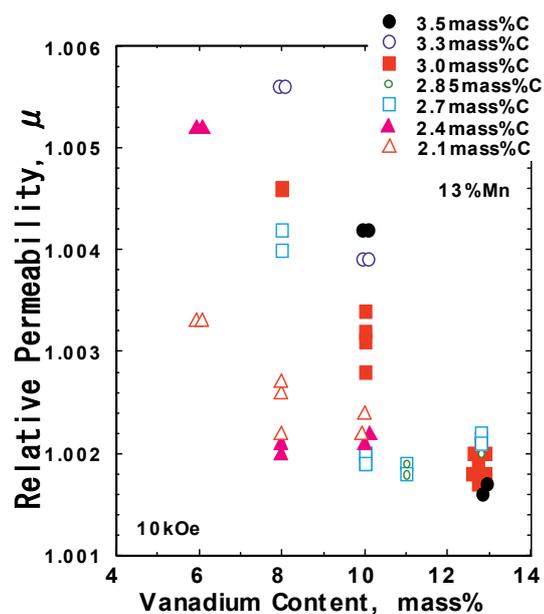


図4 比透磁率に及ぼすV量、C量の影響

### (3)まとめ

球状バナジウム炭化物を高Mn 鋳鋼組成の基地に晶出・分散させることにより優れた耐摩耗性を有し、かつ非磁性を示す材料を開発することができました。

開発しました材料にご興味のある方は是非ご相談ください。