

高バナジウム鑄鉄の晶出炭化物の球状化処理 ---靱性と耐摩耗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、靱性、白鑄鉄、耐摩耗性、球状化処理 アブレーション摩耗

1. はじめに

当研究所では、高炭素、高バナジウム量とした Fe-C-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ています。炭化物を球状化処理の有無の組織に及ぼす影響を図 1 に示します。微量遠心鑄造機を用いて全量 80 g を溶解したものです。炭化物球状化処理は Ni-Mg 合金を 5 % 添加しています。

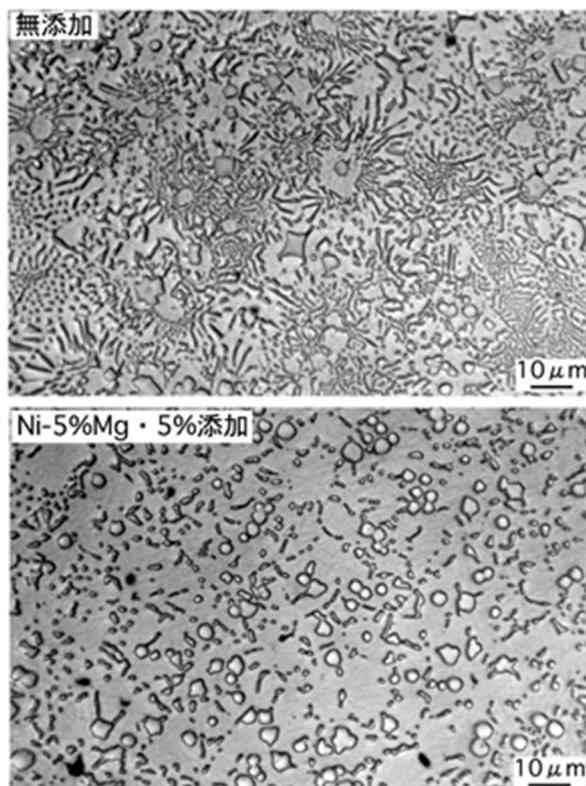


図 1 バナジウム炭化物形状に及ぼす球状化剤添加の影響

炭素量の少ない鋼では、析出する鉄炭化物やクロム炭化物を球状化する熱処理法はよく知られていますが、白鑄鉄のように炭素量の多い材料では初めての試みです。高クロム鑄鉄のような白鑄鉄では、炭化物量が鋼よりも多くなり、結果として非常に硬くなります。この硬さを利用して、激しい摩耗状況として

知られている土砂摩耗のようなアブレーション(擦過摩耗)分野で使用されています。しかし、白鑄鉄に見られる凝固時に晶出する炭化物は従来板状、針状となります。図 2 に示すように、この炭化物の形態が災いして白鑄鉄

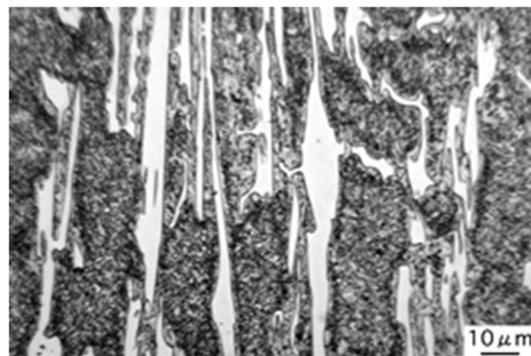


図 2 高クロム鑄鉄の炭化物組織

は非常に脆い欠点を持っています。この晶出炭化物は鋼における析出炭化物のように熱処理ではその形態を球状に変化させることができません。

用途

現在、鑄造材料等の素形材には、これまでのように単一の特性を満たせば、あるいは数値を向上させるだけでは不十分で、複数の機能・特性を有している鑄造材の開発の要請があります。上に述べた白鑄鉄において晶出する炭化物を球状にする技術を実用鑄物において実現できれば、耐摩耗性と靱性の両特性を有する鑄鉄が得られます。このバナジウム炭化物球状化処理を微量溶解ではなく、10 mm 厚 x 60 mm x 60 mm の板状で機械的性質・摩耗試験用試験片が 2 個採取できる容量 (2.5 kg) を溶解・処理しています。その組織写真を図 3 に示します。基地を鑄放しでベイナイト化するためにニッケル、モリブデンを添加しています。

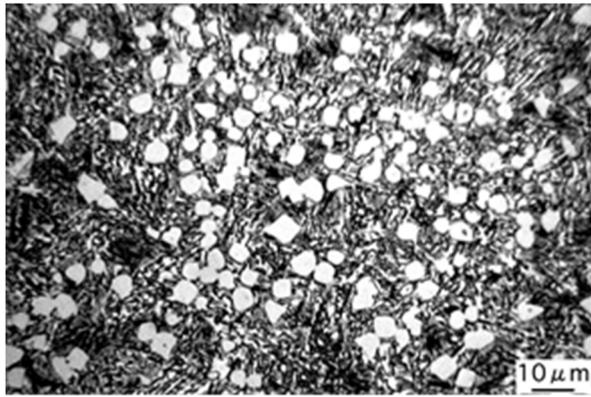


図3 実用鋳物を想定して溶製したペーナイト基地球状バナジウム炭化物鋳鉄組織

組成は 2.91 %C-12.2 %V-1.06 %Si-2.89 %Ni-0.49 %Mo です。Ni-Mg 合金を 1.2 %添加することにより炭化物は十分に球状化し、その球状化率を球状黒鉛鋳鉄の黒鉛球状化率測定法に準じて算出すると 98.3%となります。この数値は球状黒鉛鋳鉄の黒鉛球状化の規定に照らし合わせると球状化判定では合格の値です。鋳放し状態では基地は上部、下部ペーナイトの混在した組織となっています。このような炭化物球状化率と基地組織からなる試料では衝撃値が 20.6 J/cm² と白鋳鉄としては極めて高い値が得られています。

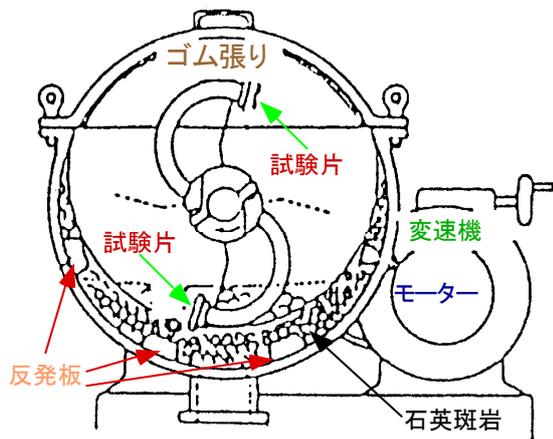


図4 衝撃摩耗試験機の模式図

図4にアブレイシブ摩耗試験機の一つの衝撃摩耗試験を示します。試験片をアームに取り付け、高速で回転させて、硬い石に衝突させて摩耗させる試験機です。この試験機で図3に示す試料の耐摩耗性を評価しました。SS400を比較材として何倍耐摩耗に優れてい

るかの指標(耐衝撃摩耗倍数)で示すと 4.31 にアブレイシブ耐摩耗材として従来使用されている高クロム鋳鉄の数値は耐衝撃摩耗倍数が約7程度です。この耐衝撃摩耗倍数が低い原因として、基地がペーナイトであり、硬さが HRC49 と低いためであると結論しています。耐衝撃摩耗倍数は硬さが増すとともに増加し、硬さと密接な相関を有しています。アブレイシブ耐摩耗材として従来使用されている材料の耐衝撃摩耗倍数7を満足させるには硬さが HRC60 程度必要であると考えられます。

そこで、高い衝撃値を示した鋳放しでペーナイト基地となる Ni, Mo を添加した試料とほぼ同じ組成の試料を 920 °C で 1 hr 保持後、強制空冷による焼準を施し、350 °C で焼戻処理しています。その顕微鏡組織を図5に示します。基地はマルテンサイト組織です。

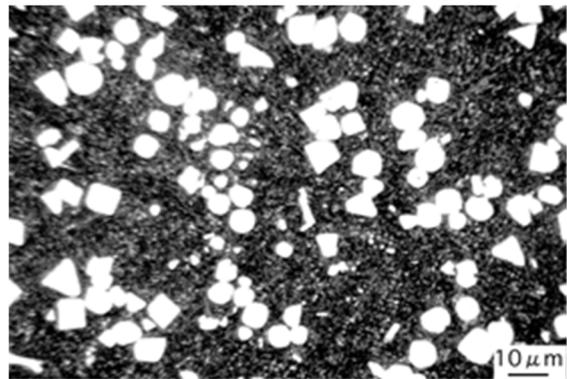


図5 マルテンサイト基地を有する球状バナジウム炭化物鋳鉄組織

この熱処理により硬さは HRC62 が得られました。耐衝撃摩耗倍数は 7.28 となり、摩耗特性の目標値である 20Cr 鋳鉄とほぼ同等の耐摩耗性を得ています。一方、衝撃値は 12.9 J/cm² と従来の耐摩耗材(2~3 J/cm²)には無い高い靱性値を示しています。

まとめ

以上より、靱性と耐摩耗性の両特性に優れた鉄系実用材料開発の手がかりが得られたことになり、現在多方面で実用化を目的として、試作・改善を重ねています。

刃物や耐摩耗性を要求される金型への適用を試みています。