

高強度焼結材の製造を実現する Ni フリー低合金鋼粉

J F E スチール(株)

1. 開発の背景

従来、自動車向けの鉄系高強度部品には 4%Ni 合金鋼粉 (Fe-4%Ni-1.5%Cu-0.5%Mo, 以下 4%Ni 粉) が広く用いられてきた。しかし、原料として使用される Ni 粉に関する供給不安や環境負荷への懸念を背景に、強度のみならず Ni 粉不使用化への要求も高まっている。このような状況に対応するべく、当社では新たに Fe-0.4%Mo 合金鋼粉をベースに、焼結促進による気孔微細化を志向した粒子構造適正化を取り入れた Ni フリー低合金鋼粉を開発した。

2. 開発のポイント

<粒子構造>

粉末設計の基本思想は、焼結促進による焼結体中気孔微細化と、それによる高強度化である。開発粉の粒子構造を、従来粉である 4%Ni 粉と比較して図 1 に示す。まず、ベースとなる純鉄粉の粒子を不定形化させることで焼結の駆動力となる粉末の表面積を増加させている。粒子の不定形化により粉末圧縮性の低下とそれによる焼結密度の低下が生じる。そのため、拡散付着合金化による圧縮性の向上と、銅粉の微粒化による焼結時の寸法膨張抑制を志向することで、密度低下を最小限に抑制している。

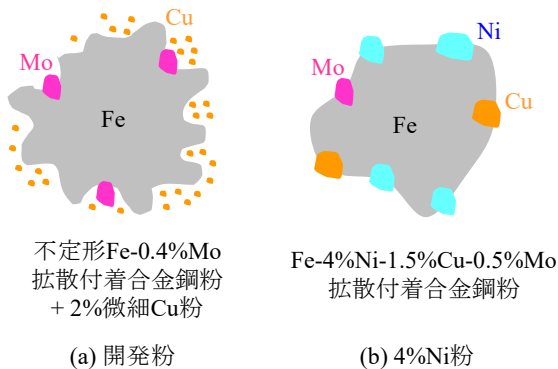


図1 開発粉と4%Ni粉の粒子構造

<焼結体気孔分布>

開発粉と 4%Ni 粉を用いて作製した焼結材のエッチングを行っていない微視組織を図 2 に示す。4%Ni 粉焼結材に対して、開発粉焼結材は粗大な気孔が減少している。気孔は微細なほど円形度が高くなり、焼結材に荷重がかかった際の気孔周辺での応力集中が緩和され、高強度化することが期待される。

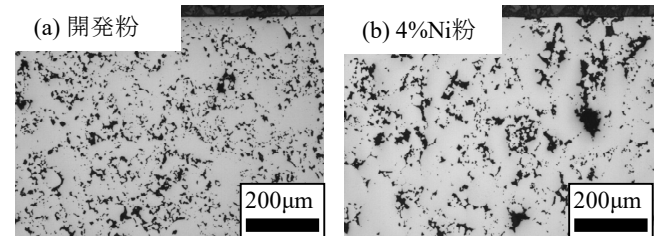


図2 開発粉と4%Ni粉の焼結微視組織 (エッチング無)

<機械特性>

開発粉および 4%Ni 粉を用いて作製した焼結・熱処理材の引張強さ、衝撃値を図 3 に示す。開発粉焼結・熱処理材は 4%Ni 粉焼結・熱処理材と比較すると、同一焼結密度で 100~140 MPa ほど高い引張強さを有している。また、衝撃値に関しても同一焼結密度で比較した場合、1~2 J cm⁻² ほど高くなっていた。4%Ni 粉焼結・熱処理材の微視組織は硬質マルテンサイトと軟質な Ni リッチオーステナイトから構成されており、後者が靱性改善寄与している。一方、開発粉焼結・熱処理材は硬質なマルテンサイトのみから構成されているものの、気孔が微細球形化することで変形時の応力集中を緩和し、高衝撃値となっている。

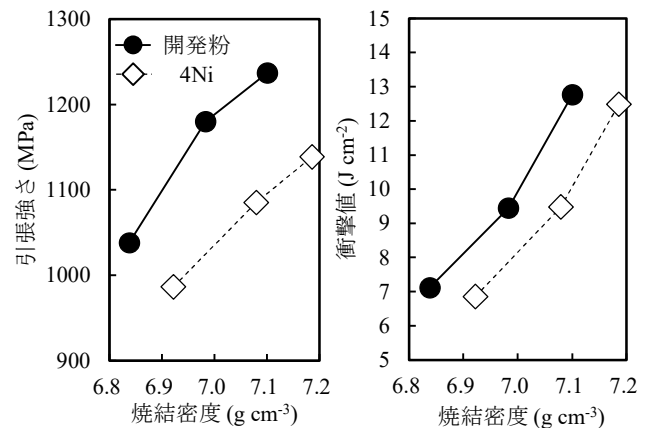


図3 開発粉と4%Ni粉の焼結・熱処理材機械特性

3. 開発の成果

開発粉を用いることにより、従来 4%Ni 粉と比較して、Ni 粉を使用しない省合金設計でありながら優れた機械特性を有する焼結・熱処理材が得られ、焼結・熱処理部品のコストダウンと環境負荷低減へ寄与することが出来た。