

高硬度・高密度・長寿命ショットピーニング投射材 FeCrB投射材

1. はじめに

燃費向上やCO₂排出量削減等の環境対応を背景に、ギヤやバネなどの自動車用部品には小型・軽量化が強く要求され、材料の高疲労強度化が重要課題となっている。これらの部品は、浸炭焼入れなどで材料表面を高硬度化させ、さらに疲労強度を向上させるショットピーニングが適用されている。

一般に、ショットピーニングに使用される投射材には高硬度、高密度および高靱性が要求されるが、浸炭焼入れ材などの高い表面硬度を有する被処理材料に投射する場合は、特に高い硬度を有することが要求されている。

これらのニーズに対して、1200HV級の超高硬度を有し、7.4Mg/m³の密度と従来の粉末ハイスや鑄鋼製投射材と比較し、3~4倍の長寿命を兼ね備えたFeCrB投射材を開発した。このFeCrB投射材は、Co、Ni、Mo、V、Wなどの高価な原料を必要とせず、汎用のガスアトマイズ装置で製造可能であることから、コストおよび量産性にも優れている。

2. FeCrB投射材の特徴

2.1 外観，マイクロ組織，ビッカース硬度，密度^{1,2)}

図1に外観SEM像を示す通り、ガスアトマイズ法により製造される金属粉末の特徴である球形状を有している。図2にマイクロ組織を示すように、高硬度セラミックスであるFe₂Bを延性の高いαFe+Fe₂Bの共晶組織で結合することにより、高硬度と高靱性を兼備させた。また、硬度、密度における他の投射材との比較を図3に示す。FeCrB投射材はジルコニア投射材とほぼ同等の高硬度を有し、かつ金属系投射材の特徴である高密度を兼備している。

2.2 投射材としての寿命特性³⁾

エア式ショットピーニング装置を用い、45~125μmに分級したFeCrB投射材および汎用投射材をSCM420ガス浸炭材のターゲットに対し24h連続噴射した。投射材はターゲットとの衝突により破碎、微粉化し装置外へ排出される。この試験後、投射材が減少した量の逆数を投射材の寿命として評価した。粉末ハイスを1とした寿命比を図4に示す。FeCrB投射材は鑄鋼や粉末ハイス投射材の3~4

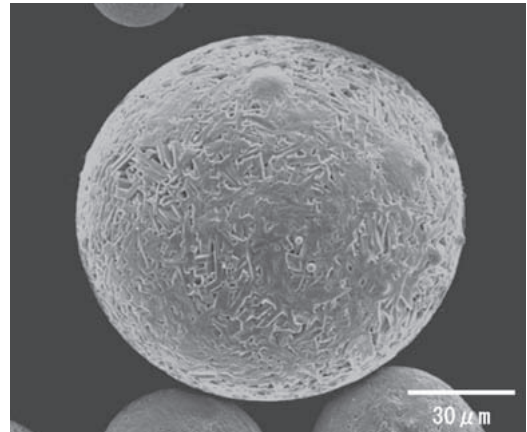


図1 FeCrB投射材の外観SEM像

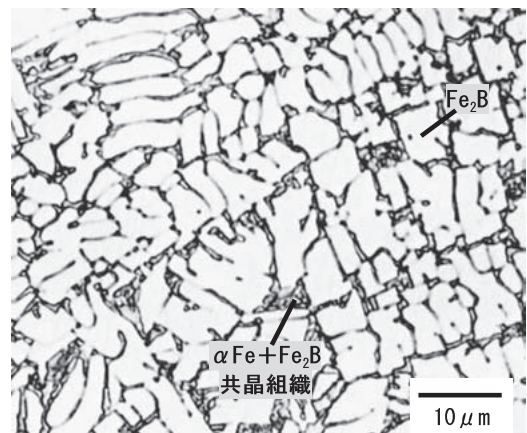


図2 FeCrB投射材のマイクロ組織

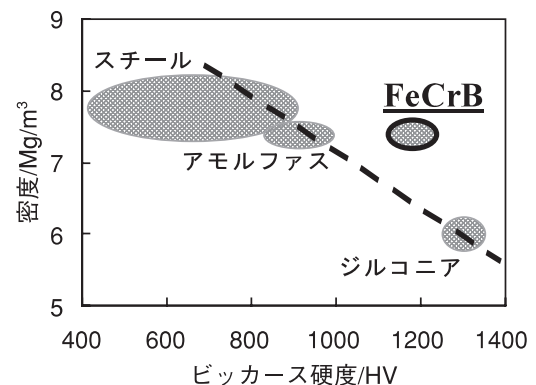


図3 FeCrB投射材と他の投射材の比較

倍の長寿命を有している。図5に試験後の投射材の外観を示すように、衝突により外観の変形が顕著な鋳鋼や粉末ハイス投射材と比較し、高硬度を有するFeCrB投射材は変形が少ない。図6に試験後投射材の断面を示す通り、FeCrB投射材は内部のクラック発生も少ない。

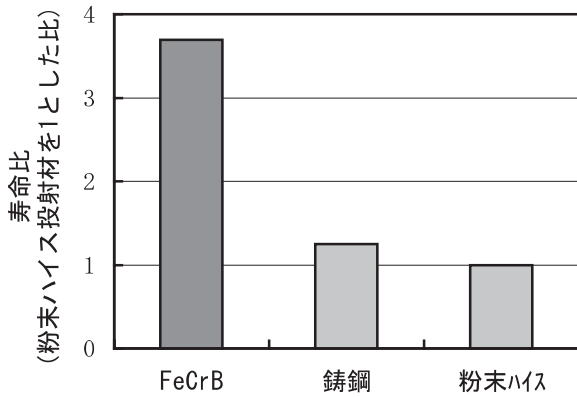


図4 FeCrB投射材の寿命

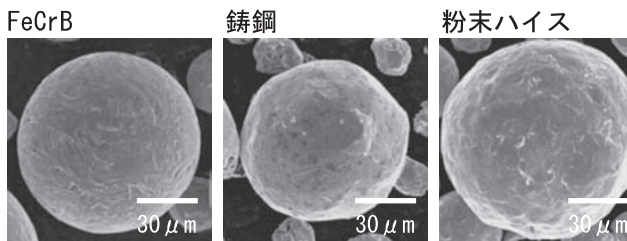


図5 寿命試験後の投射材外観

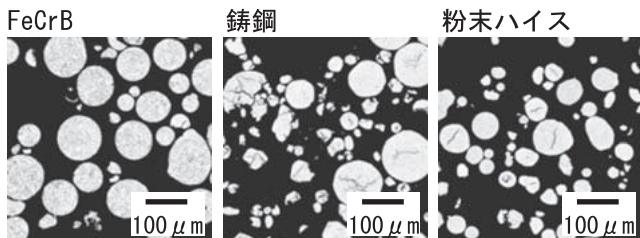


図6 寿命試験後の投射材断面

2.3 SCM420ガス浸炭材へのショットピーニング特性⁴⁾

各種投射材をショットピーニングしたSCM420浸炭材の表面残留応力分布(図7)、表面硬度分布(図8)、小野式回転曲げ疲労試験結果(図9)を示す。小野式回転曲げ疲労試験は形状係数1.96の切欠き試験片を用いて行なった。粉末ハイス投射材と比較し、FeCrB投射材を用いたショットピーニング材は圧縮残留応力が大きく、表面硬度は60HV高く、疲労強度は100MPa向上した。

2.4 その他のショットピーニング特性

(1) SKD11焼入焼戻し材へのショットピーニング特性⁵⁾

各種投射材をショットピーニングしたSKD11焼入焼戻し材

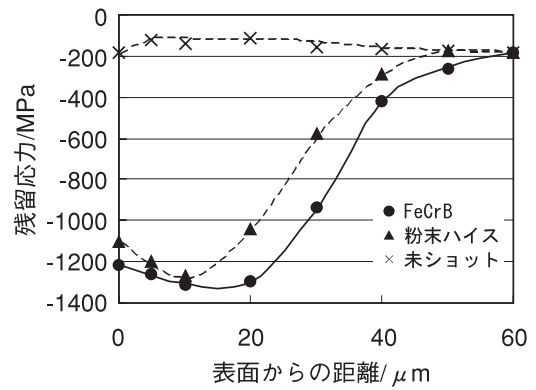


図7 ショットピーニング材の表面残留応力分布 (SCM420ガス浸炭材)

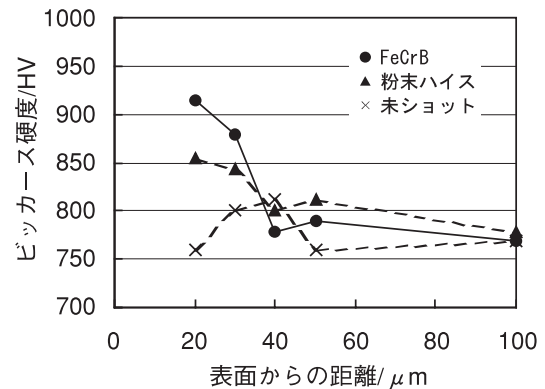


図8 ショットピーニング材の表面硬度分布 (SCM420ガス浸炭材)

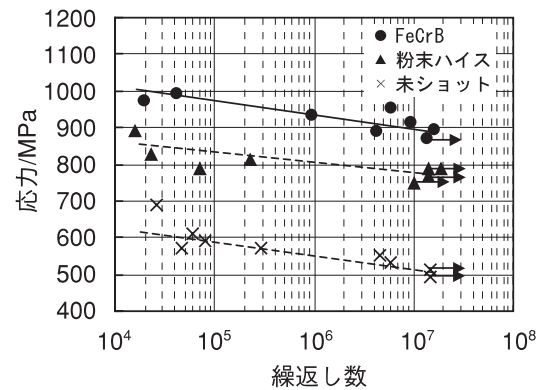


図9 ショットピーニング材の疲労特性 (SCM420ガス浸炭材)

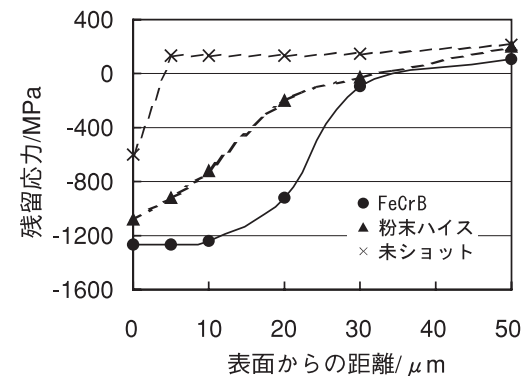


図10 ショットピーニング材の表面残留応力分布 (SKD11焼入焼戻し材)

し材の表面残留応力分布を図10に示す。粉末ハイス投射材と比較し、FeCrB投射材を用いたショットピーニング材は最大圧縮残留応力が190MPa大きい。

(2) SCM420ガス浸炭材への2段ショットピーニング特性
 ϕ 0.8mmの鋳鋼を1段目としてショットピーニングし、その後、 ϕ 0.1mmのFeCrBおよび粉末ハイス投射材を2段目としてショットピーニングしたSCM420ガス浸炭材の表面残留応力分布を図11に示す。2段目のショットピーニングにより付与される表面から約10 μ mの位置における最大圧縮残留応力は、粉末ハイス投射材と比較し、FeCrB投射材を用いたショットピーニング材が170MPa大きい。

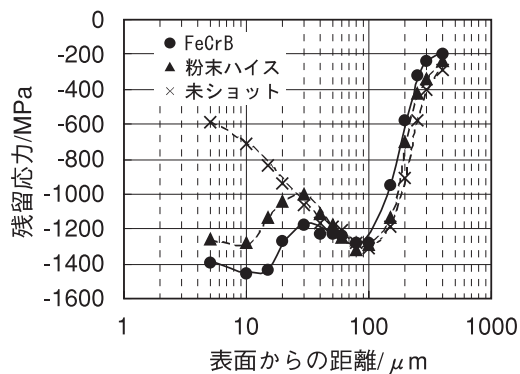


図11 2段ショットピーニング材の表面残留応力分布 (SCM420ガス浸炭材)

3. FeCrB投射材の用途

バネ、シャフト、ギヤなどショットピーニング適用部品全般に適用可能である。

4. まとめ

FeCrB投射材は汎用の鋳鋼や粉末ハイス製投射材と比較し、高硬度、高密度を有し、かつCo、Ni、Mo、V、Wなどの高価な原料を必要とせず、汎用のガスアトマイズ装置で製造可能であることから、各種ショットピーニング部材に広く適用可能である。従来の投射材を用いたショットピーニング処理よりも疲労強度を大幅に向上することができ、各種部品の高強度化および小型・軽量化への寄与が期待される。

参考文献

- 1) 澤田俊之, 柳谷彰彦: 山陽特殊製鋼技報, 15(2008), 36-42.
- 2) 澤田俊之, 柳谷彰彦: 日本金属学会誌, 73(2009), 401-406.
- 3) 澤田俊之, 柳谷彰彦: 日本金属学会誌, 73(2009), 666-669.
- 4) 澤田俊之, 柳谷彰彦: 日本金属学会誌, 73(2009), 26-32.
- 5) T.Sawada and A.Yanagitani: Mater. Trans., 51(2010), 735-739.