

## 1. はじめに

鉄系粉末冶金製品の主要な用途は、自動車を中心とする輸送機械部品であり、国内生産量の約90%を占める<sup>1)</sup>。自動車エンジンの小型化、低騒音化にともない、高面圧、高応力の過酷な条件下で使用される自動車用焼結部品が増え、高い疲労強度（面圧疲労、曲げ疲労）が要求されている。

鉄系焼結部品において高い疲労強度を得るには、疲労破壊の起点となる気孔の低減、微細化および球状化が有効であることが知られている<sup>2)</sup>。2回成形2回焼結<sup>3)</sup>、あるいは温間金型潤滑成形<sup>4)</sup>などの工法による気孔の低減、トレーブッシャー炉を用いた高温焼結（1200℃以上）における拡散促進による気孔の微細化および疲労強度の向上は





焼結材の回転曲げ疲労強度は、引張強度と同様に、密度が高くなるほど高くなる傾向にあり、焼結密度  $7.3 \text{ M} / \text{.}^3$  で  $430 \text{ MP}$  の回転曲げ疲労強度が得られる。AH4515 焼結材は、AH6020 焼結材とほぼ同等の値が得られる。これらは、従来 4% N 系拡散合金鋼粉の高温焼結浸炭熱処理材の  $410 \text{ MP}^{16)}$  より高い値である。AH6020 および AH4515 焼結材は、0.6% M 焼結材と比べると、同じ密度で比べても高い回転曲げ疲労強度が得られる。

AH6020, AH4515 および 0.6% M を用いて温間成形により作製した焼結浸炭材の表面部の断面組織を写真 1 に示す。AH6020 および AH4515 焼結材の組織は、0.6% M 焼結材とほとんど大差なく、ほぼ均一な焼もどしマルテンサイト組織を示す。

#### 4. 考察

図 3 に、同じ密度で比べても、ハイブリッド型 M 系合金鋼粉で製造した焼結浸炭材 (AH6020 および AH4515 焼結材) のほうが、プレアロイ型 M 合金鋼粉で製造した 0.6% M 焼結材より疲労強度が高いことを示した。本章では、AH6020 焼結材の高疲労強度の原因を考察する。

AH6020 および 0.6% M を用いて作製した成形体の 900 における線回折結果を図 4 に示す。0.6% M は -F 単相であるのに対し、AH6020 では -F 相と -F 相が検出される。したがって、AH6020 の粒子表面の M 高濃度部が、高温で -F 相として存在しているものと考えられる。

AH6020 および 0.6% M を用いて作製した成形体の焼結時 (1130 , 20 , 吸熱型ガス中) の寸法変化挙動を接触型熱膨張測定装置で測定した結果を図 5 に示す。( ) は全体の寸法変化挙動、(b) は 950 以上の高温での寸法変化挙動を拡大した図である。AH6020 のほうが、0.6% M に比

在で

相当径を有する粗大気孔の面積率を算出した結果を図 6 に示す。AH6020 焼結材の全体の気孔率は、高密度成形法により密度を高くするほど少なくなる。同じ温間成形材で比べると、AH6020 焼結材における全体の気孔率は 0.6% M 焼結材のそれとほぼ同じ量であるが、粗大気孔率は 0.6% M 焼結材より少ない。これは、AH6020 の表面に存在する M 高濃度部が、焼結時に拡散係数が高い  $\gamma$ -Fe 相となり、焼結が

促進されたため、粗大な気孔が減少したものと推測される。

粗大気孔率と回転曲げ疲労強度の関係を図 7 に示す。粗大気孔が少なくなるほど、疲労強度は向上する。AH6020 焼結材は、同程度の粗大気孔率でも、0.6% M 焼結材より高い疲労強度が得られる。したがって、粗大気孔率だけでは、AH6020 焼結材の高疲労強度の説明がつかない。

EPMA (電子線マイクロアナライザ) により測定した M 特性線強度を基に算出した AH6020 焼結材の試料断面の M の濃度分布を図 8 に示す。M の濃度は、AH6020 の M の平均含有量である 0.8% にピークを持つ分布を示す。これは電-

