技術速報

エアレート充填法の実機プレスでの評価

浦田 勇^{☆1}, 竹本 恵英^{☆1}, 近藤 幹夫^{☆2}^{☆1} トヨタ自動車(株), 〒471-8571 豊田市トヨタ町1. ^{☆2} (株)豊田中央研究所, 〒480-1192 愛知県愛知郡長久手町.

Investigating the Effect of Aeration Powder Filling on the Actual Compacting Press

Isamu Urata^{☆1}, Shigehide Takemoto^{☆1} and Mikio Kondoh^{☆2}^{☆1} Toyota Motor Corporation, 1 Toyota-cho, Toyota 471-8571.^{☆2} Toyota Central Research & Development Laboratories Inc., Nagakute-cho Aichi-gun, Aichi 480-1192.

Received January 19, 1998

SYNOPSIS

The improvement of weight scattering and dimensional tolerance for the purpose of net-shaping is an important issue in the manufacturing of automotive PM parts. To resolve this issue, an aeration powder filling method was developed.

It was clarified that the aeration powder filling method is effective in filling the thin and complex-shaped cavities uniformly and quickly.

Consequently, the aeration powder filling method has been applied on the actual compacting press to examine the dimensional tolerance with cup-shaped test pieces. The decreasing of the weight scattering, the uniform density, the improvement of dimensional tolerance, and the reduction in the filling time were confirmed.

KEY WORDS

dimensional tolerance, net-shaping, aeration powder filling

1 緒 言

自動車用焼結部品の生産における最大の課題の一つはコスト低減であり, その手段として主にネットシェイプ化と生産性向上が考えられる. ネットシェイプ化のためには重量および寸法精度の向上が, また生産性向上のためには粉末充填および加圧成形プロセスの高速化が要求される. 粉末充填プロセスにおいて, これらの要求を満足するには, 粉末充填の均一化と高速化が必要となる.

そこで著者らは, 粉末の充填挙動の可視化装置を用いて, 落込み充填における基礎実験を行い, 問題点を明らかにした^{1,2)}. そして充填の均一化と高速化を図るための新しい充填法として, 粉箱内の粉末の流動性を高めたエアレート充填法を考案した. そこで, エアレート充填法が薄肉で複雑形状のキャビティへ均一に高速で粉末を充填するのに効果があることを確認した³⁾. 本報では, エアレート充填法を実機プレスでの部品成形に適用し, その評価を行った.

2 実験方法

使用した粉末は, Fe-2mass%Cu-0.9mass%C-0.8mass%Lub. 組

成の偏析防止粉である. Fig.1 に成形体の試料形状を示す. 外周の肉厚3.5mmの部分の高さが30mmある薄肉形状である. 成形体の重量は310gとし, 密度は6.5g/cm³を狙って成形した. なお, 粉末充填時の外周部キャビティ深さは約80mmである.

粉末の充填条件としては, 粉箱の作動時間が3秒の高速充填と, 8秒の低速充填の2水準とし, エアレートは有りと無しの2条件とした. Fig.2に粉箱の作動線図を示す. 低速充填は, 粉箱が前進した後に約1秒間前進端で停止し, シェイクを2回行った後に後退する充填である. 高速充填は, 粉箱が高速で前進して後退するだけの停止時間およびシェイク操作を省略した充填である. エアレート充填の場合, エアレート用のガスには工場に配管されている大型コンプレッサーによる圧縮空気(圧力約0.4MPa)を用い, エアレート値(ガス流量/粉末体積)は0.1s⁻¹とした.

評価項目は, 成形体の重量ばらつき, 最大密度差, および最大全厚差の3項目である. 重量ばらつきは, プレスを30分間停止させた後の打ち始めから連続25個の間の重量ばらつき幅で評価した. 最大密度差は, Fig.1に示すA部(①~④)の密度を測定し, その最大値と最小値との差を最大密度差として評価し

Fig.1 Shape of test piece.

Fig.2 Timing chart of feed shoe.

Fig.3 Effect of aeration powder filling on the weight scattering.

Fig.4 Effect of aeration powder filling on the density variation for fast filling.

しく、重量ばらつきは3分の1以下に低減された。さらに、低速充填でのエアレート無しの場合よりも、高速充填でのエアレート有りの場合の方が重量ばらつきが少ないという結果が得られた。

Fig.4に高速充填した場合の円周方向での各位置における平均密度との差を示す。測定位置は粉箱の進行方向に対して、前進端側を①とし、右を②、後退端側を③、左を④として示してある。粉箱の左右方向では密度差はほとんど発生しなかった。これに対して、粉箱の前後方向で密度差が発生し、エアレート有り、無しともに同じ傾向であり、後退端側の密度の方が前進端側に比べて高い傾向となった。これは粉箱の往復移動による充填における、すりきり操作に伴う粉末挙動の観察結果と一致する²⁾。しかし、エアレート充填することにより、この密度差を減少させることができた。

Fig.5に充填時間を変化させた時の最大密度差の結果を示す。この場合の最大密度差とは、粉箱の前後方向での密度差の値である。高速充填において、エアレート充填により最大密度差を約0.05g/cm³低減できた。同様に低速充填においても、エアレート充填により最大密度差を約0.03g/cm³低減できた。高速充填と低速充填とを比べると、高速充填における効果が大きい結果となった。

Fig.6に外周部の最大全厚差の結果を示す。前述の最大密度差と同様に、粉箱の前後方向において全厚差が発生し、粉箱の後退端側の厚さが大きい傾向となった。これは外周部分の密度も測定して、粉箱の後退端側が高くなっていたことから、

た。最大全厚差は、Fig.1に示すH部の厚さ(①~④)を測定し、その最大値と最小値との差を最大全厚差として評価した。

3 実験結果および考察

Fig.3に重量ばらつきの結果を示す。高速充填、低速充填のいずれにおいても、重量ばらつきの低減に対して、エアレート充填の効果が認められた。特に高速充填における効果が著

Fig.5 Effect of aeration powder filling on the density variation in the different filling speed.

Fig.6 Effect of aeration powder filling on the height variation.

密度の高い粉箱の後退端側の金型の弾性変形量が大きくなったためと考えられる。高速充填、低速充填の両方で、エアレート充填による全厚差に対する低減効果が認められた。全厚差もまた高速充填における効果が大きい結果となった。

4 ま と め

自動車用焼結部品のコスト低減のため、均一にしかも高速で粉末を充填できるエアレート充填法を開発し、実機プレスにおいて評価した結果、以下のような効果を確認した。

- 1) 重量ばらつきは、高速充填において約70%、低速充填においても約50%低減した。
- 2) 最大密度差は、高速充填において約30%、低速充填においても約25%低減した。
- 3) 最大全厚差は、高速充填において約65%、低速充填におい

ても約20%低減した。

- 4) エアレート充填の効果は、低速充填より高速充填の方が大きかった。
- 5) エアレート充填により部品の重量および寸法精度の向上と併せて、粉箱の前進端での一時停止およびシェイク操作を廃止して、充填時間も大幅に短縮できることがわかった。

文 献

- 1) 近藤幹夫, 竹本恵英: "落込み充填における粉末充填挙動の可視化", 粉体および粉末冶金, 43(1996)1339-1342.
- 2) 近藤幹夫, 竹本恵英: "粉末充填におけるすりきり時の粉末挙動", 粉体および粉末冶金, 44(1997)487-491.
- 3) 近藤幹夫, 竹本恵英, 浦田勇: "均一充填法の開発—エアレート充填—", 粉体および粉末冶金, 投稿中.