Ⅴ. 結論

　粉末金型充填は、製剤をはじめとした幅広い分野で製品の生産に用いられている。下杵の降下を用いる粉末金型充填は生産効率を向上できることが知られているため、その充填における物理メカニズムの科学的な解明が期待されている。

　本研究では、下杵の降下速度を変化させた4ケースについて数値解析を実行し、その結果の比較を行った。下杵の降下を用いる粉末金型充填について、2つの重要な性質が明らかになった。1つ目の性質は、下杵の降下初期に流体抗力および圧力勾配による力が作用することによって、粉末の充填が促されることである。ここで、流体抗力および圧力勾配による力の影響は、下杵の降下速度が大きいほど強くなる。2つ目の性質は、下杵の降下速度が金型領域内における気泡の働きに影響を与えることである。下杵の降下速度が大きいほど、金型領域内には多量の空気が入り込み、粉末の流入路を細くする。粉末の流入路が細すぎる場合には気泡が上手く上昇せず、気泡の排出が遅れる。気泡の排出が遅れことによって、粉末の充填完了も遅れる。また、この2つの性質が合わさった結果として、下杵の降下速度に対する粉末の充填完了時間は極小値をとる。

本研究により、下杵の降下を用いる粉末金型充填の物理メカニズムが科学的に明らかとなった。下杵の降下は、その降下の初期に流体抗力および圧力勾配による力を粉末粒子に作用させることによって、粉末の充填を促進する。この促進作用は下杵の降下速度が大きいほど強い。しかし、下杵の降下速度がある値を超えたとき、気泡の排出が遅れることにより充填完了時間は短縮されなくなる。