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、下杵の降下の有無による比較および下杵の降下速度による比較を行った。下杵の降下の有無による比較では、下杵の降下を用いる粉末金型充填において、充填時間の短縮がおきる理由が明らかとなった。下杵が降下することにより、その降下初期の時間帯に流体抗力および圧力勾配による力が強く粉末粒子に作用する。この作用により粉末の金型領域内への流入が促され、充填時間が短縮される。ここで、下杵の降下による充填時間の短縮に対して、従来の研究では圧力勾配による力の影響のみが注目されてきたが、流体抗力も大きく影響を与えていることは本研究で初めて見いだされた。下杵の降下速度による比較では、充填中に起きる物理現象の変化およびその結果として充填完了時間がどのように変化するかが明らかとなった。下杵の降下速度が大きいほど、その降下初期に発生する流体抗力および圧力勾配による力の作用が大きく、降下開始直後に粉末の充填が促される。しかし、下杵の降下速度が大きいほど、空気が金型領域内に多く流入することにより、金型内に生じる気泡が上手く上昇しづらくなる。この2つの性質が合わさることにより、下杵の降下速度に対して、粉末の充填完了時間は極小値をとることが明らかとなった。

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。