

## 炭素鋼粉末の金属ラピッドプロトタイピング

キーワード：炭素鋼粉末、金属粉末ラピッドプロトタイピング、高強度、試作、金型、機械部品

### はじめに

金属粉末ラピッドプロトタイピング(RP)造形法は、金属粉末をレーザーで焼結しながら積層し、所要の立体形状を造形します(図1)。その特長は、比較的短時間で、複雑な形状を作製することができます。そのため、金属RP造形法は金型や機械部品などの試作・開発や小ロット生産分野で注目されています。最近では、プラスチック射出成形金型に利用された事例はありますが、実用的な耐久性に問題があり、広く利用されるには至っていません。その主たる原因は、造形物の強度や硬さが不十分なためです。

当所では、従来の鉄系標準粉末では達成できなかった造形物の高強度・高硬度化を目指して、新たに鋼系粉末のRP造形を検討しています。ここでは、鋼系粉末の基礎となる、炭素鋼(S15C および S33C 相当)粉末を用い、そのRP造形性や造形物の機械的性質、および金型への適用を評価した結果について紹介します。

なお、RP造形の手順および装置(ドイツEOS社製EOSINT-M250)の仕様については、これまでに発行されたテクニカルシート(No. 00006「金属粉末ラピッドプロトタイピング装置」)を参照して下さい。

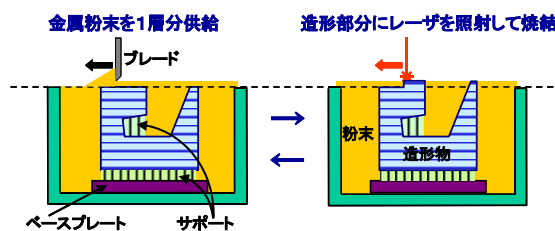


図1 RP造形法の原理

### レーザーの照射条件とRP造形性

レーザー(出力:200W、ビーム径:0.4mm)の照射

表1 レーザの照射条件

積層厚さ	mm	0.05, 0.1
スキャン速度	mm/s	50, 100
スキャンピッチ	mm	0.1, 0.4

条件を表1のように変化させて直径8mm×高さ12mmの円柱試験片を造形しました。図2はS15C粉末を造形した場合の断面写真を示します。レーザーで焼結される造形物の毎回の積層厚さが薄くなると、空隙は減少します。

また、レーザーで走査する場合の間隔(スキャンピッチ)が狭くなると、レーザー走査間の未焼結部分が減少し、空隙は全体的にさらに減少します。

スキャン速度については、積層厚さとスキャンピッチを固定したいずれの条件においても、100mm/sよりも50mm/sのほうが、空隙は減少しています。

上述のことは、レーザーの照射条件により、造形物の密度を制御できることを示唆しています。

### RP造形物の機械的性質

RP造形法の金型への適用を考える場合、造形物の圧縮降伏応力と硬さを検討する必要があります。スキャン速度が50、100mm/s(積層厚さ:0.05mm、スキャンピッチ:0.1mm)のRP造形物(S15C)の降伏応力(0.2%耐力)は、それぞれ460MPa、350MPaとなっており、造形物の密度が大きいほど、すなわち空隙が少ないほど、圧縮強度は高くなる傾向があります。

表2にRP造形物のビッカース硬さを示します。鋼系粉末では、鉄系標準粉末に比べて、硬さが増加し、その増加割合は炭素量の多いS33Cで高くなっています。すなわち、鋼系粉末を用いることにより、造形物の高硬度化が

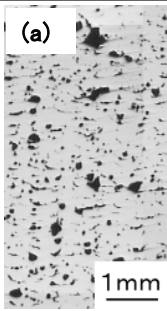
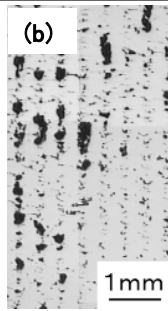
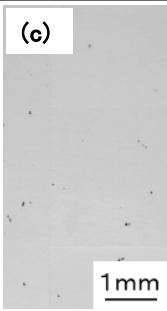

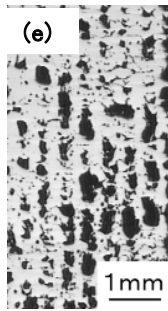
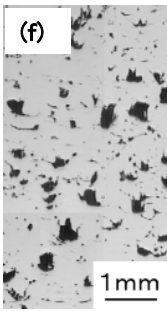
積層厚さ mm	0.1	0.05	0.05
スキャンピッチ mm	0.4	0.4	0.1
スキャン速度 50mm/s	(a) 	(b) 	(c) 
スキャン速度 100mm/s	(d) 	(e) 	(f) 

図2 各照射条件で造形した円柱の積層方向に平行な断面写真(S15C)

表2 RP造形物のビッカース硬さ

鉄系標準	S15C	S33C
178HV	205HV	260HV

図れ、高硬度化には高炭素のほうが有効であることがわかります。

### 金型への適用事例

上述のようなRP造形物の強度や硬さの検討とともに、金型への適用を目指した造形も試み、評価を行っています(図3)。その結果、鉄系標準粉末金型に比べて、鋼系粉末金型の耐久性が向上しました。

### おわりに

試作金型や機械部品として、RP造形法をさらに活用していくには、より広範囲な鋼系粉末についてのRP造形性を調べ、その知見を得ておくことが重要であると考えています。

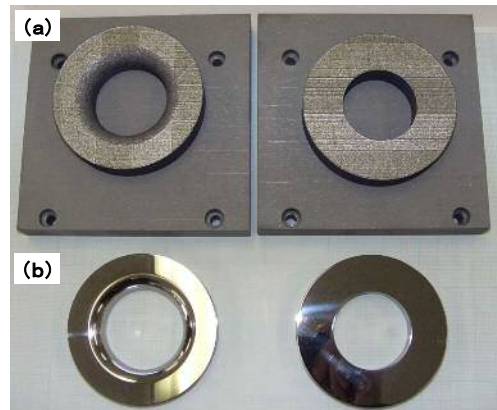


図3 RP造形金型の外観写真(円筒深絞り用ダイスとしわ抑え)：  
(a)造形後、(b)研磨後(S33C)

現在、さらに炭素量の多い中炭素鋼や低合金鋼のような汎用材料の検討に取り組んでいます。

本RP装置は設備開放を行っていますので、ご興味のある方は、担当までお問い合わせ下さい。