

ステンレス鋼粉末の焼結技術

1. 目的

金属 3D プリンタは粉末焼結やレーザ等による熔融プロセスを用いており、製品内部に欠陥が生じやすく、緻密化技術が後処理として求められている。

昨年度、ステンレス鋼 SUS316L 粉末を対象として放電プラズマ焼結 (Spark Plasma Sintering : SPS) による緻密化挙動を定量的に評価した。今年度は金属 3D プリンタの緻密化後処理を想定して、熱間等方圧加圧 (Hot Isostatic Press : HIP) による焼結過程を調査した。

2. 方法

昨年度 SPS により作製した密度の異なる円盤状の焼結体 (約 φ10mm×5mm) を出発材料として、熱間等方圧加圧 ((株) 神戸製鋼所製 O2-Dr.HIP) を実施した。焼結体は通気口を有する窒化ホウ素ルツボ内に配置し、真空置換後アルゴンガスを導入した。処理温度 800°C、900°C 及び 1000°C において 100MPa となるよう室温で圧縮後、モリブデンヒーターにより加熱速度 600°C/h で昇温した。処理温度到達後、1 時間保持し炉冷した。作製した試料は切断研磨後、SEM (日本電子 (株) 製 JSM-6010LA) による組織観察を行い、空隙の面積率から相対密度を算出した。また同試料を用いてビッカース硬さ (松沢精機 (株) 製 MXT70) を測定した。

3. 結果及び考察

図 1 に HIP 処理後の相対密度を示す。処理前の試料については、SPS によりそれぞれ 700°C、800°C 及び 900°C で 300s 保持により作製したものである。800°C 及び 900°C の HIP 処理では密度の上昇は僅かであったが、1000°C の HIP 処理により一部の試料については相対密度が 100% と欠陥のない緻密体となった。図 2 に 1000°C における HIP 処理前後の相対密度の関係を示す。これより HIP 処理前の相対密度が 96% 以上であれば、処理後緻密体の作製が可能であることがわかる。HIP 処理においては気体を圧力媒体として加圧するため、試料表面まで開孔した試料については圧力が作用しないためと考えられる。実際に SEM で観察したところ、内部の気孔は減少しているものの、表面近傍のものについては残存していることが確認できた。

図 3 に HIP 処理後の相対密度とビッカース硬さの関係を示す。これより低密度では硬さが低く、バラツキも大きいですが、緻密化により硬さも上昇し、均一な値となった。

4. まとめ

HIP 処理は金属 3D プリンタで作製した試料の緻密化処理手法として有効である。ただし、相対密度が 96% 以上で表面に開孔していないことが要求される。

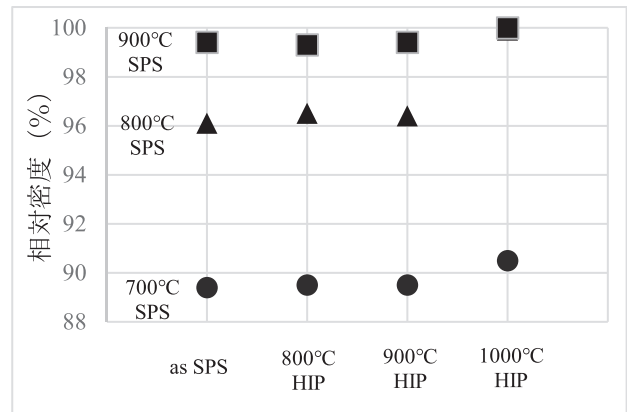


図 1 SPS 作製試料の HIP 処理後の相対密度

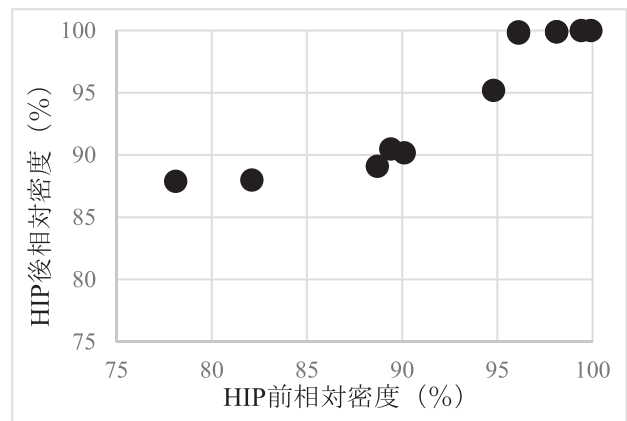


図 2 HIP 前後の相対密度 (1000°C)

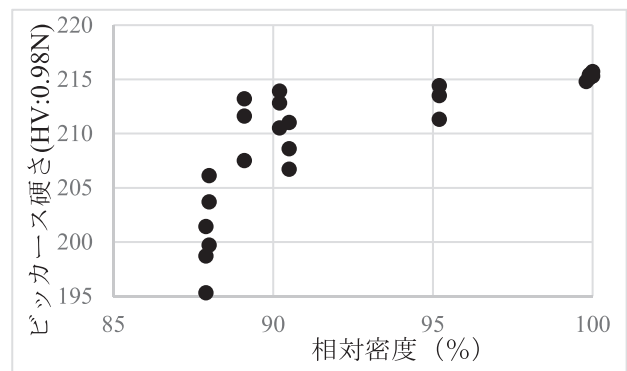


図 3 HIP 処理後の相対密度とビッカース硬さ