

B-AD-040

水銀圧入法による積層造形用の焼結金属、およびポリマー混合金属の細孔径評価

概 要

積層造形（Additive Manufacturing, AM）は、一般に 3D プリンターとしても知られており、この技術によって作製される多孔質材料には、建築材料やセラミックスなどがあります。このような金属粉末を原料とする金属積層体や金属発泡体は、軽量で骨格密度が小さいことから、粒子フィルター、触媒担体、熱交換器といった各種部品への応用も期待されています。

また、機能性材料の積層造形過程では、層と層の間や層の内部に欠陥（空隙）が生じることがあり、材料の機械的特性や構造の品質に大きく影響します。そのため、積層造形過程において欠陥の把握と管理は非常に重要です。とくに、信頼性が極めて重要な航空宇宙、自動車、医療機器などの産業で使用する多孔質部品において、多孔質の構造を把握し制御することは、品質と性能を保证するために不可欠です。

このような構造評価に広く用いられている一つが水銀ポロシメータで、室温で水銀に最大 414 MPa の圧力を加えることで、材料の細孔構造を評価することができます。

当社の水銀ポロシメータ「BELPORE」シリーズ（Fig. 1）は 3 機種から構成され、3.6 nm～1 mm の細孔径に対応しています。これらの装置には、昇圧および降圧速度の自動制御と、最適な平衡判定を実現する独自技術「P.A.S.C.A.L 法（P_rassurization by A_utomatic S_peed-up and C_ontinuous A_djustment Logic）」を搭載しており、広範囲な細孔径分布の評価を短時間（高精度測定で 1 時間以内、品質管理用では最短 9 分）で完了できます。

さらに、試料セル（ディラトメーター）を垂直に設置する構造を採用することで、水銀漏れのリスクを低減し、安全性の高い測定が可能です。

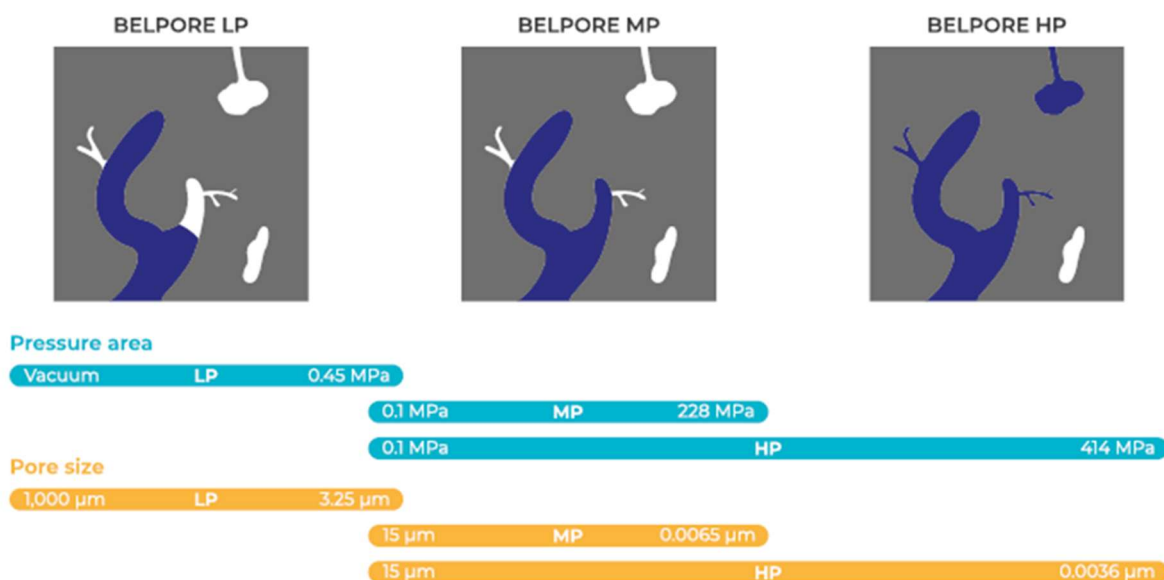


Fig. 1. BELPORE ポロシメータの測定圧力レンジと測定可能細孔径範囲

測定結果

測定結果の一例として、3D プリンターで使用する焼結金属（サンプル 1、2）、ポリマー混合金属（サンプル 3、4）の計 4 サンプルについて、水銀ポロシメータ BELPORE による測定結果（Table 1：細孔容量、見かけ密度、空隙率、細孔径ピーク）、細孔径分布ならびに累積細孔容積曲線（Fig. 2）を示します。本測定にお

いて、ポリマー混合金属は測定中に圧縮の影響を受け構造変化がみられたため、最大圧力を 10 MPa（本条件下では、細孔直径 150 nm 以上の評価に相当。）として評価しました。Table1 の測定結果より、ポリマー混合金属（サンプル 3、4）は、焼結金属（サンプル 1、2）に比べ、ポリマー添加により密度が小さいことが確認できました。また Fig. 2 より、ポリマー金属混合物では約 13 μm ~17 μm 、これに対し焼結金属では、7 μm ~11 μm で細孔径ピークが得られました。このように、水銀圧入ポロシメータによる評価は、金属単体だけでなく、ポリマー混合金属などの複合材料にも有用であることがわかりました。

Table 1 焼結金属、ポリマー混合金属の測定結果

	Sample 1	Sample 2	Sample3	Sample4
Total intruded volume / $\text{cm}^3 \text{g}^{-1}$	0.036	0.047	0.044	0.019
Apparent density / g cm^{-3}	8.442	9.437	4.267	1.832
Porosity by Hg intrusion / %	23.530	30.810	15.660	3.420
Modal pore diameter / μm	7.060	10.698	13.408	17.340

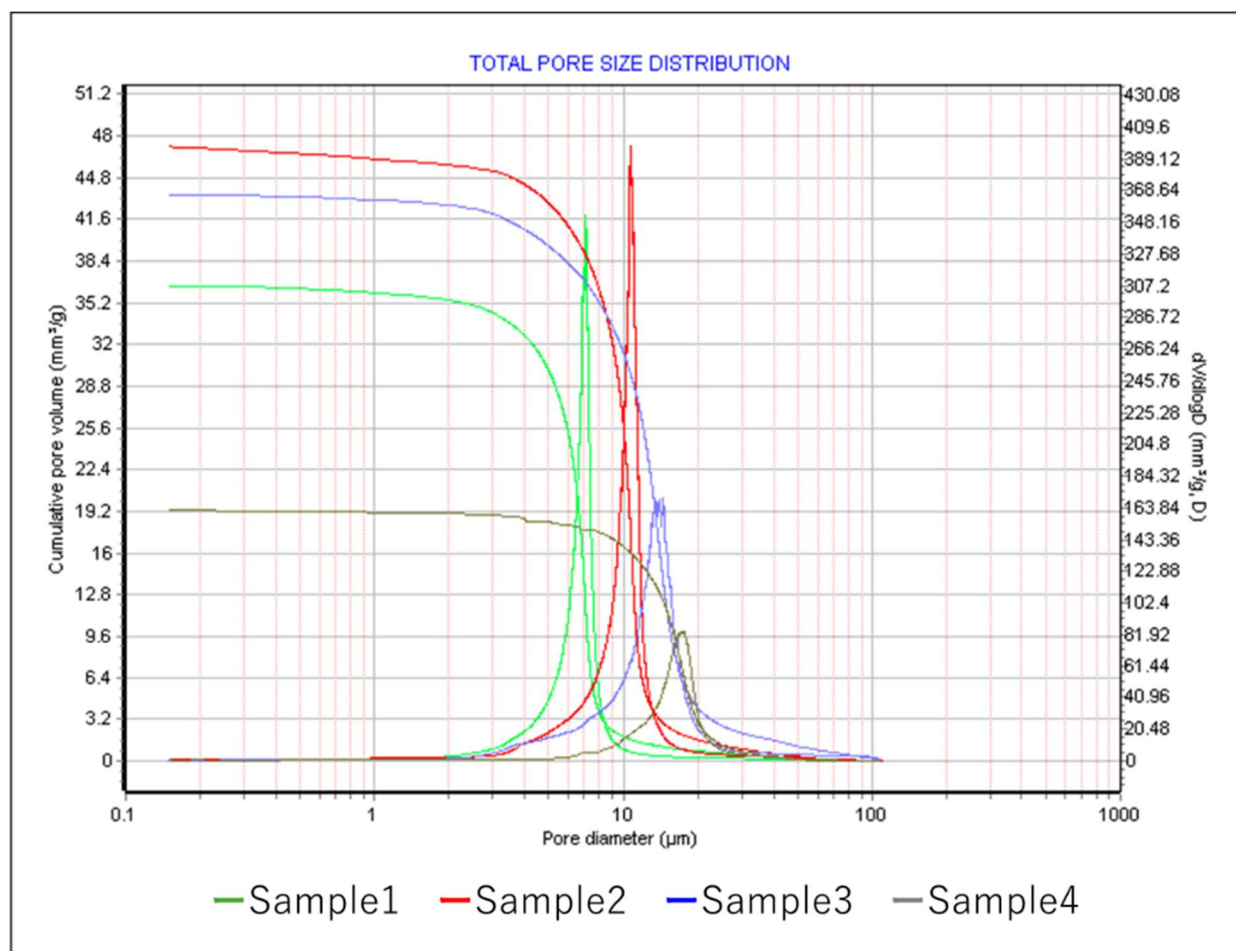


Fig. 2. 焼結金属、ポリマー混合金属の細孔径分布ならびに累積細孔容積曲線

以上

2025/8/21

文責：小西優子・吉田将之