

インクジェット 3D プリンター造形物の 造形精度と強度の報告

事業化支援部 デザイン・設計グループ 阿部 顕一

3D プリンターの活用範囲を広げるために、神奈川県立産業技術総合研究所に導入された 2 種類の 3D プリンターに関して、同一形状の試験片を複数の造形方向で造形し、造形精度および強度を調査した。3D プリンターを利用する際の参考資料となる機械的物性について報告する。

キーワード：AM, 3D プリンター, 造形精度, 造形強度

1 はじめに

3D プリンターによる造形の主な目的が形状確認であるのは、3D プリンターによる造形物が、一般的な材料とは異なる物性を有するためである。今後、3D プリンターの活用範囲を広げるためにも、当研究所に設置された 3D プリンターの造形物の機械的物性を報告する。

表 1 主な仕様

名称	3D Systems	KEYENCE
	Projet 5500X	AGILISTA 3100
方式	材料噴射式 (インクジェット式)	材料噴射式 (インクジェット式)
造形サイズ	518 x 381 x 295 mm	297 x 210 x 200 mm
解像度	750 x 750 dpi x 13 μm(Z)	635 x 400 dpi x 15 μm(Z)
サポート	熱溶解性	水溶性
その他	2 種類材料混合	半透明材料

2 3D プリンター

本稿では、2 台の業務用 3D プリンターについて調査を行った。2 台とも、インクジェット式で、基本原理は同じである。さらに、2 台とも、サポート材の除去は、熱や水で溶解でき、複雑形状や微細形状の造形を得意とする。3D プリンターの主な仕様を表 1 に、外観を図 1, 2 に示す。



図 1 Projet 5500X

図 2 AGILISTA 3100

3 造形物の性能評価

3.1 評価方法

今回、機械製品に求められる性能のうち、寸法・形状精度と引張強度について調査を行った。

寸法・形状評価では、一定間隔に丸穴を配列した試験片(図 3)を造形し、丸穴の位置、直径、真円度をそれぞれ測定し、比較検討する。

引張強度では、JIS K 7161-2 に準拠した引張試験片(図 4)を造形し、引張試験することで、弾性率、限界応力を測定し、比較検討する。

3.2 試験片の造形

造形に当たっては、3D プリンターによる造形物は、物性に方向性を有することが知られているが、方向性による影響を評価するため、図 5 のように 6 方向に配列して造形した。積層断面数は、 $A > B > C$ となる。 A' 、 B' 、 C'

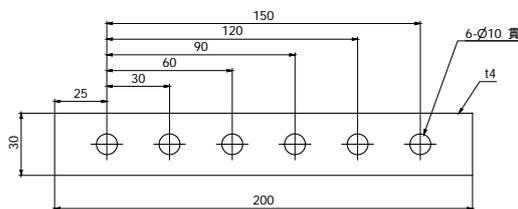


図 3 寸法・形状評価試験片

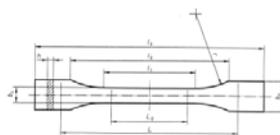


図 4 引張試験片

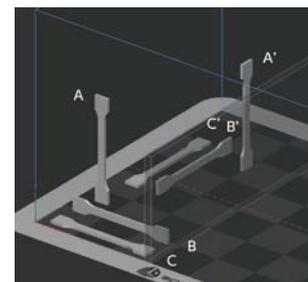


図 5 造形姿勢

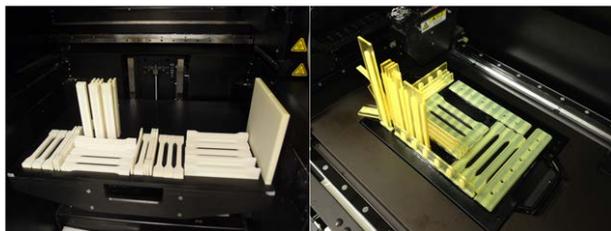


図 6 Projet 造形物

図 7 AGILISTA 造形物



図 8 三次元測定機

図 9 材料試験機

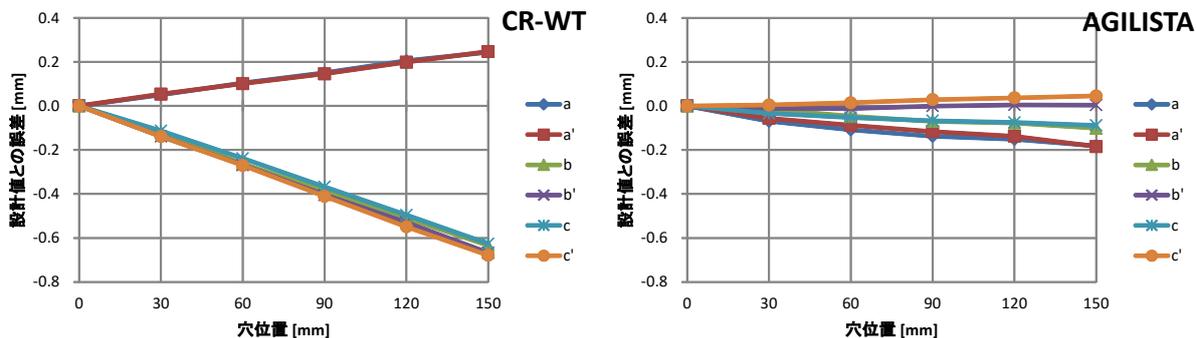


図 10 穴位置の設計値との誤差

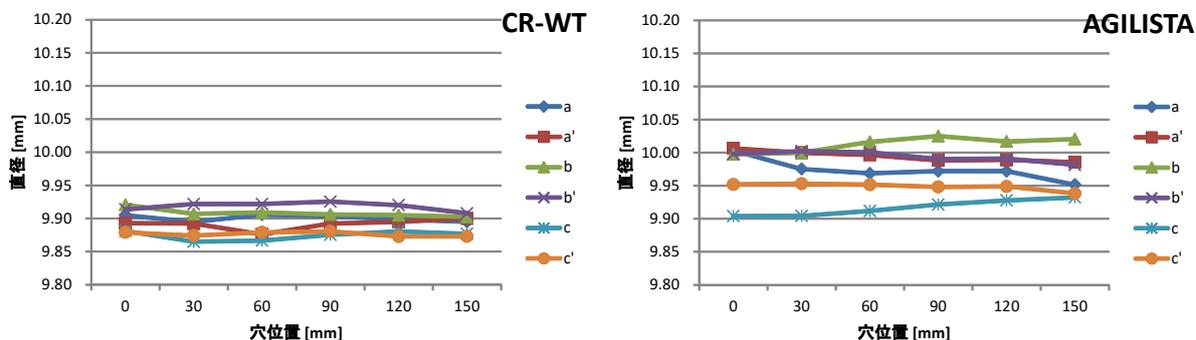


図 11 穴直径 (設計値 = 10 mm)

は水平面において 90° 回転したものである。

4 試験結果

4.1 寸法・形状精度

造形した試験片 (図 6, 7) の寸法及び形状を、三次元測定機 ZEISS UPMC850 (図 8) と材料試験機インストロン 5565 (図 9) を用いて評価した。

寸法精度を評価するために、各穴位置を設計値と比較した (図 10)。Projet の材料 (CR-WT) では、各穴位置は、設計値と比較して、A 姿勢のように垂直方向に配置した場合は、150 mm で約 0.2 mm、距離に比例した伸びが見られた。B, C 姿勢のように水平方向に配置した場合は、約 0.6 mm、距離に比例して縮小していた。AGILISTA では、

逆に、A 姿勢では 0.2 mm 縮小した。B, C 姿勢では、ほぼ設計値であった。穴直径 (図 11) は、Projet では、設計値より 0.1 mm 小さく造形された。AGILISTA では、C 姿勢では、やや小さく造形されたが、A, B 姿勢では、ほぼ設計値であった。

次に、形状精度の評価のため、各穴の真円度を評価した (図 12)。C 姿勢のように、穴を水平に配置した場合、ほぼ真円の結果が得られた。しかし、A, B 姿勢のように、縦方向に配置すると、縦直径に比べ横直径が短い、縦楕円になる結果が得られた。

4.2 引張強度

材料試験機を用いて、各試料に引張試験を実施した。

図 13 に姿勢の違いによる引張強さの一部結果を示す。結果から、3D プリンター造形物特有の方向性が現れた。姿勢毎の結果を図 14 にまとめた。引張強さは A 姿勢が約 20 MPa に対し、B、C 姿勢は約 50 MPa となった。また、引張弾性率は姿勢に係わらず、ほぼ一定であったが、Projet に関しては、造形スキャン方向に造形した方が、弾性率が低い傾向が見られた。AGILISTA に関しては、A 方向の方が低い傾向が見られた。

5 おわりに

3D プリンターが登場した当初は、精度や物性の問題から専ら形状検討用試作に使われていたが、将来は製品製造に利用されることが想定されている。現状では、機械部品として使用するには、精度・物性とも、通常の加工機や一般材料に比べ見劣りし、既存の加工方法からの置き換えは現実的ではない。だが、3D プリンターの特徴を生かした、3D プリンターだからこそできる利用分野を探索し活用できれば、ものづくりの効果は高い。そのためにも、今後も各種の調査や実験、造形事例を積み上げ、ものづくり支援技術の向上を図っていく。

文献

- 1) 阿部顕一 他；“3Dプリンタを用いた製造支援技術に関する研究”，神奈川県産業技術センター 研究報告，19(2013)。
- 2) 阿部顕一 他；“3D プリンタを用いた製造支援技術に関する研究（第 2 報）”，神奈川県産業技術センター 研究報告，20(2014)。

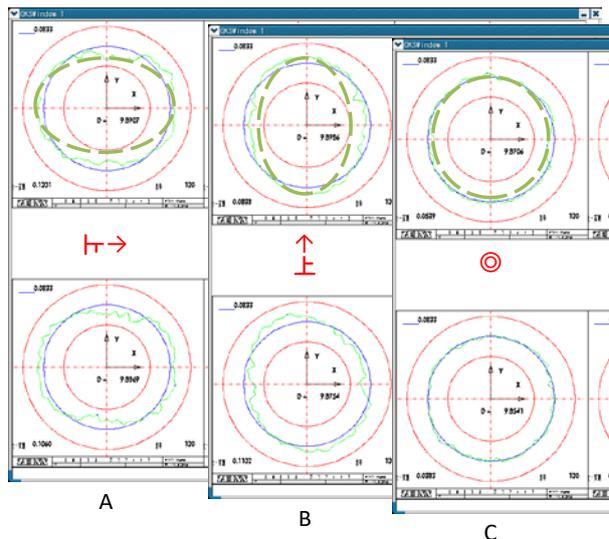


図 12 真円度 (Project)

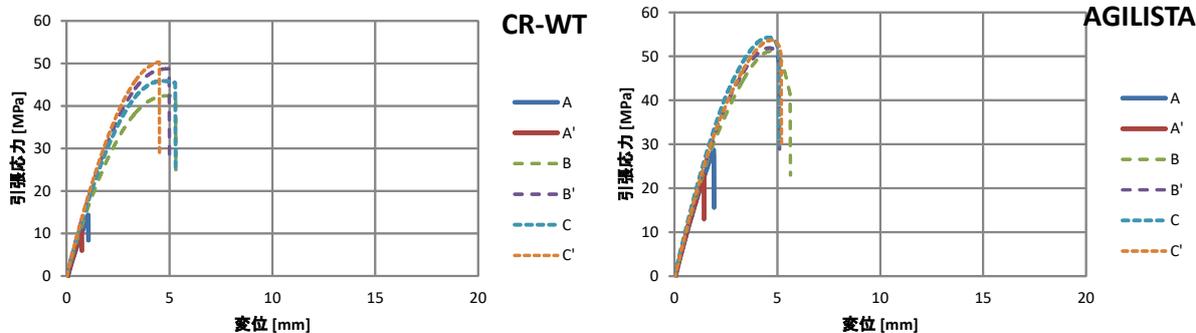


図 13 引張試験結果

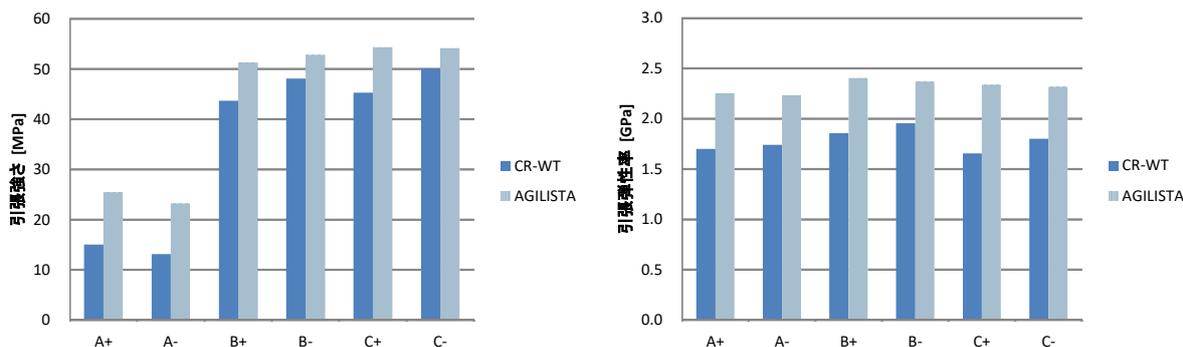


図 14 引張強さ・引張弾性率