

「ブラスト研磨による3D積層モデルの表面仕上げ処理の検討」の実施報告書

1. 目的

「複雑な形状への適応性」や「多様な材質の表面仕上げの高速化」が期待できるブラスト装置を用いた3D積層モデルに対する二次加工の手法について基礎的なデータを収集し、3D積層モデルの実用用途への展開に役立てる。

2. 実施内容

2-1. 樹脂積層モデルの表面仕上げに関する基礎検討

弾性体の母材に微小な砥粒を担持させた特殊な研磨材を使用した精密研磨用（ブロウ式）ブラスト研磨装置（本事業で導入、図1参照）により、積層モデル（インクジェット式光造形機にて造形）の表面研磨の実験を行い、研磨条件（研磨材の粒度、研磨回数）と表面粗さの関係について基礎的なデータを収集した。

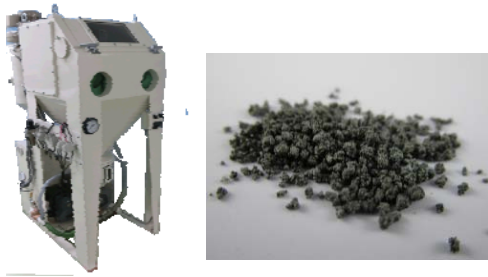


図1 ブロウ式ブラスト装置と研磨材

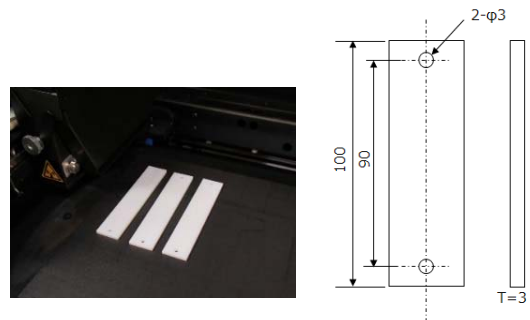


図2 研磨サンプル（3D積層モデル）

<研磨実験の概要>

- ・ 研磨サンプル
材質：アクリル系光硬化樹脂
寸法：図2参照
- ・ 研磨材
材質：炭化ケイ素
粒度：#1500（母材の粒径は平均0.6mm）
- ・ 研磨方法
投射時間：10sec/回
投射距離：150mm
投射角度：45°
- ・ 評価方法

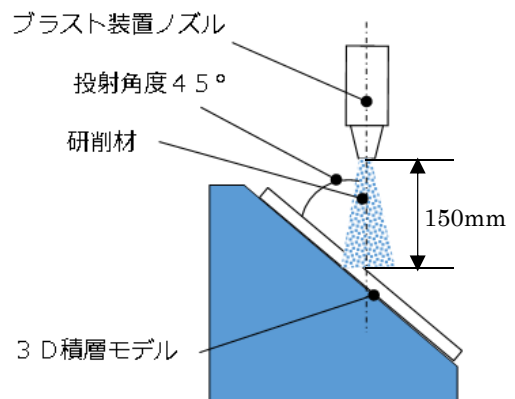


図3 研磨実験の概要

投射ごとに積層モデルの表面粗さ（算術平均粗さ Ra, 最大高さ Ry）※1を測定。

※1 JIS B 0601：1994による表面粗さパラメータ

<実験結果>

樹脂積層モデルに対する研磨回数と表面粗さの関係を図4に示す。アクリル系光硬化樹脂積層モデルの研磨については精密研磨用ブラスト研磨装置による研磨処理を繰り返す（実験では5回）ことによって、表面粗さを1/5程度に低減できることが分かった。

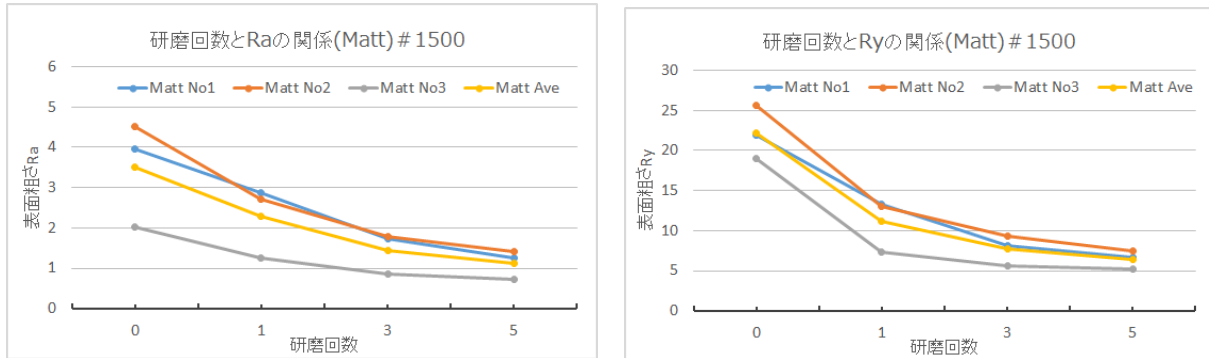


図4 樹脂積層モデルに対する研磨回数と表面粗さの関係

2-2. 金属積層モデルの表面改質に関する検討

金属積層モデル（金属積層造形機にて造形）の表面改質を目的とした直圧式ブラスト研磨装置（本事業で導入、図5参照）によるショットピーニング※2の効果について基礎的なデータを収集した。

※2 小さな球状投射材を金属表面に投射することにより表面に圧縮の残留応力を付与させる方法で、部品の寿命や健全性を向上させる効果がある。



図5 直圧式ブラスト装置

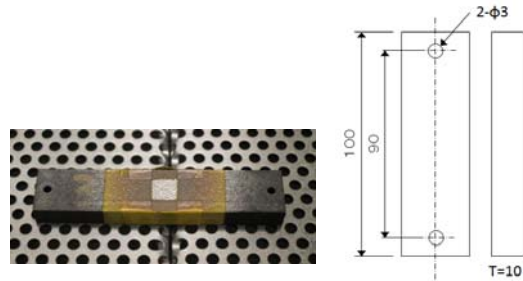


図6 ピーニングサンプル（3D積層モデル）

<ピーニング実験の概要>

・ピーニングサンプル

材質：マルエージング鋼

熱処理：固溶化 1030℃、析出硬化 600℃

ショットピーニング箇所：中央部 10mm×10mm（図6参照）

寸法：図6参照

・投射材

材質：スチールショット（図7参照）

粒径：約0.6mm

硬度：HV340～460



図7 投射材（スチールショット）

- ・ショットピーニングの条件 (図8 参照)
 - 圧力：約 0.6MPa
 - ノズル径：3mm
 - 空気量：約 570L/min
 - 投射距離：180mm

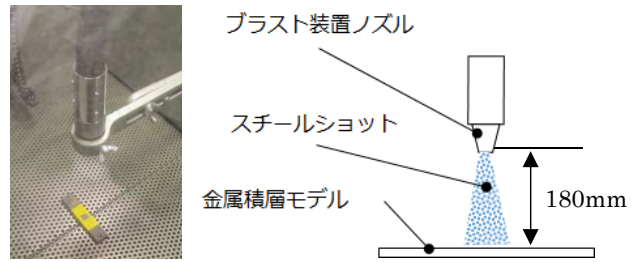


図8 ショットピーニングの条件

- ・評価方法

応力測定は深さ 300 μ m (30 μ m 毎に電解研磨) まで実施。

応力測定の走査方向は図9のとおり4パターンとした。

造形、切断、熱処理、ショットピーニングの各工程後の残留応力を測定 (図10 参照)

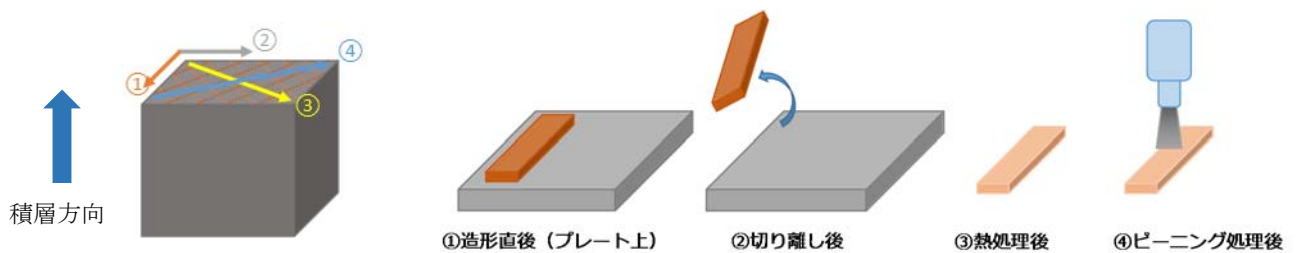


図9 走査パターン

図10 金属積層モデルの4工程の概要

<実験結果>

残留応力の測定結果を図11に示す。造形直後およびベースプレートから切り離した後のサンプルの内部には最大で 600MPa 程度の応力が発生しているものの表面層には大きな応力は見られない。熱処理後は表面層だけでなく、内部 (300 μ m) にかけて応力が解消されている。

熱処理後のピーニング処理によって表面層付近に 600MPa 程度の圧縮応力が見られることから、金属積層モデルにおいてもショットピーニングの効果を確認することができた。

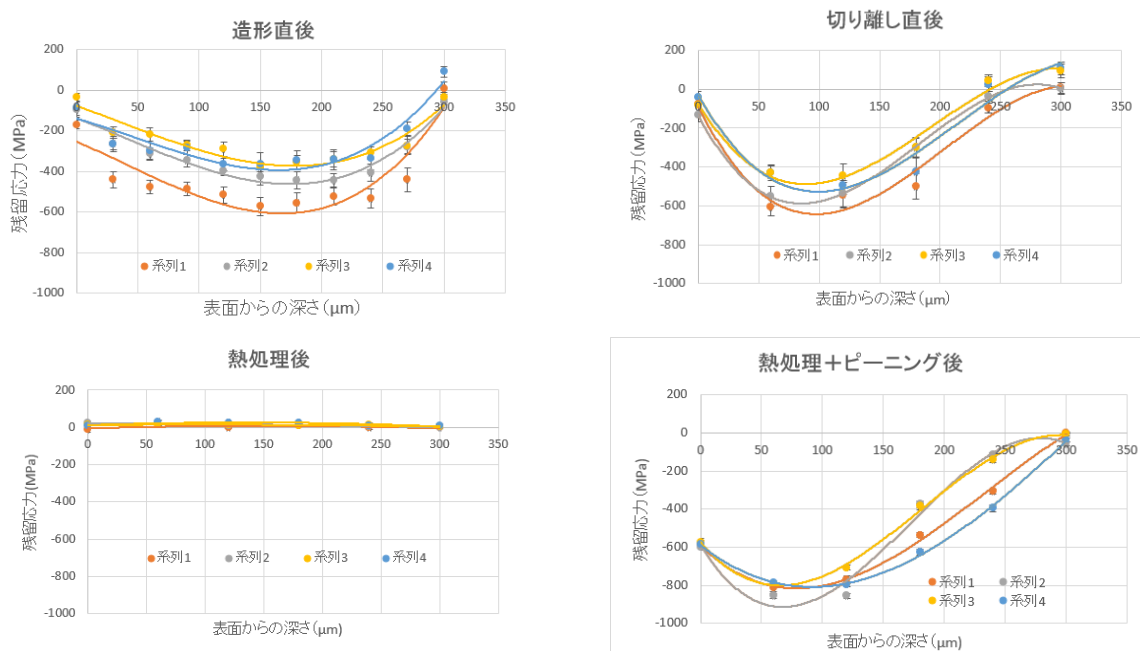


図11 金属積層モデルの残留応力測定結果

2-3. 実用性検討

本研究の実用性評価として3D積層モデル（アクリル系光硬化樹脂）製の鋳造用マッチプレート^{※3}を製作した。製作したマッチプレートは精密研磨用ブラスト研磨装置による研磨を行ったものを使用した。マッチプレートによる砂型造形および実用性評価は、山口県内で鋳物製品の企画・製造を行っているアボンコーポレーション株式会社様にて実施して頂いた。

図12に3D積層モデル（アクリル系光硬化樹脂）製マッチプレート、および鋳造品を示す。

本検討により3D積層モデルによるマッチプレートにおいても砂型の成形および砂型を用いた鋳造が可能であることが確認できた。

※3 マッチプレートは鋳造用の砂型を造形するための型であり、従来は木型やアルミ型を使用することが多い。



図12 3D積層モデルによるマッチプレートおよび鋳造品

3. 今後の展開

今後は本研究で実施した実験方法を用いて、その他の3Dプリンター（その他の材料）で造形した3D積層モデルについても研磨条件やショットピーニング条件の検討を行い、3D積層モデルの実用用途への展開に役立てる。

4. 謝辞

本共同研究は、（公財）JKA様の補助事業を活用してアボンコーポレーション株式会社様の協力により行ったものです。また、実験に使用した精密研磨用ブラスト研磨装置（今年度導入）、直圧式ブラスト研磨装置（今年度導入）、残留応力を測定したX線応力測定装置（平成24年度導入）は（公財）JKA様の補助により導入したものです。ここに、（公財）JKA様、アボンコーポレーション株式会社様に感謝の意を表します。