

ノニオン系ポリマーを用いた 3D プリンティング向け熱可塑性樹脂材料の機能化

Functionalization of Thermoplastic Material for Additive Manufacturing via Nonionic-polymer

川上 結子, 中村 達人, 浅川 慕子, 野村 和清

Yuko KAWAKAMI, Tatsuhito NAKAMURA, Motoko ASAKAWA, Kazukiyo Nomura

株式会社 ADEKA

ADEKA Corporation

【要約】

本研究では静電気拡散剤として新規に開発したノニオン系ポリマー (3D-AS01) を使用し、高い静電気拡散性と着色性の両立が可能な積層造形用材料の開発を目指した。3D-AS01 を配合した ABS 樹脂フィラメントを用いて MEX 式 3D プリンタで積層造形試験片を作成した結果、静電気拡散レベルの表面抵抗率を達成した。また顔料による任意の着色も可能であった。さらに、造形方向を変更した場合でも安定した静電気拡散性能が発現した。従って 3D-AS01 は樹脂に高い静電気拡散性付与が可能なノニオン系ポリマーであり、意匠性と安定した静電気拡散性が求められる積層造形樹脂材料に好適な樹脂改質剤であるといえる。

キーワード: 熱可塑性樹脂, 材料押出方式, 積層造形, 静電気拡散性, 意匠性, 異方性

【Abstract】

In this study, we have tried developing the material for additive manufacturing by addition of nonionic-polymer (3D-AS01) to achieve both good static-charge dissipation properties and good designability. Test specimen was prepared from filament based on ABS resin and 3D-AS01 by using MEX-type 3D printer, and it achieved static-charge dissipation level of the surface resistivity. In addition, optimal coloring was achieved by pigments. Moreover, stable performance was exhibited regardless of build orientation when using 3D-AS01. Therefore, nonionic-polymer 3D-AS01 is a suitable modifier for the materials which are prepared by MEX-type 3D printing and are required both good designability and stable static-charge dissipation performance.

Keywords: Thermoplastics, Material Extrusion, Additive Manufacturing, Static-charge dissipation, Designability, Anisotropy

1. 序論

3D プリンタを使用して立体構造部材を作成する技術は積層造形 (Additive Manufacturing) と呼ばれており、世界中で高い注目を集めている。積層造形技術の中でも、熱可塑性樹脂フィラメントを材料として用いる材料押出方式 (以下 MEX と略称) は最も普及が進む造形方式の一つである。MEX は DIY や試作用途だけではなく工業部材といった最終製品の製造にも用いられており、このような用途では材料に高強度や高耐熱といった機能が求められている。

こうした機能化ニーズの一つとして材料の静電気拡散がある。電気・電子分野では少量多品種化に対応するため、筐体や部材を MEX で作製する事例が増加している。これらの用途では蓄積した静電気による電気・電子部材の破壊を防ぐため、電気拡散処理が必要であり、炭素繊維やカーボンナノチューブ (CNT) といった導電炭素が配合された導電性フィラメントが MEX 材料として使用される¹⁾。導電炭素材料は根本的に黒色、かつ配合量が多く顔料による着色ができないため、静電気拡散フィラメントは黒色しか市場に存在しない。材料の着色は最終製品の意匠性を高めることにつながるため、そ

の可否は重要であり、改善の余地があると考えられる。

本発表では新規に開発したノニオン系ポリマー 3D-AS01 を使用し、高い静電気拡散性及び顔料による任意の着色性の両立可能な積層造形材料の検討を行った。

2. 実験

二軸混練押出機を使用し、ABS 樹脂 (MFR=9 dg/min.) とノニオン系ポリマー (3D-AS01) からなるコンパウンドを混練温度 230°C で作製したのち、単軸混練押出機を使用し混練温度 230°C にて該コンパウンドを押出加工することで、φ 1.75mm の連続したフィラメントを作成した。

得られたフィラメントを MEX 式 3D プリンタに取り付け、ノズル径 0.4mm、ノズル温度 260°C、ビルドプレート温度 90°C、チャンバー温度 40°C、積層ピッチ 0.2mm、造形向き XY、ラスター配向 45° / -45° の条件で積層造形を行い、試験片 (45 mm × 54 mm × 3 mm 厚) を作成した。

試験片を温度 25°C、50% 相対湿度の雰囲気下にて保存し、同雰囲気下で (株) 三菱化学アナリティック製ハイレスター UX ハイレスター (MCP-HT800) 抵抗計を用いて表

面抵抗率を測定した。

3. 結果

ABS 樹脂に対して 3D-AS01 を添加した際の試験片の表面抵抗率を Fig.2 に示す。3D-AS01 の添加によって表面抵抗率は低下し、10wt%の添加で静電気拡散レベルである $1 \times 10^{11} \Omega/\text{sq}$ を下回る表面抵抗率を達成した。また 3D-AS01 の添加によるフィラメントならびに造形試験片に大きな色調変化は認められず、その外観は ABS 樹脂単独の場合と同等であった (Fig.1)。

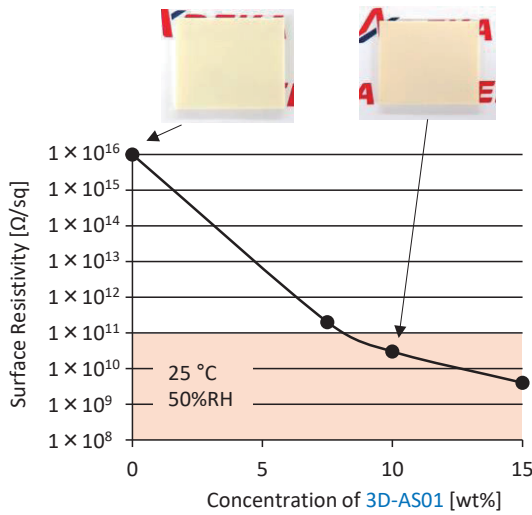


Fig.1 ABS 樹脂と 3D-AS01 からなる試験片の外観及び表面抵抗率

次に、3D-AS01 を使用した際の材料の着色性について確認した。ABS 樹脂に 10wt%の 3D-AS01 と所定量の顔料 (ピグメントブルー 29 及びピグメントグリーン 7) を配合したコンパウンドを作成したのち、2.に記載の方法でフィラメントおよび試験片を得た。その結果、低い表面抵抗率と任意の着色を両立した (Fig.2)。また顔料を配合した試験片の表面抵抗率は顔料無添加の試験片の表面抵抗率と同等であった。

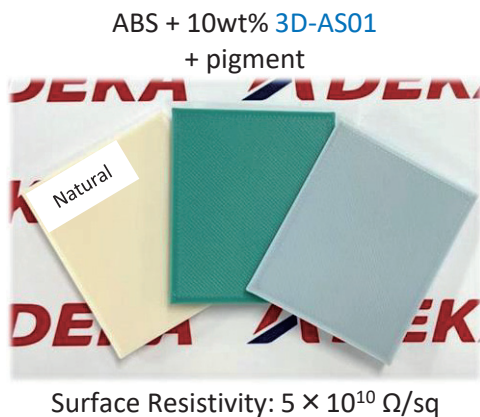


Fig.2 顔料による着色

次に今回開発した材料について、導電炭素が配合さ

れた材料との比較を行った。比較材料としては市販されている CNT 配合 ABS 樹脂フィラメントを用いた。該フィラメントを用いてこれまでと同条件にて試験片を作成したところ、黒色であり調色はできないものの、静電気拡散レベルの表面抵抗率を示した (Fig.3)。一方で試験片を造形する際の向きを XY 方向から XZ 方向に変更したところ、表面抵抗率が大幅に上昇し、静電気拡散レベルを満たさない性能となった。これは、CNT 配合材料は造形向きによる性能の異方性が大きいことを示唆している。CNT による静電気拡散は CNT の配向に大きく依存するため、配向と垂直方向に積層を重ねる XZ 方向での性能が低下したものと考えている。

一方で 3D-AS01 を 15wt%配合した ABS 樹脂フィラメントを用いて検証を行ったところ、XZ 方向の性能は XY 方向と同等であり、異方性が非常に小さく、造形方法に依らず静電気拡散レベルの性能を達成することが判った。

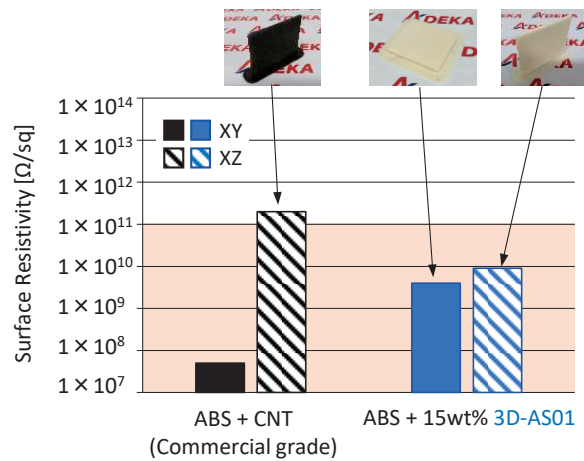


Fig.3 CNT または 3D-AS01 配合 ABS 樹脂試験片の外観及び表面抵抗率の異方性

4. 結論

3D-AS01 は樹脂に対して造形方向に依らず高い静電気拡散性付与が可能なノニオン系ポリマーであるとともに、顔料による任意の着色も可能であることから、安定した静電気拡散性と意匠性が求められる積層造形樹脂材料に好適な改質剤であるといえる。

参考文献

1. M. S. Thompson, *J. Vinyl Addit. Technol.* **2022**, 28(1), 3.