

# 立体物静電植毛加工の高品質化を目指した静電場シミュレーションの活用

長谷川 孝<sup>\*,†</sup>・小畑 輝<sup>\*\*</sup>

<sup>\*</sup> 地方独立行政法人東京都立産業技術研究センター開発本部開発第一部電気電子技術グループ 東京都江東区青海2-4-10(〒135-0064)

<sup>\*\*</sup> 地方独立行政法人東京都立産業技術研究センター事業化支援本部多摩テクノプラザ電子・機械グループ

東京都昭島市東町3-6-1 (〒196-0033)

† Corresponding Author, E-mail: hasegawa.takashi@iri-tokyo.jp

(2019年4月11日受付, 2019年6月20日受理)

## 要 旨

オーダーメイド仕様の商品展示用ディスプレイへの植毛加工は、既存の大量生産ラインによる植毛が困難であるため、手持ち式ポータブル植毛装置が使用されている。本装置で高品質な植毛を行うためには、装置と被植毛品との間の最適な距離（最適植毛距離）の決定が重要となる。しかしながら、これを現場で行うには作業者に熟練した技術ノウハウが要求される。本研究では、商品展示用ディスプレイ向け植毛品として球体、円柱および円錐を選択した。熟練技術ノウハウに乏しくても、当該植毛品において最適植毛距離を決定できるようにするため、3D対応の静電場シミュレーションを活用した。シミュレーション結果から最適植毛距離を決定し、植毛実験によって結果の妥当性を確認した。

キーワード：球体・円柱・円錐、手持ち式ポータブル植毛装置、最適植毛距離、熟練技術ノウハウ、静電場シミュレーション

## 1. 緒 言

近年、商品展示用ディスプレイ向けの静電植毛の需要が増加している。商品展示用ディスプレイへの静電植毛は、種々の平面や曲面で構成された立体物に対する植毛であり、サイズも大小さまざまである。オーダーメイド仕様の一点ものであるため、既存の大量生産ラインによる植毛が困難となっている。そのため製造現場では、小型・軽量で、種々の立体形状に植毛できる手持ち式ポータブル植毛装置が使用されている<sup>1,2)</sup>。本装置で高品質な植毛を行うためには、植毛前に現場作業者が装置と被植毛品との間の最適な距離（最適植毛距離）を決定する必要がある。しかしながらこれを実現するには、作業者に熟練した技術ノウハウが要求される<sup>1)</sup>。

筆者らは、商品展示用ディスプレイへの静電植毛に対して、作業者が熟練技術ノウハウに乏しくても手持ち式ポータブル植毛装置で高品質な植毛を行えるようにするため、最適植毛距離の決定に際して静電場シミュレーションの活用に取り組んでいる。これまでに被植毛品として、厚さの影響が出ない薄板を対象とした活用事例を文献<sup>1)</sup>にて報告した。

本研究では、前記報告結果を基にして、被植毛品として立体物である球体、円柱および円錐を選択し、当該植毛品の最適植毛距離の決定に際して3D対応の静電場シミュレーションの活用を試みた。シミュレーションの解析結果から決定した最適植毛距離については植毛実験を行い、妥当性を確認した。

## 2. 解析および実験

### 2.1 静電場解析

#### 2.1.1 使用ソフト

静電植毛製品は、植毛前工程で被植毛品に静電的に導電性機能を有する水溶性接着剤を塗布する<sup>3)</sup>。植毛装置と接着剤で導電化された被植毛品表面との間には、高電圧印加によって電場が形成される。これにより、植毛パイルがクーロン力によって植毛装置から被植毛品表面に向かって飛翔する<sup>3)</sup>。本研究では、植毛装置のパイル吐出口を想定した円板電極と被植毛品を対象として、3D-CADであるDassault Systemes SolidWorks社製SOLIDWORKSでCADデータを作成後、SOLIDWORKSアドイン電磁界解析ソフトであるEMWorks社製EMS2017を使用してシミュレーションによる静電場解析を行い、最適植毛距離を決定した<sup>4)</sup>。

#### 2.1.2 最適植毛距離の決定方法

筆者らは、過去に厚さの無視できる正方形薄板を対象とした場合、薄板が置かれたアース板中心部においては、133 mmが最適植毛距離であることを文献<sup>1)</sup>によって導出した。本研究ではこのときの評価モデルをSOLIDWORKSとEMS2017によって再現した。Fig. 1は斜め上からモデルを眺めた図であり、Fig. 1の赤色円板電極は文献<sup>1)</sup>における植毛装置のパイル吐出口に相当し、青色部分は同文献記載のアース板に相当する。文献<sup>1)</sup>では、最適植毛距離が133 mmのとき、アース板に対する円板電極の最接近部分はアース板の中央直上でアース板端面にいくほど円板電極との距離は離れる。Fig. 1でも同様に配置しており、円板電極の最接近部分はアース板の中央直上であり、その距離は133 mmである。本研究では、上記モデルにお

【図表について】電子ジャーナルサイト「J-STAGE」ではカラーでご覧いただけます。https://www.jstage.jst.go.jp/browse/shikizai/-char/ja/