

氏 名	わた なべ ひろ すけ 渡 邊 博 佐
学位(専攻分野)	博 士 (工 学)
学位記番号	論工博第3241号
学位授与の日付	平成9年3月24日
学位授与の要件	学位規則第4条第2項該当
学位論文題目	レーザーアブレーションによる繊維の表面改質に関する研究

論文調査委員 (主 査)  
教授 山本雅英 教授 宮本武明 教授 山岡仁史

### 論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、レーザーアブレーション法を用い、表面が疎水性で不活性なポリエチレンテレフタレート (PET) 繊維およびアラムド繊維の表面を活性に改質するために行った研究成果をまとめたもので、9章からなっている。

第1章は緒言であり、繊維材料の産業分野での位置付けと、実用の際の表面特性の問題点を述べ、その解決のためにレーザーアブレーションを用いる方法についての研究の経緯を説明し、本研究の目的ならびに本論文の構成について述べている。

第2章では、PET フィルムについて、レーザー照射による表面特性の変化を表面モルホロジー、表面の化学構造変化、およびアブレーション生成物の解析を行うことにより明らかにしている。しきい値以上のフルエンスで表面に微細な凹凸構造が規則正しく形成すること、静的、動的濡れ性は、しきい値以上で疎水性になることを示した。またアブレーションにより PET 表層部で酸素原子の分率が減少するとともに非晶化することを見出している。さらに環状オリゴマーが生成することを見出し、照射部が 250°C 以上の高温になることを明らかにしている。

第3章では PET フィルム表面に形成される凹凸構造の特性を論じている。アブレーション前後の表面配向には変化が認められないが、厚み方向の配向に差異を見出している。また照射部では染料の拡散が大きくなるが、これは表面の非晶化に起因することを見出している。

第4章では、PET 繊維のアブレーションを解析し、照射により延伸糸では繊維軸と直角方向に凹凸構造を形成すること、未延伸糸では凹凸構造は出現しないことを見出している。規則的な凹凸構造は、繊維の結晶、非晶の割合には依存せず、繊維の配向度に依存することを見出している。

第5章では、直延伸法 PET 繊維のアブレーション挙動を論じている。配向度が同じでも、紡糸速度の違いにより凹凸構造のサイズが異なり、繊維の表面構造に差異のあることを見出している。また分散染料で染色した際の染料の拡散係数が、この凹凸構造パラメーターと密接に関連することを見出している。

第6章では、PET フィルムおよび繊維に、エキシマレーザーからのパルス光あるいはエキシマレー

ンプからの定常光を照射したとき、そのフォトン密度差が表面微細構造形成に大きく影響することを明らかにしている。

第7章では、化学構造の異なる2種類のアラミド繊維、PPODPTA（テクノーラ）繊維とPPTA（ケブラー）繊維のアブレーションの特徴を解析している。凹凸構造が繊維軸に対し直角方向に形成されるが、その構造は微細構造、非晶相の配向、化学結合の差異により影響を受けることを明らかにしている。

第8章では、マトリックスゴムとの接着性を改良する観点から、レゾルシン・ホルムアルデヒド・ゴムラテックス（RFL）処理による評価法を用いてレーザーアブレーションの効果を検討している。PET繊維、PPODPTA繊維では接着性能が著しく向上するが、PPTA繊維ではその効果は発現しないことを見出している。PET繊維では、凹凸構造が形成され表面積が増加すること、表層部の非晶化の際に処理剤との親和性が増加すること、アクリレートモノマーのラジカル重合により接着剤層の凝集力を高めることを明らかにした。PPODPTA繊維では、エーテル結合がアブレーションを受け易く、付与されたアクリレートモノマーの親和性を増加させること、PPTA繊維では、アブレーションを受け難くアクリレートモノマーとの親和性が十分でなく、接着性能向上につながらないことを明らかにしている。

第9章は結論であり、本論で得られた成果について要約し、エキシマレーザーアブレーションの機構についての考察を行っている。

### 論文審査の結果の要旨

本論文は、レーザーアブレーション法を用い、ポリエチレンテレフタレート（PET）繊維およびアラミド繊維の表面を活性に改質することを目的として、アブレーションに伴う繊維の表面特性の変化を明らかにするとともに、接着性能の向上を計ったものであり、得られた主な成果は以下の通りである。

1. レーザーアブレーションによりPET表層部で酸素原子の分率が減少すること、非晶部の割合が増えることを見出している。また環状オリゴマーが生成することを見出し、照射部が250℃以上の高温になることを明らかにしている。

2. PET繊維のアブレーションを解析し、照射により延伸糸では繊維軸と直角方向に凹凸構造を形成すること、未延伸糸では凹凸構造は出現しないことを明らかにしている。規則的な凹凸構造は、繊維の結晶、非晶の割合には依存せず、繊維の配向度に依存することを明らかにしている。

3. アラミド繊維では、ジフェニルエーテル単位を含む繊維（テクノーラ）はアブレーションを受け易いが、*p*-フェニレンアラミド繊維（ケブラー）はアブレーションを受け難いことを見出している。

4. 繊維にアクリレートモノマーを付与後、レーザーアブレーションを行うことにより、ゴムとの接着力を向上させることに成功し、繊維の表面改質法として“ウェットアブレーション”の手法を提案した。

以上、要するに本論文はレーザーアブレーションによる高分子繊維材料の表面特性の変化を評価し、繊維表面の改質に成功したものであり、学術上、實際上寄与するところが少なくない。よって本論文は博士（工学）の学位論文として価値あるものと認める。また平成9年2月22日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行った結果、合格と認めた。