

紫外線 LED を用いた高分子親水化技術の開発

繊維生活部 ○神谷淳

1. 目的

合成繊維の親水化加工は、親水性モノマーのグラフト重合や親水性樹脂によるコーティングといった湿式処理，あるいはプラズマやコロナ放電といった乾式処理等で行われる。ただし，前者は加熱工程を伴うためエネルギー使用量が大きいこと，後者は設備が比較的大規模化するといった課題があった。そこで本研究では，紫外線照射と二酸化塩素 (ClO_2) を併用する高分子材料等の酸化による親水化反応¹⁾に着目し，これを合成繊維等に应用することを目的とした。なお，紫外線光源としては水銀ランプやメタルハライドランプ等があるが，本研究では消費電力および排熱が少ない紫外線 LED を用いた。

2. 内容

2.1 紫外線 LED 装置と処理条件

基材を設置したガラスビーカー内において，亜塩素酸ナトリウム水溶液 (2wt%) に濃塩酸を滴下し ClO_2 ガスを発生させた後，バッチ式の紫外線 LED 装置を用いてビーカー外部から紫外線を照射した。光源はピーク波長 365nm，最大照度約 $450\text{mW}/\text{cm}^2$ である。なお ClO_2 は黄色を呈する空気より重い気体であるが，紫外線照射により塩素ラジカルを生じ，これが基材と反応することで高分子表面が親水化される¹⁾。

さらに，生地等に対する連続加工性を検討するため，連続加工式の紫外線 LED 装置も別途準備した。本装置は内径約 $\phi 35\text{mm}$ × 長さ約 0.5m のガラス管外部に 9 個の LED 光源を配置し，容器外で発生させた ClO_2 ガスの導入口と排気口を有している。基材を一定速度 (0.15~2.4m/min) で巻取りながらガラス管内部を通過させ，連続処理する構造とした。先のバッチ式と合わせて図 1 に装置の外観を示す。

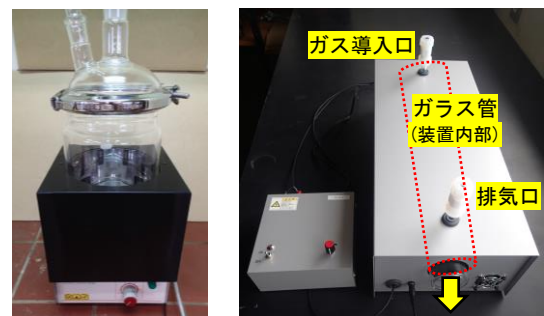


図 1 紫外線 LED 装置

(左：バッチ式，右：連続加工式)

2.2 樹脂板に対する親水化加工

最初にバッチ式紫外線 LED 装置を用い，ポリプロピレン (PP) 板に対する処理時間を変化させた時の水の接触角の変化の様子を図 2 に示す。紫外線および ClO_2 のみでは接触角にほとんど変化はないが，両者の併用では接触角は減少し，親水性が向上したことが示された。また，本条件では処理時間 1min で親水化効果は飽和した。

またシアノアクリレート系接着剤を用い，PP 板 (1mm 厚) 同士の接着強度を測定したところ，5min 処理した場合は未処理と比較して約 6 倍になった (表 1)。これは，本加工により生じた PP 表面の水酸基が接着剤と反応したためと考えられる。

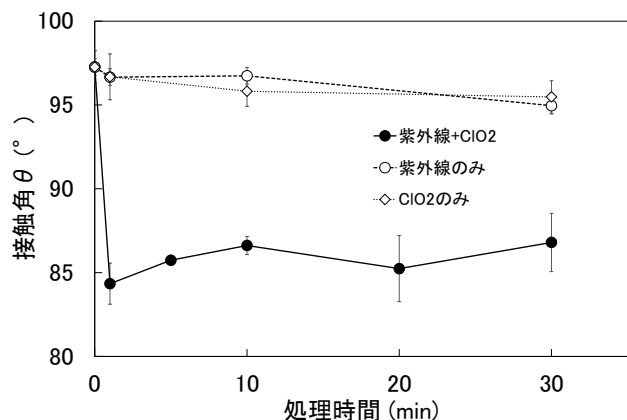


図 2 PP 板の親水化加工による接触角の変化

表 1 PP 板同士の接着強度

試料	接着強度 (MPa)
未処理	0.34
処理後	2.0

2.3 繊維に対する親水化加工

次に繊維基材への効果を検討するため、PP 不織布、ポリエステル織物、ナイロン織物を用い、前項と同様にバッチ式紫外線 LED 装置で処理した。

処理時間 5min とした時の処理前後における接触角の変化の様子を図 3 に示す。いずれの場合も PP 板と同様に接触角が減少したことから、繊維基材に対しても本加工法の有効性が確認できた。

また、未処理の PP 不織布は撥水性が高くほとんど吸水しないが、処理後は水濡れ性が大幅に向上し(図 4)、その結果吸水率は 30%以上を示した。

さらに、仮撚糸使いのポリエステル織物について、処理時間が及ぼす吸水速度(滴下法)および引張強度(25mm 巾)への影響を調べた結果を表 2 に示す。未処理では 120s 経過後も吸水しなかったが、10min 以上処理することで吸水性を示すようになった。引張強度は徐々に低下したが、強度低下率は 30min 処理でも 5%未満とわずかであった。

2.4 連続加工性の検討

図 1 の連続加工式紫外線 LED 装置を用い、基材に対する連続加工性を検討した。装置外部で発生させた ClO_2 ガスを小型ファンを用いて装置内に導入しながら、最大巻取り速度 0.6m/min で連続的に処理した。基材として 25mm 幅の PP 不織布を用いた場合の、接触角の変化の様子を図 6 に示す。巻取り速度を遅くし、処理時間が長くなるとともに徐々に接触角が減少する傾向が見られた。

3. 結果

本研究で次のことが明らかとなった。

- (1) 紫外線と ClO_2 を用いることで、PP 板や繊維基材 (PP 不織布、ポリエステル織物、ナイロン織物) を親水化加工できることを確認した。
- (2) 上記処理時間を長くすることで、PP 不織布やポリエステル織物の吸水性が向上した。
- (3) 連続加工が可能であることを確認した。

1) 大阪大学ほか、特許第 6931836 号、特許第 7133167 号など

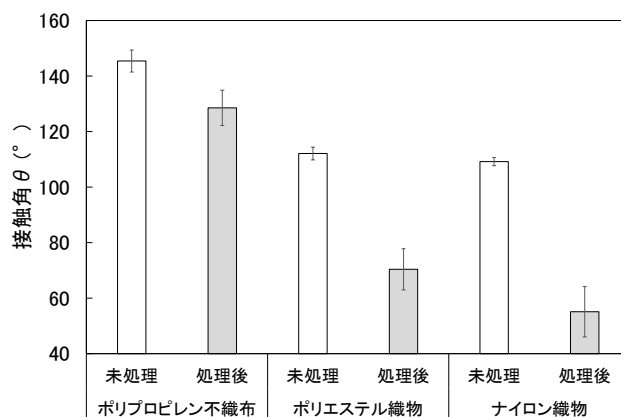


図 3 繊維の親水化加工による接触角の変化



図 4 PP 不織布の水濡れ性 (左: 未処理, 右: 処理後)

表 2 処理時間とポリエステル織物の物性

時間 (min)	吸水速度 (s)	引張強度 (N)
0	>120	433
5	>120	423
10	12.1	420
30	8.4	414

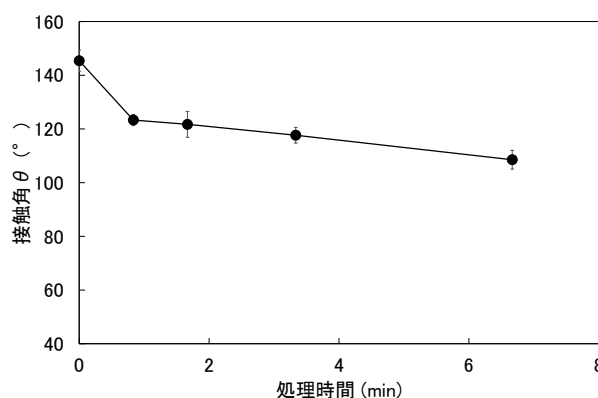


図 6 連続加工後の PP 不織布の接触角