

水系樹脂コーティングにおける接着性について

加工技術部：斎藤秀夫、出口和光^{※)}

1. はじめに

近年、世界的な規模で環境問題がクローズアップする中で、接着剤、塗料分野においては、主要な構成成分である有機溶剤による環境保全、労働安全衛生等に対する国内外の世論の高まりを背景に関連法規の改正など規制強化の方向にある。繊維加工のコーティング工程においても、このことは例外ではなく、有機溶剤を含まない樹脂への転換が必要となっている。しかし、水系樹脂は、耐水性や接着性、取扱いの煩雑さなどにおいて、溶剤系に比べて劣り、いろいろな問題をだかえているのが現状である。ここでは、コーティング加工における水系樹脂の接着性について、布の前処理等の影響について検討したので報告する。

2. 試験方法

2.1 試料

試験布	試料1 綿平織 $\frac{40/1 \times 40/1}{133 \times 83}$	試料2 ポリエステルタフタ $\frac{75d \times 75d}{100 \times 83}$	試料3 ナイロンタフタ $\frac{70d \times 70d}{123 \times 87}$
樹脂	ハイドランHW 311 (大日本インキ化学工業 [※] 製 ポリエステル系ウレタン)		
増粘剤	ボンコート V (同上 アクリル系樹脂)		
撈水剤	ディックガードF-18 (同上 フッ素系)		

2.2 試験項目と試験装置 (条件)

接触角	接触角計 CA-A型 (協和界面科学 [※] 製) 液滴法
粒度分布	レーザー解析/散乱式粒度分布測定装置 LA-700 (堀場製作所 [※] 製)
粘度	デジタル粘度計 DVM-B (東京計器 [※] 製) ローターNo.4, 回転数3rpm
表面観察	走査電子顕微鏡 JSM 5200型 (日本電子 [※] 製)
前処理	ニューマチック式マングル (辻井染機工業 [※] 製) サーモゾル試験機 (同上)

試料	絞り率 (%)	乾燥条件
1	85	150℃×4分
2	30	105℃×4分
3	同上	同上

厚さ KES-F3 (カトーテック[※]製) マイクロメーター (ミットヨ製)

カレンダー処理

ニューマチック フリクション カレンダー (由利ロール[※])

加圧 2ton, 4ton ロール表面温度 140℃

※) 現 愛知県商工部繊維雑貨課

コーティング

マルチコーター M-200 (株ヒラノテクシード)

試料	クリアランス(mm)	乾燥温度(°C)	巻取速度(m/min)
1	0.22	130	0.28
2	0.10		
3	同上		

剥離強さ フレキシオメーター (株安田精機製作所)

3. 結果及び考察

3.1 接触角及び浸透時間

水系樹脂のコーティングに当っては、樹脂の裏抜けを防止するために、前処理としてフッ素系やシリコン系の表面張力の低い化合物を付与して、繊維表面の表面張力を下げ、樹脂が濡れ広がるのを防ぎ、浸透しないようにした後、コーティング加工するのが一般的である。また、テント地やターボリンなどの産業用の両面コーティングを行う場合でも、毛細管現象による切断面から基布内への水の浸透を防止するため、同様に前処理してコーティング加工が行われる。しかし、これらの撥水剤による前処理はコーティング膜の接着性の観点からは、好ましいものではなく、一般に撥水度—接触角が高くなるほど基布とコーティング膜との接着性は低下する。このことは有名なヤング・デュプレの方程式によっても予想できる。この式は、付着（接着）仕事 W_A 、液体の表面張力を γ_L 、真の接触角を θ とすれば、次のようになる。この式は、撥水处理によって、

$$W_A = \gamma_L (1 + \cos \theta)$$

繊維表面の臨界表面張力が低下して、水に対する接触角 $\theta \rightarrow$ 大きくなると、 $\cos \theta$ が負になり減少し、結果的に W_A が小さくなることを示している。即ち、繊維と樹脂との接着力が低下することを示している。したがって、接着性と撥水性の相反する性質を調和させることが必要となるので、撥水剤使用濃度によって、水に対する接触角や浸透時間がどう影響を受けるか、また後で述べるが、その時接着力がどうなるかについても試験を行った。

3.1.1 撥水剤の影響

図1～3は、撥水剤による接触角及び接触角測定時の液滴の浸透に要する時間経過をグラフにしたものである。撥水剤の濃度が高くなるにしたがって、接触角も増大し、浸透に要する時間も長くなっていることがわかる。この場合、接触角は見かけの接触角であり、図中単繊維あるいはフィルム状の接触角が60度程度を示すのに、親水性の試料1は浸透が早く測定できなかったが、疎水性の試料2、3は約倍の100度を示した。これは、繊維になることによって、繊維—空気の複合界面が形成されることによって、このような大きな値をとるとされている。

これらの図より、接触角はともかく、浸透時間の結果から、試料1では濃度が6～7g/lあれば、片面コーティングが行えることが分かる。試料1は親水性の繊維であるが、疎水性の試料2では2g/l、その次に疎水性の試料3では2～3g/lあればよいことが分かる。

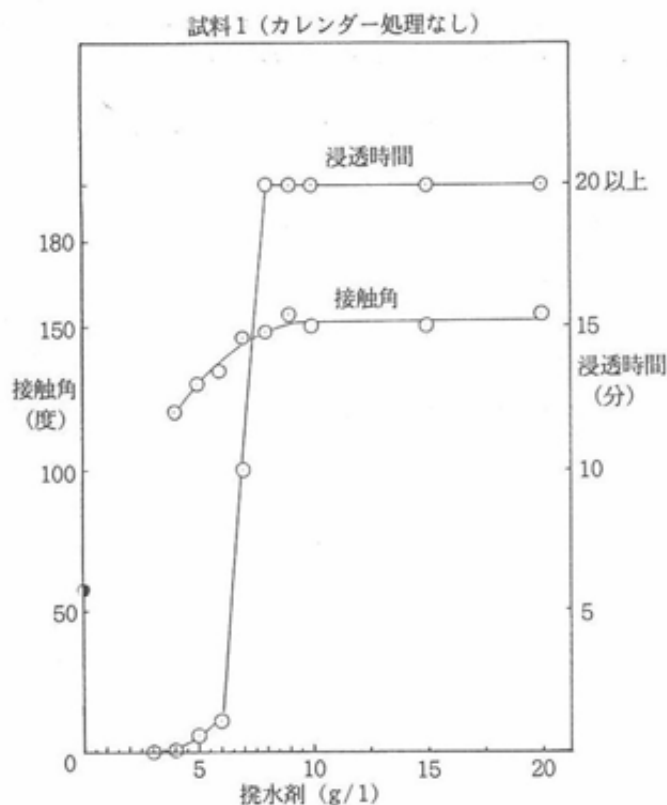


図1 試料1の接触角、浸透時間

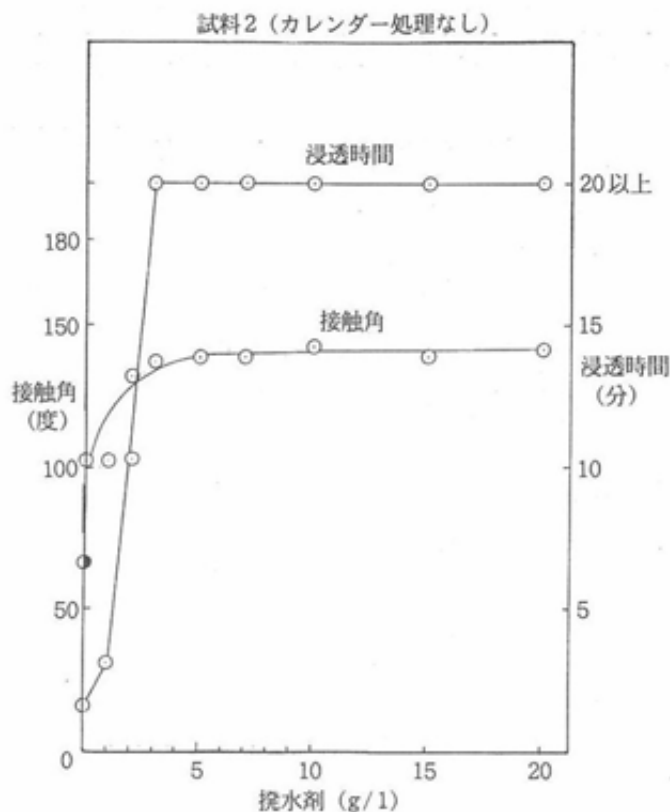


図2 試料2の接触角、浸透時間

3.1.2 カレンダー処理の影響

図1～3はカレンダー処理を行わなかった場合の結果であるが、図4～9はカレンダー処理を行って、織物の表面を平滑にした時の接触角と浸透時間の撈水剤の影響をグラフにしたものである。カレンダー処理によって織物がより平滑・緻密になるため、浸透時間が長くなることが予想されるが、試験結果もそのとおりになった。また、見かけの接触角も、織物表面がフィルムのように平滑になっていくので、真の接触角に近づいていくことが推定される。図より接触角は、カレンダー処理によって小さくなっていることが分かる。

以上より、カレンダー処理によれば撈水剤の使用量が低減化できることが期待されるが、図10に示すように、厚さがかなり減少して、紙のような風合いになってしまうことと、織物の凹凸や毛羽が与える接着性への効果がどのようになるか、換言すれば、毛羽などはアンカー効果を生じ接着性を向上させていると考えられ、これがなくなると接着力が低下を生じないか等について今後検討が必要である。

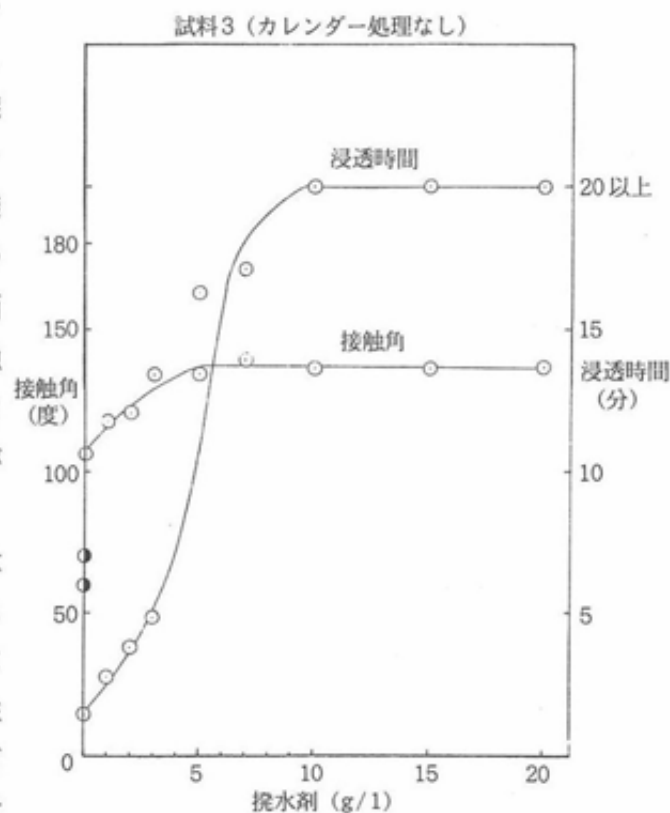


図3 試料3の接触角、浸透時間

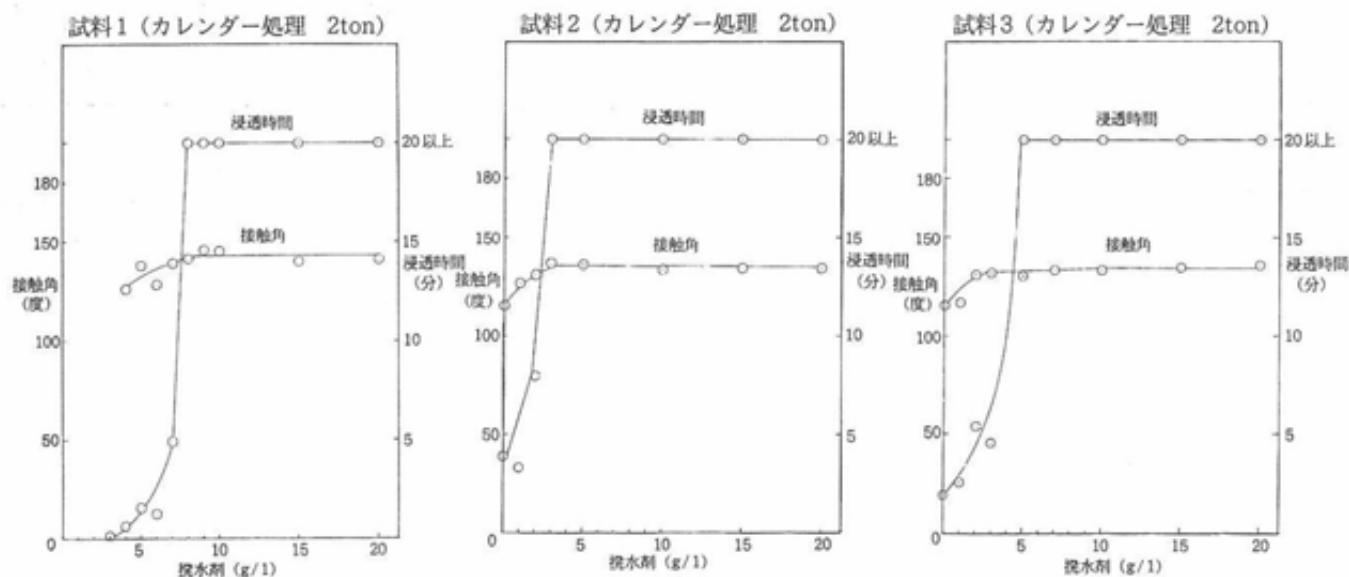


図4 試料1の接触角、浸透時間 図5 試料2の接触角、浸透時間 図6 試料3の接触角、浸透時間

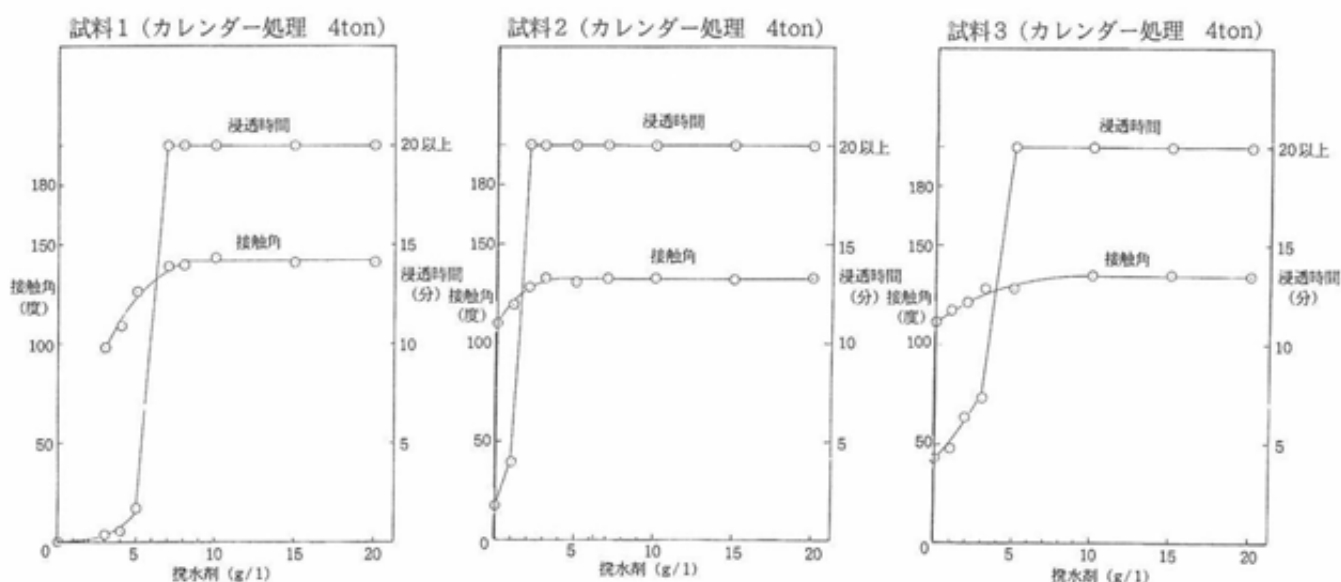


図7 試料1の接触角、浸透時間 図8 試料2の接触角、浸透時間 図9 試料3の接触角、浸透時間

なお、図10は、カレンダー処理と織物厚さの関係を示したものであるが、紡績糸織物の試料1は2トン加圧で半分程度の厚さになるが、試料2、3のフィラメント織物では処理によって余り変化しないことがわかる。また、織物厚さは測定法によってかなり違うことがわかり、コーティング時のクリアランス（ローラー間の隙間）を決める目安をどれにしたらよいのか迷ってしまうが、今回はKES-F3法を参考にして決め、コーティングを実施した。

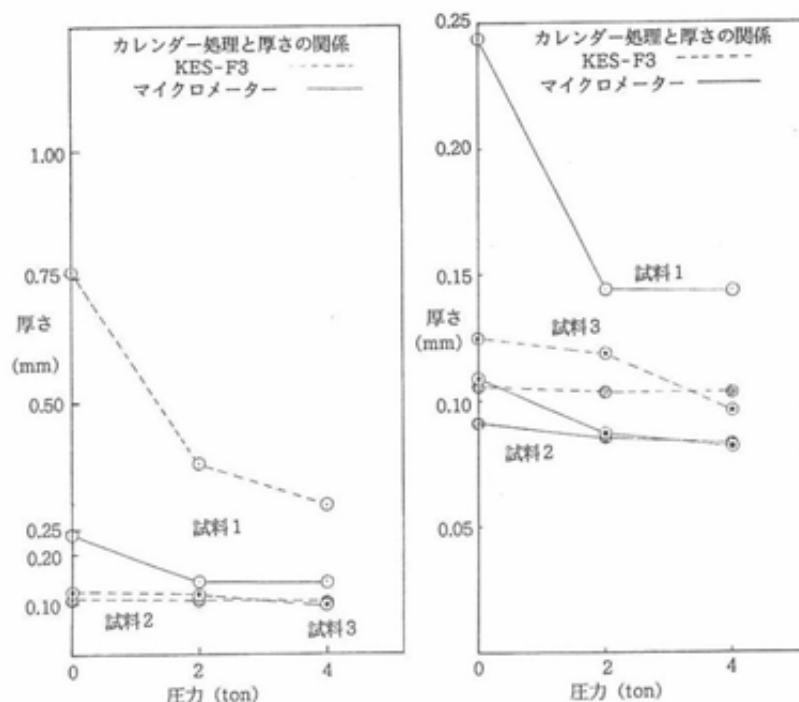


図10 カレンダー処理と厚さの関係
(右図は左図を拡大したもの)

3.2 コーティング樹脂量

クリアランスを一定にして、撈水剤のコーティング付着樹脂量への影響について調べた。図11がその結果である。試料2の場合、撈水剤の濃度が低い時は、樹脂は裏抜けを生じて下のローラーに付着し、結果、布への付着量は少なくなった。一方試料1、3の場合は、裏抜けはほとんど見られなかった。樹脂粘度は72Pa・sと高く、コーターの接圧もほとんど無いことを考え合わせても、SEM写真に見られるある程度以上の隙間に起因するのか、それとも他の原因なのか更に検討が必要であろう。

3.3 接着性

今回行った試験法は剥離強さ（接着性）を数値として直接求めるものではない。剥離強さの試験方法としては、引張試験機を利用してコーティング膜を基布から剥離するのに要する強さを測定する方法や今回採用した屈曲させることによって、基布と樹脂膜が剥離するまでの回数を測定する方法があるが、前者は定量的であるが後者は定性的な試験方法と言える。さて、実験結果を表に示す。裏抜けして含浸状態のものは除き、撈水剤の濃度が増すにしたがって、基布とコーティング膜が剥がれるまでの回数が減少していることが分かる。カレンダー処理を行ったものに対して試験を行っていないが、これよりもっと剥離回数は減少することが予想される。

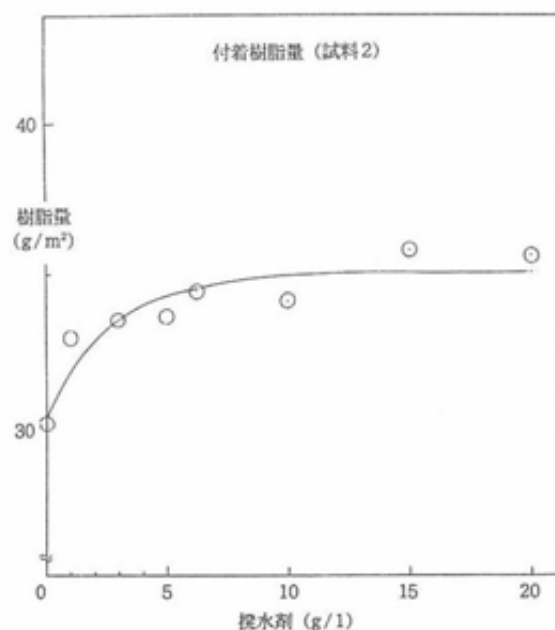


図11 付着樹脂量

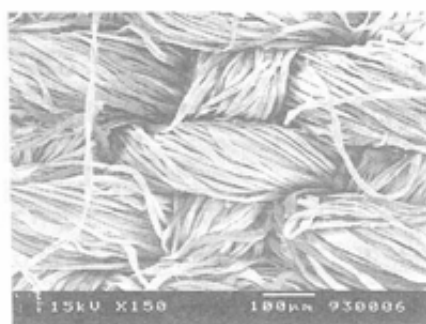
4. まとめ

水系樹脂のコーティング加工における前処理等と接着性の関係について検討した結果、次のことがわかった。

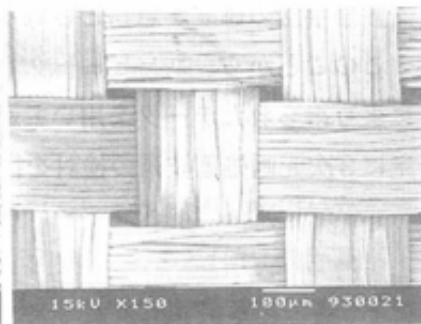
- ・裏抜けを防止するための撈水剤の使用濃度の目安としては、浸透時間でよく、接触角は適当ではない。
- ・撈水剤の使用濃度を下げるのにカレンダー処理は有効であるが、ペーパーライクな風合いに注意する必要がある。
- ・接着力は、撈水剤の使用濃度の増加によって低下するので、できるだけ下げることが大切である。また、織物のように複雑な表面を持ったものに対して、見掛けの接触角で接着力を見積ることは困難である。

表 接 着 性

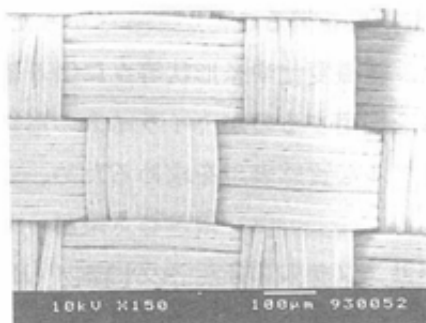
撈水剤濃度(g/l)	剥 離 回 数
0	10,000回で白化
5	5,000回以上
10	2,000回
20	1,000回



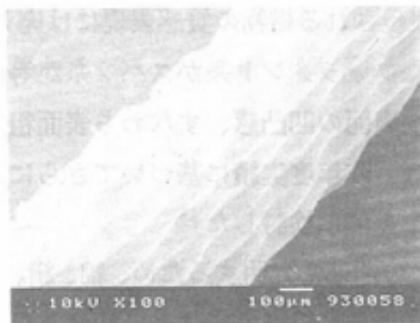
試料1 (カレンダー処理なし)



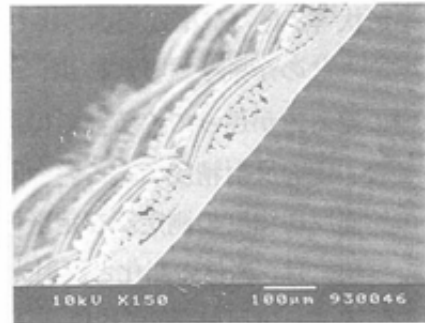
試料2 (カレンダー処理なし)



試料3 (カレンダー処理なし)



試料2 (撈水剤なし)



試料2 (撈水剤5g/l)

試験布の表面及びコーティング布の断面