

低粘度塗料の改質によるスクリーン印刷への応用

Modification of low viscosity paint for screen printing

技術開発部 工業材料科 矢内誠人 杉原輝俊

会津若松技術支援センター 産業工芸科 原朋弥 須藤靖典

応募企業 有限会社エンドースクリーン

粘度が低く、スクリーン印刷に適さない塗料を改質し、スクリーン印刷を可能にする研究を行った。塗料は高分子を含まず、ほぼシンナーと同等の粘度であることが分かった。そこで、硬化ひまし油、微粒子シリカの2種類の増粘剤を選定して実験した。この結果から、2種類の増粘剤を混合した塗料が良好な印刷性を有することを確認した。また、印刷物は可視光透過率が若干低下するものの、消毒作業を想定したラビング試験では良好な耐性を有することを確認した。

Key words: 塗料、スクリーン印刷、スプレッドメータ、可視光透過率、ラビング試験

1. 緒言

応募企業ではスクリーン印刷技術を活かし、抗菌性を付与した製品を開発している。今回検討している抗菌塗料は、乾燥後の塗膜が透明であり、様々な製品に抗菌性を付与できる。申請企業では透明なシールに抗菌塗料を塗布し、抗菌シールとすることを検討している。しかし、この抗菌塗料は粘度が低く、スクリーンから塗料が落ちてしまう。そのため、この塗料をスクリーン印刷で塗布するには、塗料に適正な粘性を付与しなければならない。

本研究では、スクリーン印刷に適さない低粘度塗料を改質し、スクリーン印刷を可能にすることを目的とした。また、塗膜の評価を合わせて行った。特に、研究対象の塗料は抗菌性を特徴とする塗料であるため、日常の消毒作業（アルコール拭き）を想定した耐久性を評価した。

2. 実験

2. 1. 抗菌塗料の概要

本実験で使用した塗料の粘度は低く、塗料用シンナーとほぼ同等である。塗料の不揮発分は30%であり、塗膜の乾燥には室温で5日間の養生が必要である。硬化条件から、有機シリコンを使用していると考えられ、乾燥塗膜のFT-IRスペクトルよりこれを確認した（図1）。2900から3000 cm^{-1} に見られる吸収はケイ素に結合しているメチル基由来と考えられる。すなわち、一般的な塗料のように塗膜のベースとなる高分子を含まない塗料であることがわかる。さらに、乾燥後の塗膜は透明であることから、体質顔料を含まない。したがって、塗料の粘度を上げるのが難しい塗料であることが分かった。

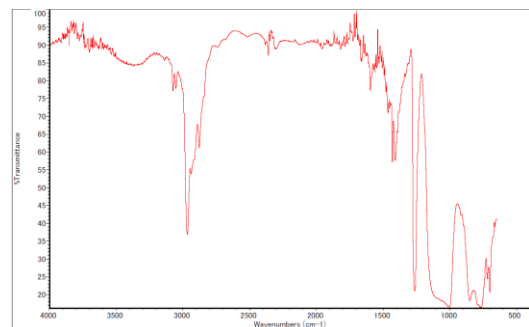


図1 抗菌塗料のFT-IRスペクトル

2. 2. 実験で使用した増粘剤

対象の塗料はトルエンを含むシンナーで希釈されている。そこで、有機溶剤系の塗料で増粘が見込める増粘剤を選定した。改質した塗料の塗膜は透明である必要があるため、実験では微粒子シリカ系2種（シリカ表面が親水性、疎水性）と有機化合物1種（硬化ひまし油）を選択した（図2）。

塗料の増粘効果を検討するため、塗料の溶剤に含まれているトルエンを用いて実験した。トルエンに増粘剤を加え、超音波照射、あるいは振動攪拌により増粘剤を溶解、分散させた。

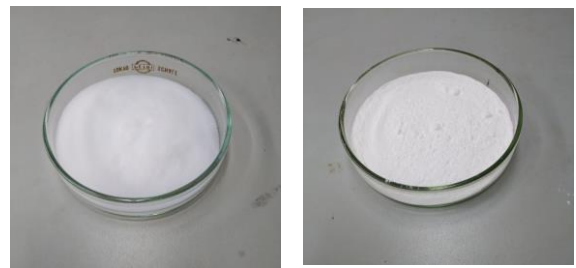


図2 実験に使用した増粘剤
（左：微粒子シリカ、右：硬化ひまし油）

2. 3. 塗料の粘度測定

増粘させた塗料の粘度はB型粘度計やレオメーターなどの回転式粘度計では評価できなかったため、JIS K5701:2000¹⁾に記載されているスプレッドメータで評価した(図3)。塗料を一定荷重で平板上に押し付け、一定時間後の塗料の広がり面積を指標とするもので、塗料の流動性を評価するのに使用される。本研究では60秒後の塗料の広がり幅(D₆₀)を粘度の指標として用いた。

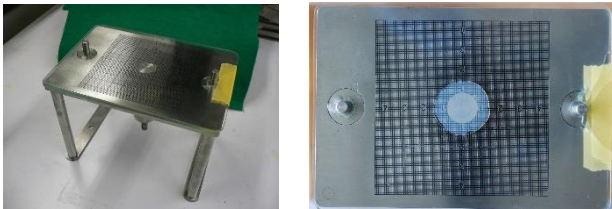


図3 スプレッドメータ
(左：装置外観、右：試験面)

2. 4. スクリーン印刷実験

スクリーン印刷は塗料をメッシュの上に乗せ、穴が開いている部分からインクを押し出して印刷する。このため、塗料がメッシュから落ちてしまうと印刷できない。まずはスクリーン上に塗料が保持されるかを確認した。紙の上にスクリーン印刷で使用するメッシュを置き、その上に配合した塗料を乗せた。その後メッシュを外し、紙に染み出した塗料の有無で評価した。

次に印刷実験を行った。メッシュ数300のスクリーンに市松模様と長方形のパターンを作成し、印刷実験を行った。スキージの動作は手動で行った。透明な塩ビシートの上にプライマーを塗布し、その上に配合した抗菌塗料を印刷した。

2. 5. 印刷物の評価

抗菌性能を付与する透明シールを想定し、前項で作成した印刷物を試験対象とした可視光透過率の測定及びラビング試験を行った。可視光透過率はJIS R3106²⁾の手法により計算した。ラビング試験は文献³⁾の方法を参考に以下の方法で実施した。エタノールをしみこませた紙を塗膜の上に置き、紙の上に100gの重りを乗せ、塗料の上を往復させた。20往復ごとに塗膜の厚さを評価し、100往復となるまで試験した。透明な塗膜の膜厚を測定するのは難しい。そこで、蛍光エックス線分析を行い、塗膜由来のケイ素と塩ビシート由来の塩素の半定量値比率(Si/Cl)を計算し、膜厚を反映するパラメータとした。

3. 結果

3. 1. 増粘剤の特性

微粒子シリカ2種、硬化ひまし油それぞれをトルエンに添加した。微粒子シリカはトルエン中に容易に分散した。表面が親水性の微粒子シリカは時間とともに沈降したため、長期安定性に欠けると判断した。このことから、表面が疎水性の微粒子シリカを実験に使用した。硬化ひまし油は攪拌しても溶解しにくい、40℃に加熱すると溶解した。両者とも添加量に比例して粘度が上昇するが、あるところでゲル化が生じた(図4)。また、硬化ひまし油において、配合量が増えると冷却した際に結晶が析出することが分かった。

以上の結果をもとに、トルエン100部に対し、疎水性微粒子シリカの配合上限を10部、硬化ひまし油の配合上限を20部として粘度測定を行った。



図4 トルエン溶液の性状
(左から硬化ひまし油が2部、5部、10部)

3. 2. 粘度測定結果

トルエンに添加した増粘剤の量とスプレッドメータのD₆₀の関係を表1、図5に示す。D₆₀は値が小さいほど押しつぶされにくく、増粘の効果が認められる。硬化ひまし油は、5部未満の添加量では増粘効果が見られなかった。5部の添加で増粘効果が認められ、添加量を増やしても効果はほとんど変わらなかった。また硬化ひまし油は添加量が増えると結晶が析出することが分かった。一方で微粒子シリカは添加量とともに増粘効果が発現することが分かった。しかし、微粒子シリカは比重が小さく、添加量が増えると体積が大きくなり、溶液ではなくなってしまう。それぞれの増粘剤の添加量を抑えるため、両者を混合したところ、優れた増粘効果が発現した(図5中▲)。これ以降、塗料の増粘は微粒子シリカと硬化ひまし油を併用することとし、硬化ひまし油の添加量を抑えることとした。検討の結果、トルエン100部に対し、添加する硬化ひまし油を2部以内とし、微粒子シリカによって増粘具合を調整することとした。

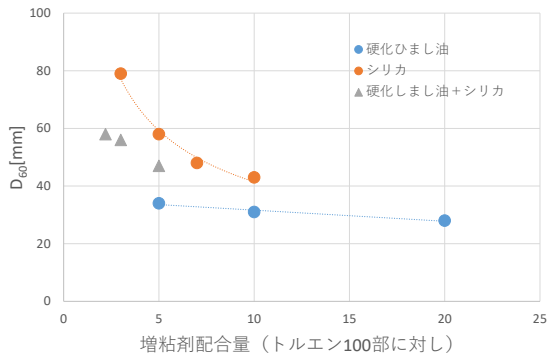


図5 D₆₀測定結果

表1 トルエンのスプレッドメータ測定値

トルエン：硬化ひまし油：シリカ	D ₆₀
100：1：0	計測不能
100：5：0	34
100：10：0	31
100：20：0	28
100：0：1	計測不能
100：0：3	79
100：0：5	58
100：0：7	48
100：0：10	43
100：0.7：1.5	58
100：1：2	56
100：2：3	47

3. 3. 印刷実験

3. 3. 1. スクリーン上の保持

紙の上にメッシュ数250のスクリーンを置き、そこに、表2に示す配合で調整した抗菌塗料を乗せた。その後、スクリーンを取り除き、紙に染み出した塗料を確認した。結果を図6に示す。今回の配合では、抗菌塗料100部に対し、硬化ひまし油2部、疎水性微粒子シリカ3部の配合においては、紙上への染み出しは確認されなかった。

表2 保持実験に使用した配合と実験結果

抗菌塗料：硬化ひまし油：シリカ	評価結果
100：0：0	×
100：2：0	×
100：0：7	×
100：1：2	×
100：2：1	×
100：2：3	○



図6 スクリーン上の保持実験結果

3. 3. 2. スクリーン印刷実験

前項で、スクリーンからの染み出しが見られた塗料を含め、メッシュ数300のスクリーンを用いて印刷実験を行った。用いた塗料の配合と、印刷実験の結果を表3に示す。増粘剤を併用しない塗料においては塗料の染み出しが見られ、塗料が印刷部から染み出してしまった。前項で染み出しが見られなかった塗料はパターンが正常に転写された仕上がりとなった(図7)。

表3 スクリーン印刷実験結果

抗菌塗料：硬化ひまし油：シリカ	印刷結果
100：0：7	×
100：1：0.5	×
100：1：2	○
100：3：1	○
100：2：3	○



図7 スクリーン印刷実験

(左：実験の様子、右：印刷物(青板を下に敷いて撮影))

3. 4. 印刷物の評価

3. 3. 2項で作成した印刷物を用い、可視光透過率を測定した結果を表4に示す。増粘剤の添加によって塗膜は艶消しの表面となり、可視光透過率の値は若干低下した。可視光透過率の測定結果は微粒子シリカの添加量と負の相関が見られた(図8)。

同じ印刷物に対し、アルコールをしみこませた紙によるラビング試験を行った。20回ごとの膜厚パラメータ(Si/C1)の結果より、いずれの印刷物においても1000回往復で膜厚の変化が見られないことを確認した(図9)。

表4 可視光透過率の測定結果

抗菌塗料：硬化ひまし油：シリカ	可視光透過率
100：0：0	88.77
100：0：7	82.26
100：2：1	88.38
100：2：3	86.05

放射率の試験方法及び建築用板ガラスの日射熱取得率の算定方法

- 3) 水島健太郎. 速乾無機ジンクリッチペイントの開発. 塗料の研究. 2015. No.157. p59-64

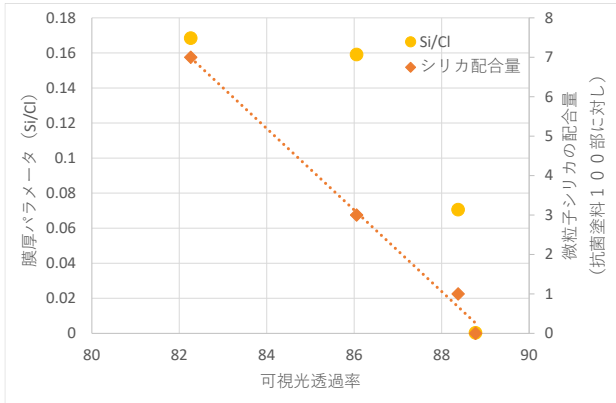


図8 微粒子シリカの添加量と可視光透過率の関係

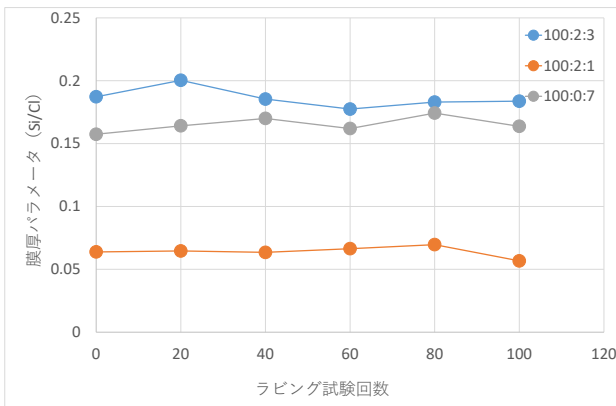


図9 ラビング試験結果

4. 結言

低粘度の抗菌塗料に増粘剤を添加し、スクリーン印刷を可能にする研究を行った。増粘剤は疎水性の微粒子シリカと硬化ひまし油の2種類を併用することで目的とする粘度を発現させることができ、スクリーン印刷が可能となることを確認した。配合した塗料は可視光透過率がやや低下したが、アルコール消毒作業を想定したラビング試験では良好な耐性を持つことを確認した。

参考文献

- 1) JIS K 5701-1, 2000, 平板インキー第1部：試験方法
- 2) JIS R 3106, 2019, 板ガラスの透過率・反射率・