

カーテン塗装に及ぼす 添加剤の影響

Effect of Additives on Curtain Flow
Coating



技術開発本部
第3部
多田昌弘
Masahiro
TADA



第1工業塗料本部
第2技術部
安部英之
Hideyuki
ABE



技術開発本部
第3部
田中正一
Shoichi
TANAKA

SUMMARY

Curtain flow coating is superior in finishing, but paint defects caused by liquid paint flow breaking, "breaking of curtain flow," often occur.

In this paper, "breaking of curtain flow" was observed and its mechanism was clarified. And effects of characteristics of 21 types of additives on "breaking of curtain flow" were discussed concerning dynamic surface tension, lamella length measured by platinum ring method, compatibility of additives in liquid paint, and destruction of paint bubbles.

It is found from test results that

- 1) "breaking of curtain flow" is caused by destruction of bubble in curtain flow,
- 2) "breaking of curtain flow" is influenced by properties of additives, especially by their molecular weight and solubility parameter, and
- 3) additives that have good compatibility and high surface tension are helpful for preventing "breaking of curtain flow."

要 旨

カーテン塗装は仕上がりが優れている長所を有するが、塗装時に塗膜が切れる「カーテン切れ」による塗膜欠陥をしばしば生じる。本報告ではカーテン切れ現象の実態観察を行いそのメカニズムを明らかにした。また、21種の添加剤の特性とカーテン切れの関係を動的表面張力、白金リング法によるラメラ長、添加剤の相溶性、塗料の破泡性等から検討した。その結果、以下の事が明らかになった。

- 1) カーテン切れは液膜中の泡の破泡によって起こる。
- 2) カーテン切れは添加剤の種類により大きく変化し、添加剤の特性、特に分子量、SP値の影響を受けやすい。
- 3) 相溶性が良く、表面張力の高い添加剤はカーテン切れを起こし難い。

1. はじめに

カーテン塗装はロールコーター塗装に比べ、仕上がりが良いことが知られており、工業ラインでも使用されている。しかしながら、塗液がスリットから出てくる際にカーテン膜が切れるということがしばしば起こる。このカーテン切れの発生原因や対策については明らかにされていない。また、添加剤種によってカーテン切れは大きく異なることがわかっているが、その要因が何であるか明らかでない。

本報では、カーテン切れの現象の実態把握と、各種添加剤の特性とカーテン切れとの関係について検討した結果を報告する。

2. 実 験

2.1 検討試料

2.1.1 添加剤

組成及び性状の異なる21種類を用いた。(アクリル、シリコン、ビニル等)

表 1 評価項目

評価項目		
カーテン適性	カーテン切れ	カーテンコーター循環5分での切れ回数
カーテン切れ実態調査		高速ビデオカメラ (ナック社 MEMRECAM) 500コマ/秒 撮影
塗料特性	ラメラ長	ダイノメーター (BYK社)
	動的表面張力	カーテン膜破壊法
	消泡性	ディスパー3000回転×5分強制攪拌後の泡体積
	濁度 (光透過率)	ヘイズメーター (基体樹脂2PHR添加)
添加剤特性	表面張力	吊板型 Surface Tensiometer

2.1.2 塗料

プレコート、家電上塗り用ポリエステル樹脂塗料

2.2 評価項目

表1に評価項目を示す。

2.2.1 カーテン切れ

スリットカーテンコーター (BURKLE社製) を用い、スリット幅0.8mmで循環5分間での膜切れ回数を測定することで定量的に評価した。

2.2.2 動的表面張力

図1に示すようにカーテン膜にテフロン棒を差し込み、膜を破壊することによってできる液チューブが鉛直方向となす角度を求めることにより、Antoniadesが提案した式(1)から求められる。¹⁾

2.2.3 ラメラ長

ダイノメーター (BYK社製) で白金リングにより塗料表面の塗液の伸びを測定した。

2.2.4 濁度

ポリエステル樹脂に各添加剤を有効成分で2PHR添加したものをヘイズメーター (日本電飾工業社製) にて測定した。光源 ;10v 7.5エキサイターランプ

2.2.5 カーテン切れ実態調査

カーテン膜の観察を行うため高速度ビデオカメラでカーテン膜の撮影を行った。高速度ビデオカメラは、ナック社のMEMRECAM CI/RX-1を使用し、500コマ/1secで撮影した。塗料のカーテン切れの瞬間をとらえるには光源の位置、その距離など種々の条件設定が必要である。検討の結果、撮影条件としてカーテン膜の背面に光源を設置しカーテ

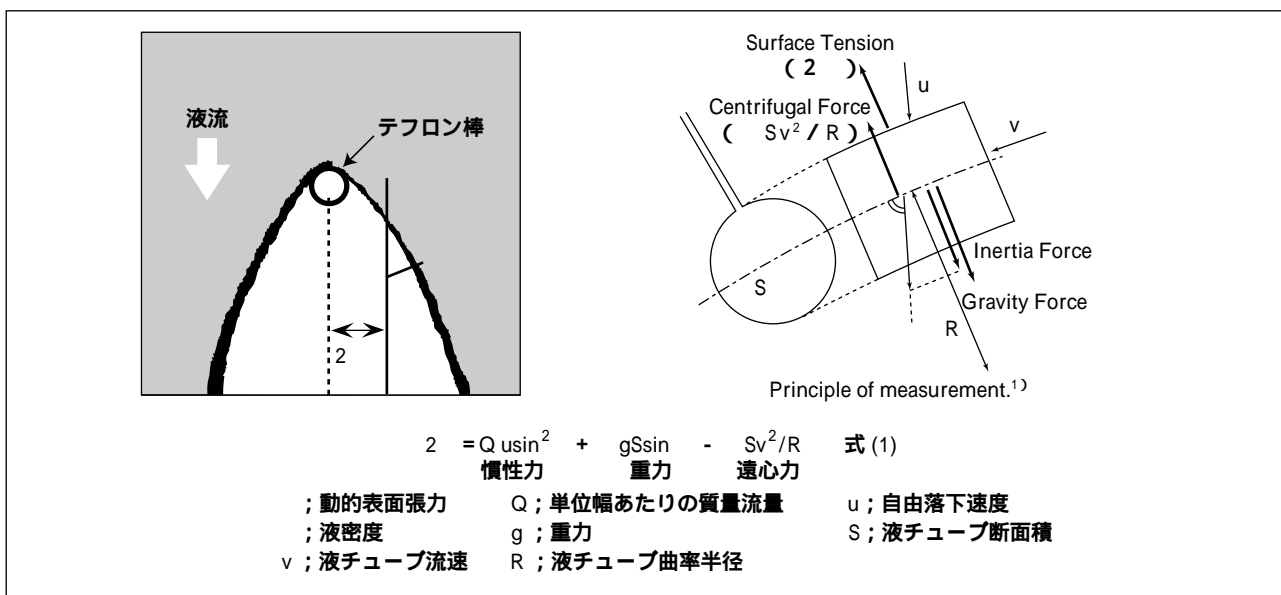


図 1 動的表面張力測定法

ン膜と光源の間にセキレイ紙を入れ光を均一化することによりカーテン切れの実態の撮影が可能となった。

2.2.6 破泡性

塗料をディスパーで3000回転×5分間強制攪拌した直後の塗料比重から計算して泡体積を求めた。

3. 結果

3.1 添加剤種とカーテン切れ

組成・性状の異なった21種の添加剤を有効成分で2PHRづつ添加した塗料を用いてカーテン切れについて評価した結果、カーテン切れが全くないものから1000回以上切れるものまでであった。カーテン切れは添加剤組成には必ずしも関係していなかった(表2)

以下これらのサンプルを用いて検討を行った。

表2 添加剤種とカーテン切れ

添加剤種	組成	カーテン切れ(回/5分)
ブランク		0
1	アクリル	0
2	アクリル・シリコン	0
3	アクリル	4
4	アクリル	4
5	シリコン	4
6	シリコン	7
7	シリコン	22
8	シリコン	51
9	フッ素	58
10	アクリル	83
11	アクリル	112
12	アクリル	206
13	アクリル	260
14	アクリル	327
15	アクリル・ビニル	416
16	アクリル	514
17	アクリル・ビニル	1000<
18	アクリル	1000<
19	シリコン	1000<
20	アクリル	1000<
21	アクリル	1000<

3.2 カーテン切れの実態

カーテン膜の観察結果を図2に示す。カーテン切れは僅かな時間の間に液膜中に存在する泡の核がはじけてカーテン膜に穴を空け、その穴が落下とともに大きくなることわかった。

これを模式的に描くと図2の右側図のようになっており、カーテン膜表面付近の泡が破泡し円形の空洞を形成し、落下とともに大きく成長している。この現象が肉眼では連続的に切れているように見えカーテン切れとなっている。

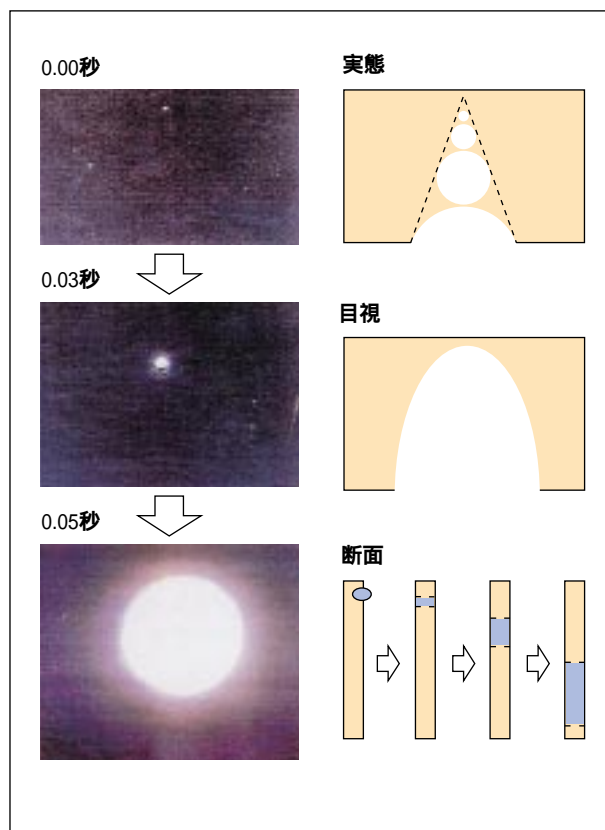


図2 カーテン切れの実態

3.3 塗液物性とカーテン切れ

塗液物性とカーテン切れの関係について解析した結果を以下に示す。

1) ラメラ長

図3にラメラ長とカーテン切れの関係について示す。

ラメラ長が小さいものは著しくカーテン切れを起こし易い。しかし、ラメラ長が同程度大きいものでも全くカーテン切れを起こさないものからカーテン切れを起こすものまでであった。したがって、塗液表面の伸び・粘性とカーテン切れは直接的な相関はなかった。

2) 表面張力

図4に塗料の動的表面張力とカーテン切れの関係について示す。動的表面張力が同程度のものでもカーテン切れを

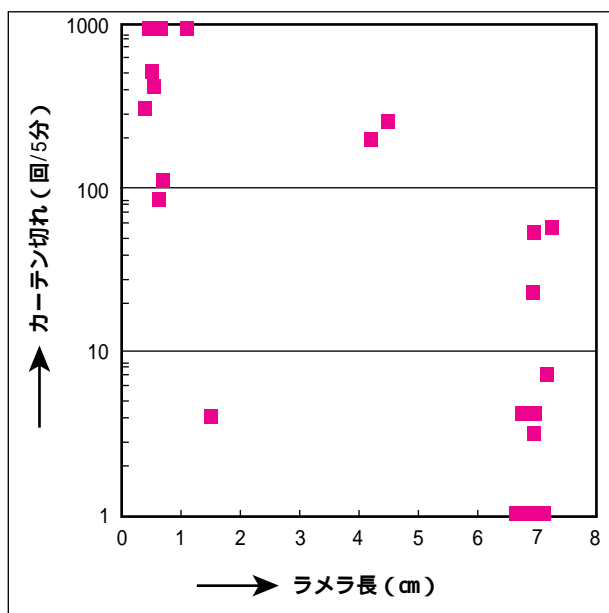


図3 ラメラ長とカーテン切れ

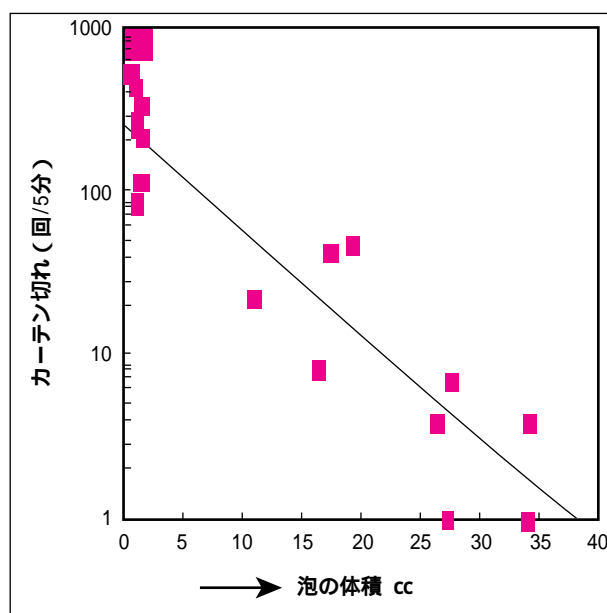


図5 泡体積とカーテン切れ

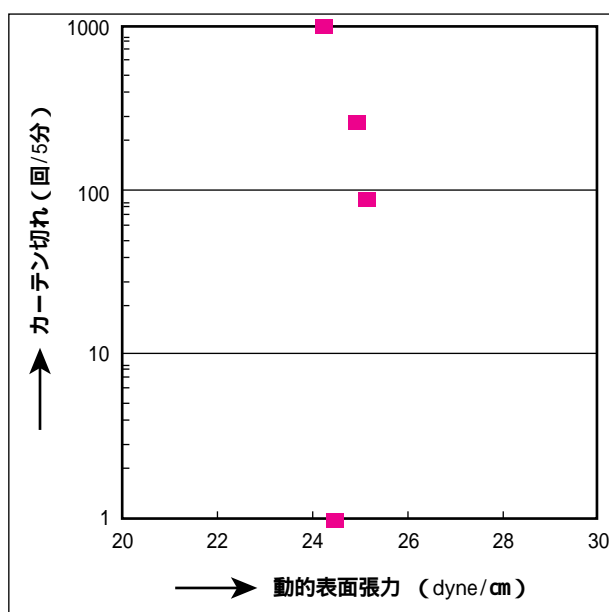


図4 動的表面張力とカーテン切れ

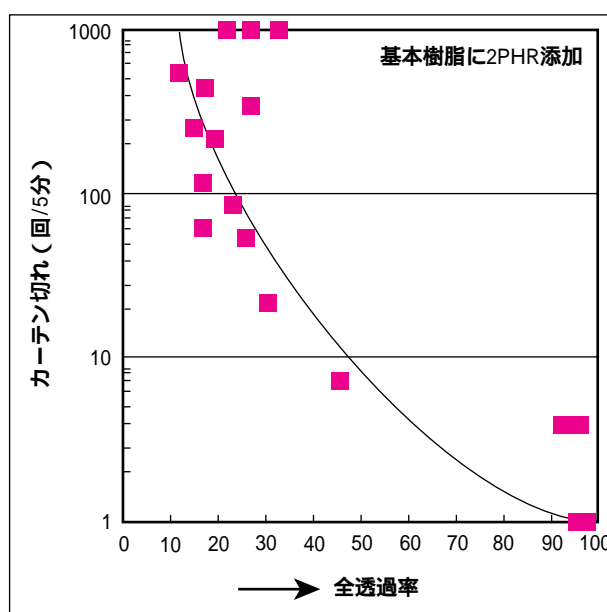


図6 濁度とカーテン切れ

全く起こさないものから、著しく起こすものまであった。さらに、塗料の吊り板法による表面張力も相関がなかった。

3) 破泡性

カーテン膜の観察から泡の破泡でカーテン切れが発生していることがわかった。そこで、塗料の破泡性がどの様にカーテン切れに関係しているかを検討した。図5に泡体積とカーテン切れの関係を示す。

泡体積が0、すなわち強制攪拌中に泡が次々と消失していくものはカーテン切れが著しく起こり、カーテン切れは泡が破泡することによって起こることが立証できた。

4) 濁度(透過率)

図6にポリエステル樹脂に添加剤を有効成分で2PHR添加したときの光の透過率(濁度)とカーテン切れの関係を示す。透過率が高い、すなわち樹脂との相溶性が良いものはカーテン切れを起こしにくい。

以上の結果から、カーテン膜中で泡を消さないような添加剤を選択することにより、カーテン切れを起こさずに塗装が可能となると考えられる。

そこで、どのような添加剤がカーテン切れを起こさないのか、添加剤自身の特性について検討した。

3.4 添加剤特性とカーテン切れ

3.3の結果より、カーテン切れには塗料の破泡(消泡)性および樹脂と添加剤の相溶性が影響していることがわかったので、その要因として添加剤の分子量、SP値、表面張力について解析を行った。

図7に添加剤の分子量とカーテン切れの関係について示す。

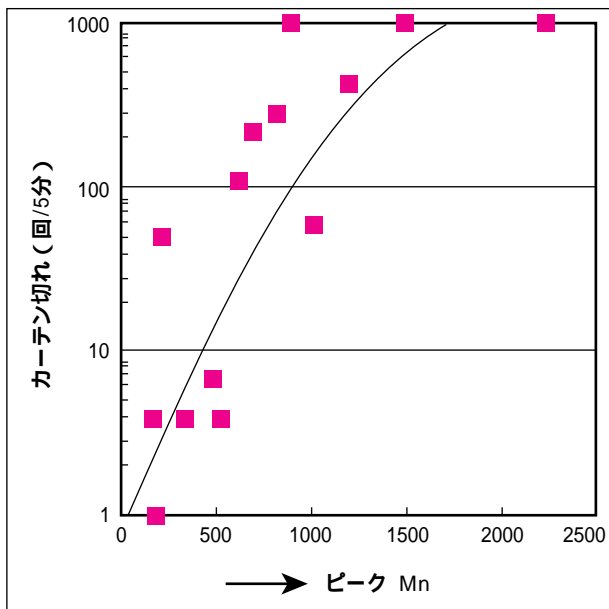


図7 添加剤分子量とカーテン切れ

しかし、同じ程度の分子量またはSP値でもカーテン切れに差を生じる場合があった。そこで、添加剤の分散状態について検討するため、濁度を測定した試料を位相差顕微鏡(100倍)で観察した。(図8)

図8から、添加剤の分散が不均一で粒子径の大きいものは透過率が低く著しくカーテン切れを起こすが、粒子が確認できないほど相溶性の良いものでも添加剤自身の表面張力が低いものではカーテン切れを生じた。これは、塗料循環中に発生した泡が添加剤の表面張力が低いために破泡し易くなるためと考えられる。

4. 結論

- 1) 高速度ビデオカメラによるカーテン膜の観察から、カーテン切れは、液膜中の泡の破泡によって起こる。
- 2) カーテン切れは添加剤の特性に大きく左右される。特に分子量、SP値に影響を受けやすい。相溶性が良く、表面張力の高い添加剤はカーテン切れを起こし難い。



粒 径 (μ)	33	8
透過率	22.1	46.2
カーテン切れ回数	1000 <	7



粒 径 (μ)	0	0
表面張力	21.6	29.2
カーテン切れ回数	22	0

図8 添加剤粒径(顕微鏡観察)

参考文献

- 1) Antoniadou M.G., Lin S.P., J. Colloid Interface Sci., 77 [2], p.583 (1980)