バインダーpigメントラテックスの塗工紙への適用

日本ゼオン(株)研究開発センター 宮本健三, 原田幸一, 関矢正良

The application of Binder-pigment latex for coated paper

Kenzo Miyamoto, Kooichi Harada and Masayoshi Sekiya

Research & Development Center Nippon Zeon Co., Ltd.

A binder-pigment latex with a unique core-shell structure has dual functions of plastic pigment as well as binder. The cost of coating compositions containing the binder-pigment latex is less than that of the plastic pigment. Because, the amount of a conventional latex is reduced due to the dual functions.

The coatings containing the binder-pigment latex showed high gloss, brightness, opacity and ink receptivity. Furthermore, the binder-pigment latex improved not only the glueability and blister-pack property of the coated boards in the practical applications but also missing dots in the gravure printing.

The cost of coatings was reduced by the optimization of the inorganic pigment composition and the coating amount.

Keywords : Binder pigment latex, Core-shell structure, Plastic pigment, Coated paper, Coated board, Gloss, Brightness, Ink receptivity, Blister-pack, Gravure

1. はじめに

顔料塗工紙に用いられる白色顔料のほとんどはクレイ、炭酸カルシウム、チタン白、サチン白などの無機顔料である。これらの無機顔料はそれぞれ塗工紙の艶や白さなどの光学的特性を付与するために有効であり、かつ必須である。一方、ポリスチレンなどの合成高分子樹脂エマルジョンを顔料として用いる有機顔料（プラスチックpigメント）が塗工紙の軽量化や高光沢の付与を目的として開発されてきたが、一般の無機顔料に比して高価格であるため、その使用は一部にとどまっている。さらに近年、プラスチックpigメントの機能にバインダーの機能を付与し、コスト上の欠点を軽減したバインダーpigメントラテックスが開発され、特に塗工板紙分野でその使用が拡大している。

本稿ではバインダーpigメントラテックスの特性と

実機適用例について報告する。

2. バインダーpigメントラテックス

プラスチックpigメントとして最も一般的であるのは粒子径 $0.2\sim0.5\mu\text{m}$ のポリスチレンラテックスである。ポリスチレンの比重は1.05でカオリナイトクレイの比重2.58の半分以下であり、軽量化に有効である。ポリスチレンの屈折率は1.59でカオリナイトクレイの屈折率1.57と同等であり、また、サブミクロンオーダーの微粒子であるため光を拡散させる効果が大きく、白色度や不透明度を向上させる¹⁾²⁾³⁾。さらに、熱可塑性であるため無機顔料よりカレンダー効果が易く白紙光沢を向上させる¹⁾²⁾³⁾。一方、塗工層表面の細孔も多く、孔径分布も均一であるためインク受理性などの印刷適性も向上する²⁾³⁾。

バインダーpigメントラテックスはこれらのプラスチックpigメントの特長を保持し、さらにバインダー機能を併有させたものである⁴⁾。

バインダーpigメントラテックスは図1に示した粒

本稿の一部は第54回紙パルプ研究発表会（1987年6月）で発表した。

図1 バインダーピグメントラテックスの粒子構造モデル

写真1 バインダーピグメントラテックスの透過型電子顕微鏡写真

子構造モデルを有する特殊な二層構造ラテックスである。

二層構造の芯部はポリスチレンで構成されており、殻部はスチレン-ブタジエン共重合体で構成されている。芯部（ポリスチレン）がプラスチックピグメントとしての機能を有し、殻部（スチレン-ブタジエン共重合体）がバインダーとしての機能を有している。

個々のラテックス粒子が顔料機能とバインダー機能を併有している点に大きな特徴がある。

写真1にバインダーピグメントラテックスの透過型電子顕微鏡写真を示した。

バインダーピグメントラテックスとしては日本ゼオン(株)より Nipol Lx 407 BP が上市されている。

3. バインダーピグメントラテックスの特性

モデル配合を用いてバインダーピグメントラテックスの特性を検討した。

3.1 プラスチックピグメントとの比較

カオリナイトクレイ単独配合, プラスチックピグメント使用配合, バインダーピグメントラテックス使用配合の3配合を塗工板紙に適用し評価した。

表1に配合処方と評価結果を, 表2に塗工紙作成方法および塗工紙評価方法を示した。

表1 バインダーピグメントラテックスとプラスチックピグメントの塗工板紙評価比較

		A	B	C
配合	一級クレイ	100	90	90
	プラスチックピグメント	0	10	0
	バインダーピグメントラテックス	0	0	10
	カゼイン	9	9	9
	SBR ラテックス	13	13	8
評価結果	白紙光沢 (%)	42.0	51.0	51.3
	印刷光沢 (%)	64.9	66.8	67.5
	白色度 (%)	86.8	87.4	87.4
	ドライ強度 (5点法)	3.8	3.0	3.8
	ウェット強度 (5点法)	5.0	3.0	4.8
	K & N インク受理性 (%)	10.1	14.8	15.3
	吸水着肉性 (5点法)	3.7	3.5	4.0
	インクセツト (5点法)	4.0	4.0	4.8
	糊付け性 (5点法)	4.0	4.0	5.0
	プリスターパック適性 (5点法)	4.0	4.0	5.0

5点法: 5(優)~1(劣)

配合はいずれもラテックス-カゼインのコバインダー系を用いた。

配合Aは顔料として代表的な無機顔料である一級クレイのみ(100部)を用いた基準配合である。配合Bは一級クレイの一部(10部)をプラスチックピグメントに代替した有機顔料併用配合である。配合Cは同様に一級クレイの一部(10部)をバインダーピグメントラテックスに代替した配合である。配合Cではバインダーピグメントラテックスにバインダー機能があることから通常のバインダーラテックスを減量した(13部→8部)点に大きな特徴がある。

有機顔料であるプラスチックピグメント, あるいはバインダーピグメントラテックスを用いた配合Bおよび配合Cでは一級クレイのみを用いた配合Aに比較して高い白紙光沢が得られた。また白色度も同様に向上した。すなわち, プラスチックピグメントおよびバインダーピグメントラテックスのいずれも有機白色顔料としての機能を発現した。

表面強度はプラスチックピグメントを用いた配合Bでは配合Aに比較してドライ強度, ウェット強度のいずれも低下した。プラスチックピグメントは一級クレイに比較して比容積が大きい(比重が小さい)ため単位重量あたりのバインダー所要量が多くなる。このことが表面強度の低下をもたらしたものである。

表 2 塗工紙作成条件および評価方法

(塗工板紙作成条件)

原 紙：高級白板紙原紙 (200 g/m²)
 塗料濃度：41%
 塗 工：ワイヤーバー
 塗 工 量：16 g/m²
 乾 燥：熱風オープン、150°C、20 秒
 水 処 理：3% ZnSO₄
 カレンダー：テスト用スーパーカレンダー 100 kg/cm、60°C

(評価方法)

白紙光沢：75°-75° 鏡面光沢
 印刷光沢：RI テスター (明製作所製) にてオフセットインク (東洋インキ TKU-70 G 藍) を印刷し、1 日後に光沢測定
 白 色 度：ハンター白色度計
 ドライ強度：RI テスターにてピッキングテスト用インク (DIC, TV-22) を 4 回重ね刷りし、ピックの発生度合を判定
 ウェット強度：RI テスターにて、モルトンロールで水付着後ピッキングテスト用インク (DIC, TV-18) を印刷し、ピックの発生を判定
 K & N インク受理性：K & N インクを塗布し、2 分後に拭き取り、白色度を測定、白色度低下率 (%)
 吸水着肉性：RI テスターにてオフセットインク (東洋インキ TKU-70 G 墨) を練った後、ゴムロールと金属ロールをわずかに離し、ロール間に水を流して印刷、インクの濃さを判定
 インクセット：RI テスターにてオフセットインク (東洋インキ TKU-70 G 藍) を印刷後、印刷面にコート紙を重ねてゴムロールに圧着、インクのコート紙への転写濃度により判定、セット早いものが優
 糊付け性：35 mm×120 mm のサンプル紙片の塗工面にサックマシン用糊を塗布 (厚さ 0.1 mm、幅 5 mm、長さ 50 mm) した後、25 mm×90 mm のサンプル紙片の裏面を糊面に接して重ね圧着する。16 時間後に糊面を剥がし、破壊状態を判定する。紙層破壊するものが優、塗工層ないしは塗工層表面で剥がれるものが劣
 ブリスターパック適性：ブリスターパック用ニス (荒川塗料ブリスターパック用ニス No.11) をレジューサーにて希釈し、サンプル塗工紙面に塗布して、120°C で乾燥する。サンプルを 4 cm×4 cm に切り、同一の大きさのブリスターパック用塩化ビニールシートを重ねる。電動ヒートシーラーにより熱融着する。試験片と塩化ビニールシートを剥離して破壊状態を判定する。紙層破壊するものが優、塗工層ないしは塗工層表面で剥がれるものが劣
 サンプルは白紙および印刷後のサンプルを用いる。

一方、バインダーピグメントラテックスを用いた配合 C では、通常バインダーラテックスを減量したにもかかわらず配合 A と同等のドライ強度およびウェット強度を示した。バインダーピグメントラテックスの特殊な二層構造に由来するバインダー機能の発現が示された。

塗工層表面の空隙の多寡を示す K & N インク受理性は配合 B、配合 C のいずれも配合 A に比較して向上し、有機顔料の特徴の一つである塗工紙表面の細孔を増大させる効果を示された。

さらに、バインダーピグメントラテックスを用いた配合 C ではオフセット印刷における湿し水付着後のイ

ンク受理性の代用特性である吸水着肉性も向上した。また、塗工板紙が製函時に要求される糊付け性およびブリスターパック適性も向上した。

バインダーピグメントラテックスはプラスチックピグメントと同様に有機顔料としての機能を有し、さらにバインダーとしての機能を有していることが確認された。

バインダーピグメントラテックスの特性は次のように整理される。

- (1) 有機白色顔料の機能を保有し、白紙光沢、白色度を向上させる。
- (2) バインダー機能を保有し、通常バインダーラ

テックス配合量を減量できる。

(3) インク受理性を向上させる。

(4) 糊付け性, プリスターパック適性を向上させる。

3.2 配合量の影響

バインダー・ピグメントラテックスの配合量を変えて塗工紙特性への影響を検討した。塗工原紙には上質紙を用いた。

配合を表3に示した。表面強度を同一レベルとするため、バインダー・ピグメントラテックスの増加と共に通常のバインダーラテックスの配合量を減少させた。

配合材料の比重と配合量から算出した各配合物の容積(cm^3)と、その容積に対する換算バインダー比率(g/cm^3)を表3に示した。ここで、バインダー・ピグメントラテックスの配合量の50%がバインダーであるとして各配合における換算バインダー量(g)を算出した。

いずれの配合においても換算バインダー比率はほぼ一定であった。

図2に白紙光沢およびクレイの配向の程度を示すX

表3 配合量の影響検討配合

配 合	1	2	3	4
一級クレイ	100	90	80	70
バインダー・ピグメントラテックス	0	10	20	30
カゼイン	9	9	9	9
SBR ラテックス	13	8	4	0
配合物容積 (cm^3)	58.5	59.3	61.0	62.7
換算バインダー量 (g)	22	22	23	24
換算バインダー比率 (g/cm^3)	0.367	0.371	0.377	0.383

図2 白紙光沢およびX線回折強度

図3 白色度および不透明度

図4 ガーレー透気度

線回折強度を示した。バインダー・ピグメントラテックスの配合によりクレイの配向が向上し、それが白紙光沢の向上に寄与しているとみられる。

図3には白色度および不透明度を、図4にはガーレー透気度を示した。白色度や不透明度の向上には有機顔料としての本来的な機能と共に、透気度の向上にみられる塗工層の空隙の増加による効果もあるといえる。

一方、図5に示したK & N インク受理性および吸水着肉性の結果も、バインダー・ピグメントラテックスの配合が塗工層の空隙の増加をもたらしていることを示唆している。

写真2, 3に示した塗工層表面の走査型電子顕微鏡写真によっても、バインダー・ピグメントラテックスの配合により塗工層の空隙が増加していることが確認さ

図 5 インク受理性

写真 2 クレイ単独配合(配合1)の塗工層表面

写真 3 バインダー・ピグメントラテックス 20 部配合(配合3)の塗工層表面

れた。

写真2はバインダー・ピグメントラテックスを含まない一級クレイ単独配合の塗工層表面であり、表面の空隙は少なく、一方、写真3はバインダー・ピグメントラテックスを20部用いた配合の塗工層表面であり空隙が多かった。

バインダー・ピグメントラテックスの配合により空隙

の多い塗工層構造をとることが、インク受理性を向上させていると共に糊付け性やブリスターパック適性も向上させているとみられる。

糊付け性やブリスターパック適性には、塗工層の強度が強いことと糊やブリスターパックニスが塗工層内に浸透し、投錨効果を示すことが必要である。バインダー・ピグメントラテックスを用いた配合は、十分な強度と糊やブリスターパックニスが浸透し易い微細な細孔を持った塗工層構造をもたらしているために、優れた糊付け性やブリスターパック適性が得られたといえる。

4. 実機適用例

バインダー・ピグメントラテックスの使用により塗工紙物性が大幅に向上することから、塗工板紙分野ではその使用が増大している。

以下に実機適用例を紹介する。

4.1 一般塗工板紙への適用

塗工板紙分野でバインダー・ピグメントラテックスが使用されているのは、その白紙光沢向上効果とブリスターパック適性向上効果に依るところが大きい。

表4および図6にバインダー・ピグメントラテックスを5部および10部使用した実機適用例の配合と得られた塗工板紙の評価結果を示した。

実機塗工においても白紙光沢、白色度の向上が確認された。また、通常のバインダーラテックスを減量し

表 4 バインダー・ピグメントラテックスの実機適用例

		従来配合	改良-1	改良-2
配 合	一級クレイ	35	33	32
	二級クレイ	20	19	18
	国産クレイ	25	23	21
	炭酸カルシウム	20	20	19
	バインダー・ピグメントラテックス	0	5	10
	カゼイン	6	6	6
	SBR ラテックス	14	12	9
評 価 結 果	白 色 度 (%)	71.1	71.9	72.3
	印 刷 光 沢 (%)	78.7	82.7	85.6
	K & N インク受理性 (%)	24.3	28.5	29.2
	ドライ強度 (5点法)	5.0	5.0	5.0
	ウェット強度 (5点法)	5.0	5.0	5.0

コート白ボール 310 g/m², エアナイフコーター, 塗工量 15 g/m², 水処理, グロスカレンダー仕上げ

図6 実機エアナイフコーター塗工品の白紙光沢と
プリスターバック適性

でも十分な強度を維持することができた。さらにインク受理性や印刷光沢も向上した。これらの効果はバインダーピグメントラテックスの配合量を増加することにより増大した。

バインダーピグメントラテックス配合の特長の一つであるプリスターバック適性向上効果は図6のように顕著であり、わずか5部の配合でも大幅な改善がみられた。

4.2 グラビア印刷用途への適用

バインダーピグメントラテックスの使用により、塗工紙表面の平滑性が向上することがその白紙光沢向上効果から予期される。塗工紙表面の平滑性が印刷適性の支配的要因となるグラビア印刷において網点欠落の改善に有効となることが期待できる。

表5には塗工板紙でのグラビア印刷用途への適用結果を示した。

バインダーピグメントラテックスを用いた改良配合では触針式表面粗さ計によるRa(中心線平均粗さ)が $1.0\mu\text{m}$ から $0.6\mu\text{m}$ に改善され、塗工板紙表面の平滑度が向上した。

印刷局式グラビア印刷適性試験機を用いて網グラビア版で印刷を行い網点欠落(スペckル)の発生度合を判定したが、改良配合では網点欠落が著しく減少しグラビア印刷適性が向上した。

4.3 強光沢塗工板紙への適用

バインダーピグメントラテックスの配合量を大幅に増加することにより、極めて高い白紙光沢と印刷光沢を得た例を表6に示した。

バインダーピグメントラテックスを35部と大量に

表5 グラビア印刷用途への適用

		従来配合	改良配合
配 合	一級クレイ	30	25.5
	二級クレイ	30	25.5
	国産クレイ	30	25.5
	炭酸カルシウム	10	8.5
	バインダーピグメントラテックス	0	15
	カゼイン	7	7
	SBRラテックス	13	6
評 価 結 果	白紙光沢 (%)	40.2	49.8
	白色度 (%)	75.8	76.9
	K & Nインク受理性 (%)	21.2	31.2
	中心線平均粗さ Ra*1 (μm)	1.0	0.6
	グラビア印刷適性*2 (5点法)	3.0	5.0

*1: 触針式表面粗さ計(小坂研究所製)にて測定

*2: 印刷局式グラビア印刷適性試験機(熊谷理機製)にて網グラビア版で印刷し、網点欠落(スペckル)の発生度合を判定、5(少)~1(多)

表6 強光沢塗工板紙への適用例

		従来配合	改良配合
配 合	一級クレイ	46	26
	二級クレイ	40	20
	炭酸カルシウム	10	13
	チタン白	4	4
	バインダーピグメントラテックス	0	35
	カゼイン	11	7
	SBRラテックス	11	0
評 価 結 果	白紙光沢 (%)	42.0	73.6
	印刷光沢 (%)	61.3	89.3
	白色度 (%)	76.0	76.0
	K & Nインク受理性 (%)	25.6	24.9
	ドライ強度 (5点法)	5.0	5.0
	ウェット強度 (5点法)	5.0	5.0
	糊付け性 (5点法)	3.5	5.0

コート白ボール 310 g/m^2 、エアナイフコーター
塗工量 15 g/m^2 、水処理、グロスカレンダー仕上げ

用いて、通常のバインダーラテックスを全く使用せず、さらにコバインダーのカゼインも減量した点に配合上の大きな特徴がある。

本例では70%超の白紙光沢と90%近い印刷光沢が得られた。

このように、極めて高い白紙光沢と印刷光沢が得ら

れるため、塗工板紙で通常行われる印刷後のニス引き処理を行わなくても十分な光沢となる。ニス引き処理をした塗工板紙表面は一般的にインク受理性が失われるため、ニス引き後の面に印字等をすることは困難となる。

本例の強光沢塗工板紙ではニス引き処理をすること無く十分な光沢が得られ、かつインク受理性も保持していることから、印字を必要とする容器などに使用されている。

4.4 塗工コストの適正化

バインダーピグメントラテックスの使用はプラスチックピグメントの使用に比較して、通常のバインダーラテックスを減量できることから塗工コスト上は有利である。しかし、一般の無機顔料より高価格の合成高分子の配合量が増加するため、無機顔料のみを用いた通常の配合に比較して塗工コストは上昇する。実用配合においてはコスト上昇を抑えることが重要である。

バインダーピグメントラテックスの使用に伴う塗工コストの上昇は、無機顔料組成の変更や塗工量の低減により抑制することができる。

表7には高価格な無機顔料であるチタン白の使用をやめることにより塗工コストの上昇を抑えた例を示し

表 7 チタン白代替によるコスト低減例

		従来配合	改良配合
配 合	一級クレイ	35	35
	二級クレイ	47	40
	炭酸カルシウム	10	15
	チ タ ン 白	8	0
	バインダーピグメントラテックス	0	10
	カゼイン	6	6
	SBR ラテックス	14	9
評 価 結 果	白 紙 光 沢 (%)	40.5	49.7
	印 刷 光 沢 (%)	64.8	72.5
	白 色 度 (%)	77.9	77.5
	K & N インク受理性 (%)	21.0	24.7
	吸水着肉性 (5点法)	4.0	5.0
	ドライ強度 (5点法)	5.0	5.0
	ウェット強度 (5点法)	5.0	5.0
	プリスターパック適性 (5点法)	1.0	4.8
	塗 料 コ ス ト 比	100	97

コート白ボール 310 g/m², エアナイフコーター
塗工量 15 g/m², 水処理, グロスカレンダー仕上げ

た。

本例では従来配合において白色度を向上させる目的でチタン白を用いていたが、主として白紙光沢とプリスターパック適性の改善を目的としてバインダーピグメントラテックスの適用が検討された。

配合から高価格なチタン白を無くすことによりバインダーピグメントラテックスを用いた改良配合では塗料コストは上昇せず、かえって若干低下させることができた。

チタン白を無くしたことにより低下する白色度は、バインダーピグメントラテックスの配合による白色度向上効果と炭酸カルシウムの増量により補填することができた。

本例では、目的とした白紙光沢とプリスターパック適性の改善も十分に行うことができた。

表8および図7にサチン白代替による例を示した。

サチン白は白色度および白紙光沢の改善に有効な合成無機顔料であるが、バインダー所要量が多いという欠点がある。

白紙光沢の改善を目的とした本例ではサチン白に替えてバインダーピグメントラテックスを用い、さらに白色度、白紙光沢を保持、向上させるために二級クレイに替えて一級クレイを使用した。また、バインダー所要量の多いサチン白を使用しないことからバインダー量を減少させた。

サチン白を含む従来配合ではバインダーラテックスを18部使用していたが、サチン白に替えてバインダーピグメントラテックスを用いた改良配合では、バインダーピグメントラテックスの配合量の50%がバインダー機能を有しているとして算出した換算バインダーラテックス量を14部とした。

従来配合での塗工量は16 g/m²であったが、同一塗

表 8 サチン白代替および塗工量低減によるコスト低減検討配合

		従来 配合	改良-1	改良-2
配 合	一級クレイ	0	25	23.6
	二級クレイ	25	0	0
	国産クレイ	50	50	47.2
	炭酸カルシウム	15	15	14.2
	サ チ ン 白	10	0	0
	バインダーピグメントラテックス	0	10	15
	カゼイン	6	6	6
	SBR ラテックス	18	9	6.5

図 7 サチン白代替, 塗工量低減による塗工コスト低減の効果

工量での改良配合では白紙光沢, 白色度のいずれも大幅に改善された。しかし, 塗料コストの増加により塗工コストが上昇した。

本例では白色度の改善は要請されていなかったため, 塗工量の低減による塗工コストの低減をはかった。塗工量を 16 g/m^2 から 13 g/m^2 に低下させることにより塗工単位面積当たりの塗料コスト, すなわち塗工コストは従来配合 (16 g/m^2) と同等となった。塗工量を減少しても目的とした白紙光沢の向上は得られた。また, 塗工量の減少により白色度は低下したが従来配合 (16 g/m^2) のレベルを維持することができた。

5. ま と め

特殊な二層構造を有するバインダーピグメントラテックスは白紙光沢, 白色度などの光学的特性の向上をもたらす有機白色顔料としての機能とバインダーラテックスとしての接着機能を併せ持っている。

バインダーピグメントラテックスの配合においては通常のバインダーラテックスの配合量を減少することができる。

バインダーピグメントラテックスの使用により, インク受理性や糊付け性, プリスターバック適性が向上する。

バインダーピグメントラテックスの使用により塗工紙物性が向上することから, 特に塗工板紙分野でその使用が増大している。

実機適用においては白紙光沢やプリスターバック適性の改善と共にグラビア印刷適性の改善も得られた。また, バインダーピグメントラテックスを大量に配合することにより, 極めて高い白紙光沢と印刷光沢を持った塗工板紙が得られた。

バインダーピグメントラテックスは合成高分子であるため塗工コストの増加をもたらすが, プラスチックピグメントに比較すると通常のバインダーラテックスを減量できるため塗工コストの増加は抑制される。

実用配合においては使用する無機顔料の配合変更や塗工量の低減により塗工コストの増加をさらに抑制することができた。

参考文献

- 1) E.J.Heiser, A.Shand : Tappi, **56** (1), 70 (1973)
- 2) E.J.Heiser, A.Shand : Tappi, **56** (2), 101, (1973)
- 3) B.Alince, P.Lepoture : Tappi, **63**(5), 49, (1980)
- 4) 関矢正良, 石塚敏郎, 原田幸一, 宮本健三 : 接着, **28**, (11), 505, (1984)