重質炭酸カルシウムの粒度分布が塗工液の流動性 および塗工紙特性に及ぼす影響*

株式会社 ファイマテック ○梅田 康, 渡部繁雄, 高瀬祐美子, 片山正治

Effect which the Particle Size of Ground Calcium Carbonate Exerts on Color Rheology and Coated Paper Property

Yasushi Umeda, Shigeo Watabe, Yumiko Takase and Seiji Katayama
FIMATEC LTD.

梅田 康

Ground Calcium Carbonate (GCC) is combined in color formulations for the purpose of increasing coating color fluidity and at the same time, reducing raw material cost. Presently, this trend is increasing, and moving in line with high coating color solids and improved coating/machine speeds, which in turn translates to better paper making productivity and quality.

In the past, when removing the ultra fine particles of GCC, opacity and gloss improves but slightly at the expense of reduced fluidity. However, in using higher machine speeds and high coating color solids, improved fluidity is a prerequisite. Consequently, in our tests for a new grade of GCC, we have tried to remove the ultra fine particles in such a way so that fluidity levels do not suffer.

Our results show that with our new GCC, fluidity levels improve. In addition, with the same relative coating layer strength, binder requirements had reduced. There is also a marked improvement in paper quality such as brightness, opacity, air permeability and paper/print gloss. Judging from the results of our tests with the new GCC, we can expect a higher quality of coated paper, increased efficiency in offset printing and drying, and cost reduction from reduced binder levels.

1. はじめに

重質炭酸カルシウムは塗工液流動性の改善および原料コストの低減などを目的として塗工液中に配合されており、生産性向上や品質向上を目的とした塗工液の高濃度化および塗工速度の高速化の動きに伴い、その使用量は現在においても急速に伸びている。

過去に Burri 等により、塗工液に配合される重質炭

酸カルシウムの微粒除去を施すと光沢度や不透明度などの特性が向上するものの、塗工液流動性が若干低下するとの報告がなされている。塗工液流動性は高速塗工適性および塗料の高濃度化に関する重要な因子であるため、我々は塗工紙物性の向上とともに塗工液流動性の改良を図るべく、別の観点から重質炭酸カルシウムの微粒除去の検討を行い、興味深い結果を得ることができた。以下にその内容を報告する。

* 平成 10 年度年次大会講演 (講演 No. C 21)

表 1 炭カルスラリーの諸物性表

炭カルスラリー銘柄	FMT-90	A 90	B 90	C 95	D 95
平均粒子径 (μm)	1.10	1.13	1.13	1.08	1.08
比表面積 (m^2/g)	11.4	7.7	7.0	7.9	7.0
粒度 ($-2\mu\text{m}$) (%)	90.9	91.2	90.9	95.5	95.0
個数頻度 ($-0.24\mu\text{m}$) (%)	41.9	35.3	16.2	31.8	15.6

図 1 炭カルスラリー粒度 個数分布 (90 グレード)

図 2 炭カルスラリー粒度 個数分布 (95 グレード)

2. 実 験

2.1 重質炭酸カルシウムスラリー

重質炭酸カルシウムスラリー (以下、炭カルスラリー) として、標準的なグレードである FMT-90 の他、微粒除去を施したサンプルを 4 種類作成し、実験に用いた。各サンプルの物性値を表 1 に、また粒子の個数頻度分布グラフを図 1 および図 2 に示す。スラリー-A 90 およびスラリー-B 90 (90 グレード) は標準品に比較して微粒除去が進んでおり、粒径が $0.24\mu\text{m}$ 以下の粒子と比較するとその個数頻度が少なくなっている。また、スラリー-B 90 の方がスラリー-A 90 に比較して微粒除去が進んでおり、比表面積がより小さく、また微粒子の下限がより大きくなっている。質量基準における $2\mu\text{m}$ 以下の粒子の割合はいずれも 90% 程度で、標準品とほぼ同等である。

スラリー-C 95 およびスラリー-D 95 は $2\mu\text{m}$ 以下の粒度がいずれも 95% の微細グレード (95 グレード) であるが、標準品よりもさらに少ないレベルまで微粒除

去が進んでいる。スラリー-D 95 の方がスラリー-C 95 に比較して微粒除去が進んでおり、比表面積がより小さく、また微粒子の下限がより大きくなっている。

2.2 塗工液調成および評価

これらの炭カルスラリーを用いて表 2 に示す配合で塗工液を調成した。カオリン/炭カル比率は、炭カルの影響を確認し易くするためすべて 30:70 の一定とした。

表 2 塗工液配合

	(Dry 重量部)
カオリン (#1 Clay)	30
炭カルスラリー	70
エステル化デンプン	3
ラテックス	11~13
合 計	114~116
固形分濃度	66~67%
pH	8.7~8.8
粘度 (B 型・60 rpm)	1,200~1,400 cps

SBR ラテックスの添加量については、13 部および 11 部の 2 水準について評価を行った。これは、炭カルの微粒除去により比表面積が小さくなるため、標準品と同じバインダー添加量では過剰となることが考えられたためである。塗工液の流動性測定はハーキュレスハイシェア粘度計を用い、測定時の塗工液濃度は 65% の一定条件とした。

2.3 塗工および印刷試験

原紙には坪量 64 g/m² の市販上質紙を用い、塗工試験機としてはヘリコータを用いて塗工速度 800 m/min、塗工量 12 g/m² の片面塗工を行い、スーパーカレンダー処理を施した。印刷試験機としては R 1-I 型印刷機を用いた。

3. 結果および考察

3.1 微粒除去炭カルスラリーを用いたときの塗工液流動性

図 3 にスラリー A 90 を用いたときの塗工液流動性を示す。この結果、バインダー量が同じ場合において、スラリー A 90 を用いた塗工液の方が標準品に比較してハイシェア粘度が低下しており、明らかに流動性が良好となることが分かった。また、一般的に塗工液中のバインダー比率を減少させると流動性は低下することが知られているが、微粒除去炭カルスラリーを用いた場合にはその影響は軽微であり、バインダー量を 13 部から 11 部に減らした場合においても標準品よりハイシェア粘度が低く、良好な流動性を示した。

図 4 に今回試作した炭カルスラリーの、バインダー量を 11 部としたときの塗工液流動性を示す。この結果、全ての試作炭カルスラリーにおいて、バインダー

図 3 炭カルスラリー比表面積およびバインダー量の塗工液流動性への影響

図 4 微粒除去炭カルスラリーの塗工液流動性への影響

量を減らしても標準品に比較して流動性が良好であることが分かった。また、比表面積が小さい方が若干低粘度であるものの、比表面積の差による流動性への影響はほとんどないと考えられる。

また、95 グレードの炭カルスラリーは 90 グレードの炭カルスラリーに比較して白色度・光沢度などの塗工紙適性が向上する利点があるが、粘度が高いため塗工液の流動性が低下する問題点があり、高速塗工適性が懸念されている。しかし、微粒除去炭カルスラリーにおいて、95 グレードを用いることによる流動性低下の影響は軽微であり、高速塗工適性についても良好である。

3.2 微粒除去炭カルスラリー (90 グレード) を用いたときの塗工紙物性

表 3 にスラリー A 90 およびスラリー B 90 を用い、バインダー量を 11 部に減らしたときの塗工紙物性を示す。この結果、バインダー量 13 部の標準品に比較して同等以上のドライピックが得られ、白色度・不透明度・透気度・白紙光沢については良好な結果が得られた。白色度・不透明度に関してはバインダー量が同じ場合には標準品とほぼ同じレベルを示していることから、これらの品質向上は主としてバインダー量の減少による効果と考えられる。透気度に関しては、標準品に比較して炭カルの微粒子が減少したことおよびバインダー量が減少したことから塗工層中の細孔構造がよりポーラスになったためと考えられ、オフ輪印刷時の耐プリスター性向上に寄与するものと考えられる。白紙光沢に関してもバインダー量を減らした方が良好な結果が得られたが、併せて比表面積が小さくなるほど低下する傾向が見られた。これは、炭カルスラリーの

表 3 各サンプルの塗工紙物性 (90 グレード)

炭カルスラリー銘柄		FMT-90	A 90	B 90
炭カル比表面積	(m^2/g)	11.4	7.7	7.0
ラテックス配合量	(Dry 重量部)	13	11	11
塗工紙坪量	(g/m^2)	77.7	77.8	77.8
塗工量	(g/m^2)	11.8	11.8	11.6
紙厚	(mm)	0.072	0.072	0.073
密度	(g/m^3)	1.1	1.1	1.1
平滑度	(sec)	2,400	2,300	2,500
透気度	(sec)	9,200	5,100	5,900
白色度	(%)	84.4	85.0	84.8
不透明度	(%)	89.1	89.7	89.9
白紙光沢 (75-75°)	(%)	39	43	42
インクセット (Density)	30 sec	0.376	0.364	0.386
	60 sec	0.295	0.279	0.324
	90 sec	0.251	0.247	0.287
ドライピック	(5 点法)	3.5	3.5	3.8
印刷光沢 (75-75°)	(%)	70	78	79

図 5 炭カルスラリー (90 グレード) の比表面積と白紙光沢の関係

微粒除去が進むにしたがって塗工層表面の平滑性が低下すること、またバインダー量を一定にしたまま比表面積を小さくしたため、バインダー量が過剰になったことによる影響と考えられる。また、スラリー A 90 では標準品よりもやや高い白紙光沢値を示していることから、炭カルスラリーの比表面積と白紙光沢との間には図 5 に示したような関係があると推測され、比表面積を $7.7 \text{ m}^2/\text{g}$ よりもやや大きい方向へシフトさせるとより高い白紙光沢が得られる可能性があると考えられる。また、平滑度や密度など他の物性値については標準品とほぼ同等のレベルが得られ、微粒除去スラリーを使用したこと、あるいはバインダー量を減少さ

せたことによる品質の低下は見られなかった。

印刷物性について、インクセット・ドライピックは標準品と同等かやや良好な結果を示した。塗工液中のバインダー量が不足する場合には表面強度の低下によるドライピックの悪化が、またバインダー量が過剰な場合にはインクセットの悪化が懸念されるが、微粒除去スラリーを用いた場合には標準品に比較して 2 程度バインダー量を減らしてもこれらの影響が見られずほぼ同等の結果を示していることから、微粒除去スラリーは標準品に比較してバインダー量を減らすことが可能であることが分かった。印刷光沢については、微粒除去炭カルスラリーを用いることにより、いずれも良好な結果を示した。

以上の結果から、炭カルスラリーの微粒除去によって塗工液中のバインダー量を削減することができ、同一表面強度においても白色度・不透明度・透気度・白紙光沢・印刷光沢などの塗工紙適性が向上することが分かった。また、塗工液の中で他成分の配合比率を変えずにバインダー量を削減することが可能であるため、全体的なコスト削減にも大きく貢献できるものと考えられる。

3.3 微粒除去炭カルスラリー (95 グレード) を用いたときの塗工紙物性

スラリー C 95 およびスラリー D 95 を用い、バインダー量を 11 分に減らした場合について、同様の評価を行った結果を表 4 に示す。この結果、ドライピックが

表 4 各サンプルの塗工紙物性 (95 グレード)

炭カルスラリー銘柄		FMT-90	C 95	D 95
炭カル比表面積	(m ² /g)	11.4	7.9	7.0
ラテックス配合量	(Dry 重量部)	13	11	11
塗工紙坪量	(g/m ²)	77.7	77.8	77.8
塗工量	(g/m ²)	11.8	11.7	11.9
紙厚	(mm)	0.072	0.072	0.073
密度	(g/m ³)	1.1	1.1	1.1
平滑度	(sec)	2,400	2,500	2,500
透気度	(sec)	9,200	5,000	4,700
白色度	(%)	84.4	85.2	85.2
不透明度	(%)	89.1	90.1	90.2
白紙光沢 (75-75°)	(%)	39	46	43
インクセット	30 sec	0.376	0.347	0.384
(Density)	60 sec	0.295	0.279	0.315
	90 sec	0.251	0.221	0.275
ドライピック	(5 点法)	3.5	3.4	3.4
印刷光沢 (75-75°)	(%)	70	82	79

標準品と比較してやや低くなったが、それ以外の塗工紙物性は 90 グレードを用いた場合と同等以上の結果が得られ、微粒除去の効果を確認することができた。

一般的に 95 グレードを用いた方が 90 グレードを用いた場合に比較してより良好な塗工紙適性を得ることができるが、微粒除去炭カルスラリーについても同様の傾向を示しており、白色度・不透明度・透気度・白紙光沢について 90 グレードを用いた場合よりも良好な値が得られた。

4. 今後の課題

上記の結果より微粒除去炭カルスラリーによる塗工液の流動性向上の効果が見られたため、CLC コータを使用した高速塗工の予備テストを実施した。その結果、塗工速度 1,500 m/min 以上の条件においても、標準品と比較してムラのない良好な塗工表面が得られ、塗工液流動性向上の効果が確認された。

今後は高速塗工へ対応した塗工液配合の最適条件の検討およびその場合における塗工紙物性の検証を行う必要がある。また、光沢度・透気度などの物性に関しては炭カル比表面積との相関も見られたことから、炭カルスラリーの微粒除去の最適条件についての確認が必要と考えられる。

5. ま と め

微粒除去炭カルスラリーを使用することにより下記

の効果が得られ、高速塗工適性の改善、塗工紙物性の向上、コスト削減が期待される。

- (1) 塗工液の流動性が改善され、高速塗工に適した塗工液の調成が可能となった。
- (2) 同一表面強度においても塗工液中のバインダー量を削減することが可能となり、塗工液コストの低減が期待される。
- (3) 透気度の向上により、オフ輪印刷における作業性および塗工時の乾燥効率向上が期待される。
- (4) 白色度・不透明度・白紙光沢・印刷光沢などの塗工紙物性の向上効果が見られた。

謝 辞

本報の作成にあたり、サンノブコ株式会社研究第 1 部の竹下和宏氏、馬淵良樹氏、研究第 2 部の三田幸司氏、岡山県工業技術センターの窪津彰氏、藤原和子氏をはじめ、多くの皆様に御協力を賜りました。ここに厚く御礼申し上げます。

参 考 文 献

- 1) P. Burri, C. Naydowski, D. C. Spielmann, E. T. Swanson: "FROM THEORY TO PRACTICE-USE OF CLASSICAL THEORY TO DESIGN A PIGMENT WITH IMPROVED OPTICAL PROPERTIES"; 1996 TAPPI Coating Conference, 203.

重質炭酸カルシウムの粒度分布が塗工液の流動性 および塗工紙特性に及ぼす影響

株式会社 ファイマテック ○梅田 康, 渡部繁雄, 高瀬祐美子, 片山正治

重質炭酸カルシウムは塗工液流動性の改善および原料コストの低減などを目的として塗工液中に配合されており, 生産性向上や品質向上を目的とした塗工液の高濃度化および塗工速度の高速化の動きに伴い, その使用量は現在においても急速に伸びている。

過去に, 塗工液に配合される重質炭酸カルシウムの微粒除去を施すと光沢度や不透明度などの特性が向上するものの, 塗工液流動性が若干低下するとの報告がなされている。塗工液流動性は高速塗工適性および塗料の高濃度化に関する重要な因子であるため, 我々は塗工紙物性の向上とともに塗工液流動性の改良を図るべく, 別の観点から重質炭酸カルシウムの微粒除去の検討を行った。その結果, 新しく開発した重質炭酸カルシウムスラリーを用いる事により, バインダー量が同じ場合において塗工液流動性の向上効果が見られた。また, 同じ塗膜強度においても塗工液中へのバインダー添加量を低減させることが可能となり, 白色度・不透明度・透気度・白紙光沢・印刷光沢などの塗工紙適性が向上することが分かった。

これらの結果からは, 塗工紙の品質向上のほか, 高速塗工に適した塗工液の調成, オフセット輪転印刷時における作業性や塗工時の乾燥効率向上, バインダー添加量低減による塗工液コストの削減などの効果が期待できる。

(本文 72 ページ)

紙コーティング用潤滑剤 —潤滑剤の役割と高性能化—

サンノブ株式会社 研究第1部 竹下 和宏

塗工紙製造の操業性や塗工紙の品質向上を目的として, 塗工液には分散剤, 消泡剤, 潤滑剤, 耐水化剤, 保水・流動性改良剤などの各種の添加剤が配合されている。これらの添加剤のうち潤滑剤は, 塗工紙製造時のカレンダー, ドラムドライヤーなどのダスティング防止やキャストドラムから塗工紙の離型性向上を目的に使われる。その他印刷時のダスティング防止, 紙の摩擦低減, 紙のブロッキング防止, 平滑性や光沢の向上の目的でも使用される。また非塗工紙においても, 潤滑剤を表面サイズ液に添加し塗工することにより摩擦係数の調整を目的に使用される。

塗工紙用の潤滑剤としては, 金属石鹼系, ポリエチレン, エステル系, パラフィンワックス系およびポリグリコール系などがある。これらのうち従来は, 弊社が30年前に日本に導入したステアリン酸カルシウム分散液が主として使用されている。しかし近年, グラビア印刷用塗工紙のダスティング防止効果の向上, キャストコート紙製造の高速化や連続操業時間の延長, ソフトニップカレンダーによるカレンダー温度の高温化への対応, あるいはコストダウンのための使用量の低減などの要望が高くなっている。これらの対応として, より潤滑・離型効果の高い, 高性能の潤滑剤の開発と置き換えが進んでいる。

本文は, 潤滑剤の役割, 作用機構および弊社で開発してきた高性能の潤滑剤について紹介する。

(本文 77 ページ)