

水性塗料直接回収 クローズドシステム (DRCシステム)

Direct Recovery Closed System for
Water-borne Coating



塗装技術研究所
第1部
藤本慎司
Shinji
FUJIMOTO



塗装技術研究所
第1部
岩村達也
Tatuya
IWAMURA



技術開発本部
開発推進部
早瀬徹
Tohru
HAYASE

新
技
術

SUMMARY

From a global environmental protection point of view, the switch to water-borne and powder coating is on going. The chief reason comes from reducing organic solvents and cutting paint wastes. We aimed to establish a spray system which can solve environmental problems by improving paint transfer efficiency and cutting wastes thanks to reusing non-transfer paint particle.

The newly developed “prebaffles” based on an industrial mist-eliminator to recover paint particle can recollect about 90% of non-transfer paint particle by directly recovering according to a principle of inertia impact. The device of up-down move has characteristics that paint drying can be prevented and paint redissolving can be bettered by placing it in tank paint; it is retained in the paint tank on no use. Tank paint can be maintained as a sprayable paint with the automated viscosity adjuster.

As a result, around 95% of consumed paint can be totally used so the system is considered to be very helpful for minimizing paint wastes. On the other hand, paint film performances can be ensured as designed by use of this system.

要 旨

地球環境保護の観点から水性塗料・粉体塗料への転換が進められている。これは主として有機溶剤や廃棄物の削減を目的としたものであり、塗料組成面からのアプローチである。本研究では、塗装時の未塗着粒子を回収再使用することで、塗料の有効利用率の向上と廃棄物削減を図る環境対応型塗装システムの確立を目指した。

粒子の捕集に関しては工業用ミストエリミネーターを参考に、慣性衝突による直接回収により塗装時の未塗着粒子の約90%をプレバッフルで捕集・回収する。プレバッフルは昇降式となっており、塗料中に浸漬することで乾き防止・再溶解促進を行い、未使用時には塗料タンクに収納することができる。また、浴塗料は自動粘度調整装置によりスプレー塗料として一定管理することができ、塗膜性能も初期と同等であることが確認できた。

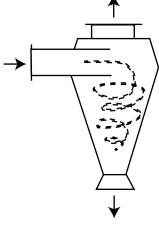
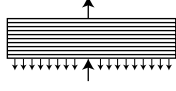
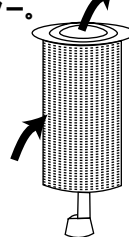
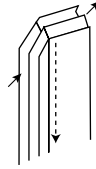
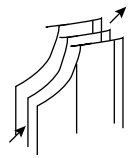
本システムにより使用塗料の約95%が有効利用でき、廃棄物削減にも寄与するものとする。

1. はじめに

地球環境保護の観点から、水性塗料・粉体塗料への転換が進められている。これは主として有機溶剤及び廃棄物削減を目的としたものであるが、塗料の有効利用率向上とそれに伴う廃棄物削減も重要な課題の一つである。しかし、一般的なエアースプレー塗装の場合、約6～7割の塗料が廃水と共に廃棄されているのが現状である。また、市場ではU/F(限外ろ過)を用いた回収システムなどが商品化されているが、未だ広く普及するには至っていない。

本研究では、アネスト岩田株式会社との共同研究により、塗装時の未塗着粒子を回収再使用することで塗料の有効利用率を高め、廃棄物削減に寄与する塗装システムの開発を行った。

表1 各種ミストエリミネーターの構造、性能及び特長¹⁾

方式	サイクロン式	ワイヤー・メッシュ式	繊維充填層式	折り板式	衝突板式	
構造	<p>ガス流が流線方向に流入できるような形状のタンク。</p> 	<p>線径0.3mm程度のワイヤーを波状に曲げ、これを30層以上に重ね合わせたマット。</p> 	<p>円筒スクリーンに各種材質の繊維を充填したフィルター。</p> 	<p>板をガス流に対し傾斜させ、等間隔に配列する。</p> 	<p>衝突板に捕集したミストの分離室が設けてある。この他は折り板と同じ。</p> 	
性能	限界流速	25m/s	2m/s	0.2m/s	3.5m/s	12m/s
	限界捕集ミスト	80 μm	10 μm	3 μm以下	30 μm	10 μm
	圧力損失	200mmAq	15mmAq	500mmAq以下	25mmAq	30mmAq
	許容ミスト負荷量	大	少	中	大	大
特徴	長所	構造が簡単 目詰まりが少ない	高捕集効率 圧力損失 小	高捕集効率	目詰まりが少ない	高捕集効率 目詰まりしにくい 据付面積 小
	短所	圧力損失 大 据付面積 大	液滴負荷により再飛散の可能性大 目詰まりし易い	目詰まりし易い	据付面積 大 再飛散の可能性大	

2. 捕集方式

塗装時の未塗着粒子の捕集方法は、一般工業用プロセスに用いられるミストエリミネーターを参考にした(表1¹⁾参照)。特に、対象が塗料ミストであることから、装置化した場合に考えられる詰まりや固着などの不具合と捕集性能(限界捕集ミスト径・許容ミスト負荷量)を考慮した上で、折り板方式・衝突板方式を採用することとした。試作段階でのテストでは、約80%程度の塗料ミストを捕集できる結果が得られた。

また、図1²⁾は各種集塵装置の部分集塵率を表した図である。折り板方式や衝突板方式は、慣性衝突を利用した集塵(捕集)方法であり、塗料ミストの平均粒子径を約30~40 μm(粒子径分布としては、約10~100 μm)とした場合、約90%の集塵(捕集)率が期待できる。このことから本システムでは、約90%以上の捕集効率(塗料の有効利用率としては約95%に相当)を目標とした。

3. プレバツフルブース

3.1 構造

図2に昇降式プレバツフルブース模式図を示した。プレバツフルは前後2段構造となっており、粒子をプレバツフル開口

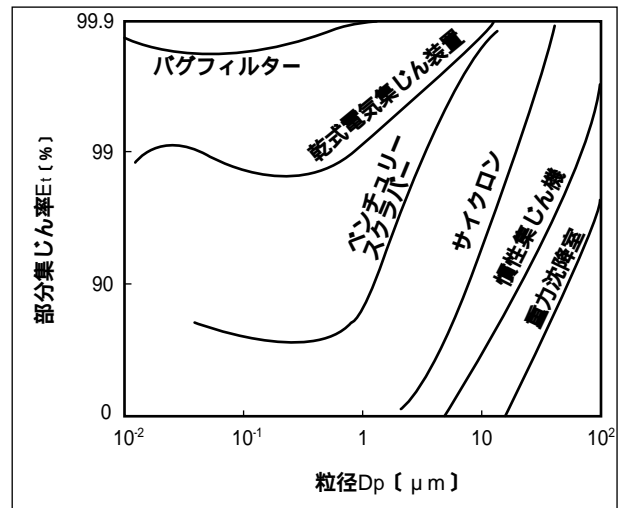


図1 各種集じん装置の部分集じん率の傾向と比較²⁾

部から吸い込み、慣性衝突の原理により捕集する。図3はプレバツフルによる粒子の捕集モデル図である。

通常運転時には、プレバツフルが上昇した状態で使用し、未塗着粒子の捕集・回収を行い、一定時間毎に昇降・浸漬を交互に繰り返すことで塗料乾き・固着を防止する。また、未塗着時や作業終了時にはプレバツフルは塗料タンク内に収納し、塗料乾き防止・再溶解促進・堆積の抑制を行う。また、休日などは収納・密閉することで、付着塗料の再溶解を促進でき、塗料変化も最小限に抑えることができる。

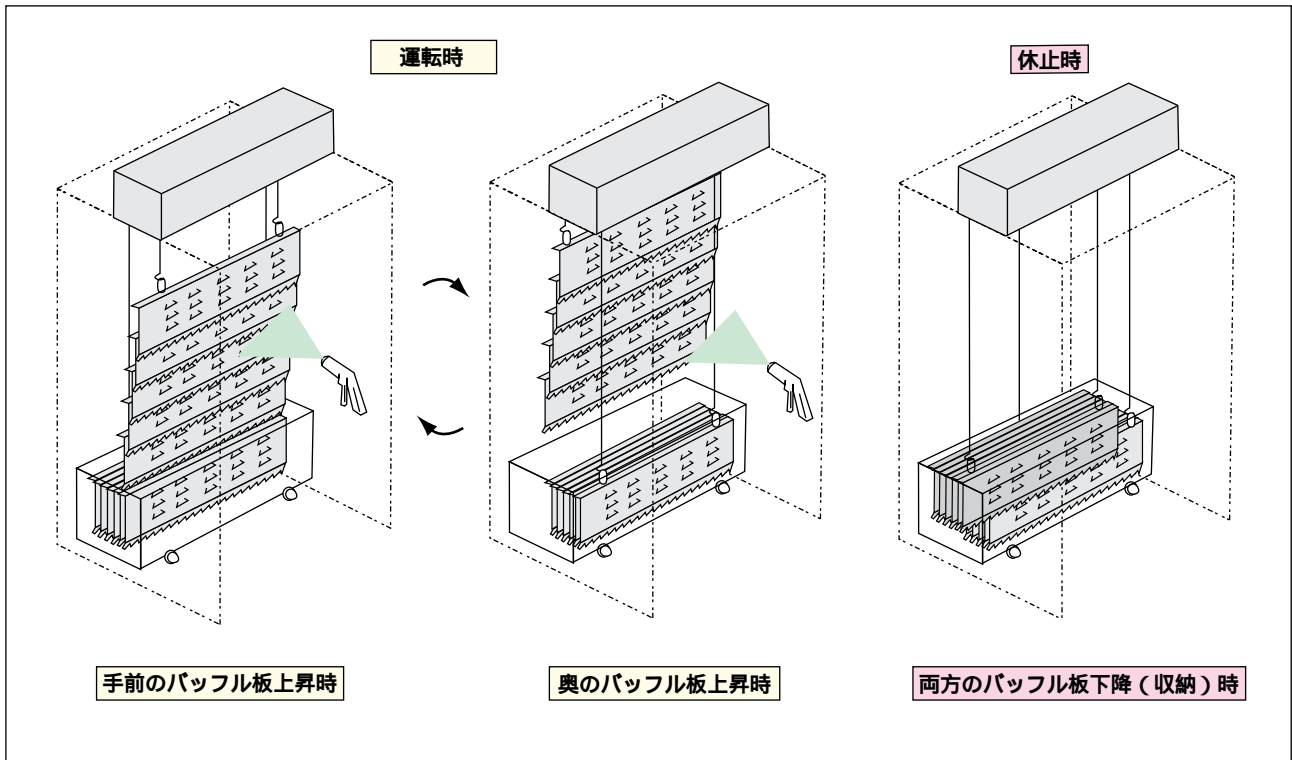


図2 昇降式プレパッフルブース模式図

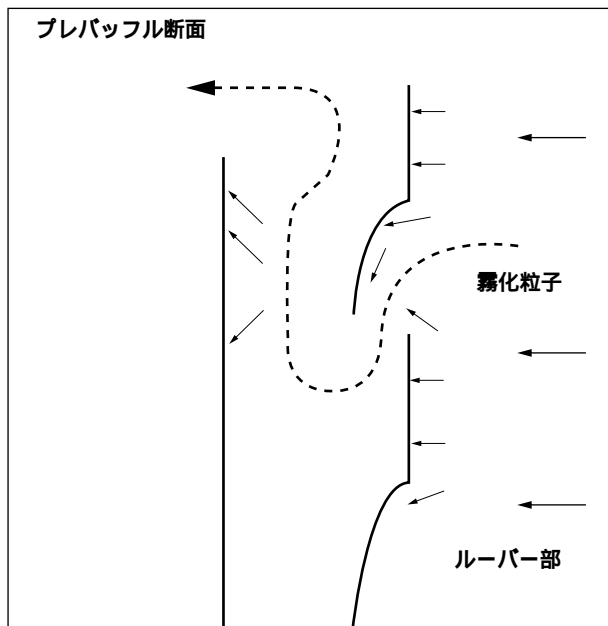


図3 プレパッフルでの粒子捕集モデル

3.2 捕集効率

捕集効率測定結果を図4に示す。測定は被塗物により塗着効率を変動させている。なお、塗装は以下のような標準的なスプレー条件で行った。

スプレーガン : W - 71(アネスト岩田(株)製)

霧化圧 : 0.4MPa

吐出量 : 180 cc/min

塗着効率の上昇と共に未塗着粒子の粒子径が小さくなることから、捕集効率は若干低下傾向がみられるが、捕集効

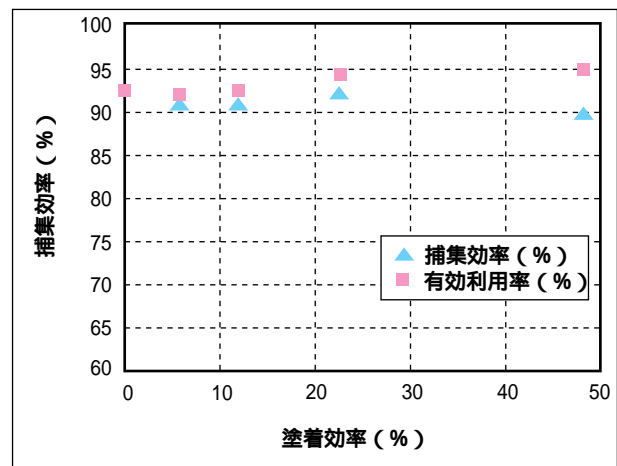


図4 捕集効率及び塗料の有効利用率

率は約90~93%、被塗物への塗着分を含めた塗料の有効利用率としては約92~95%となり、目標とした90%以上の捕集効率(塗料の有効利用率として約95%相当)をクリアできる結果が得られた。

4. 直接回収クローズドシステム (DRCシステム)

図5が未塗着粒子の捕集・回収に昇降式プレパッフルを用いたDRCシステム(Direct Recovery Closed System)の概要図である。未塗着粒子の捕集・回収部(プレパッフル)の他、主に塗料の循環系統、粘度調整系統、塗装系統で構

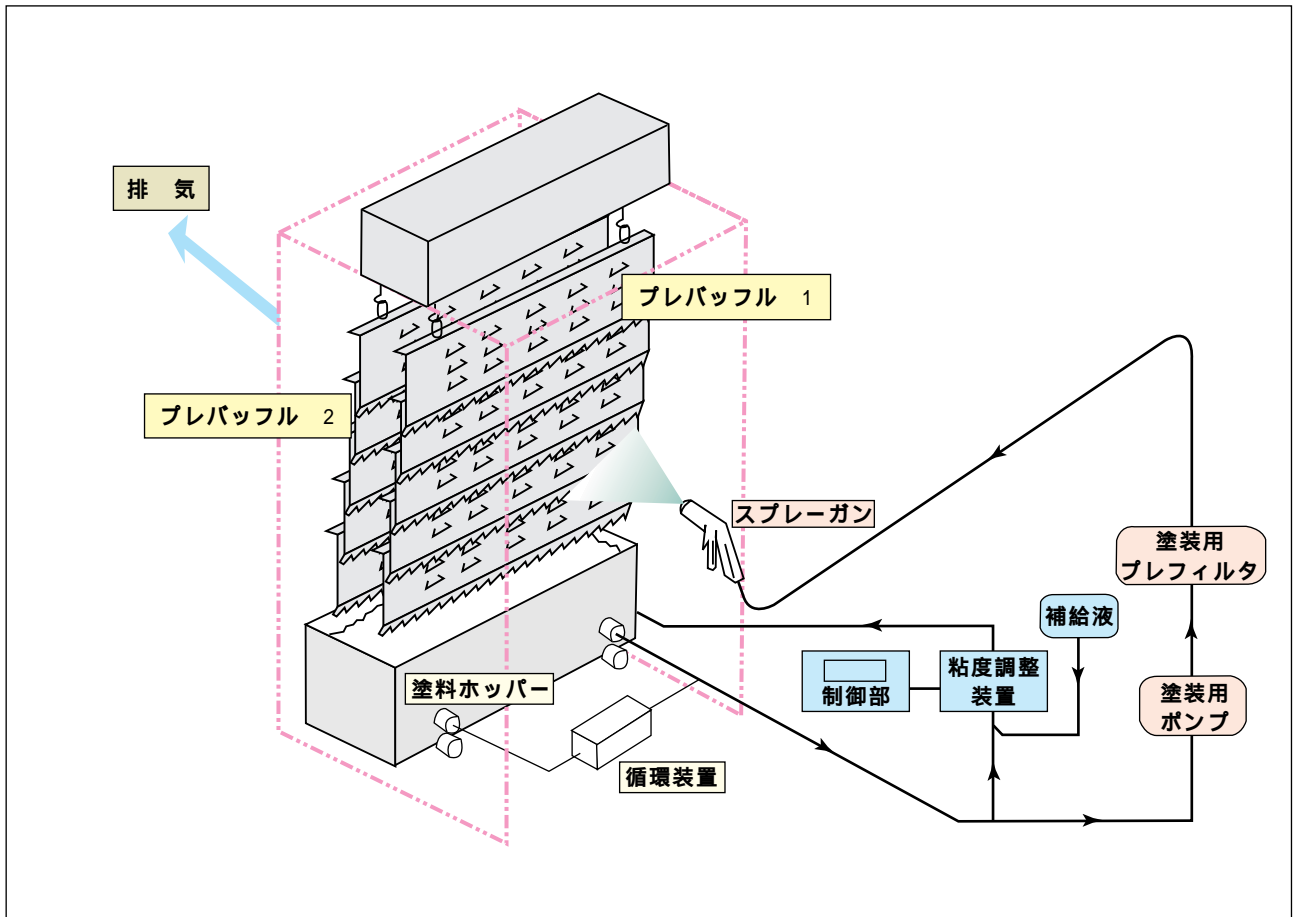


図5 DRCシステム概略図

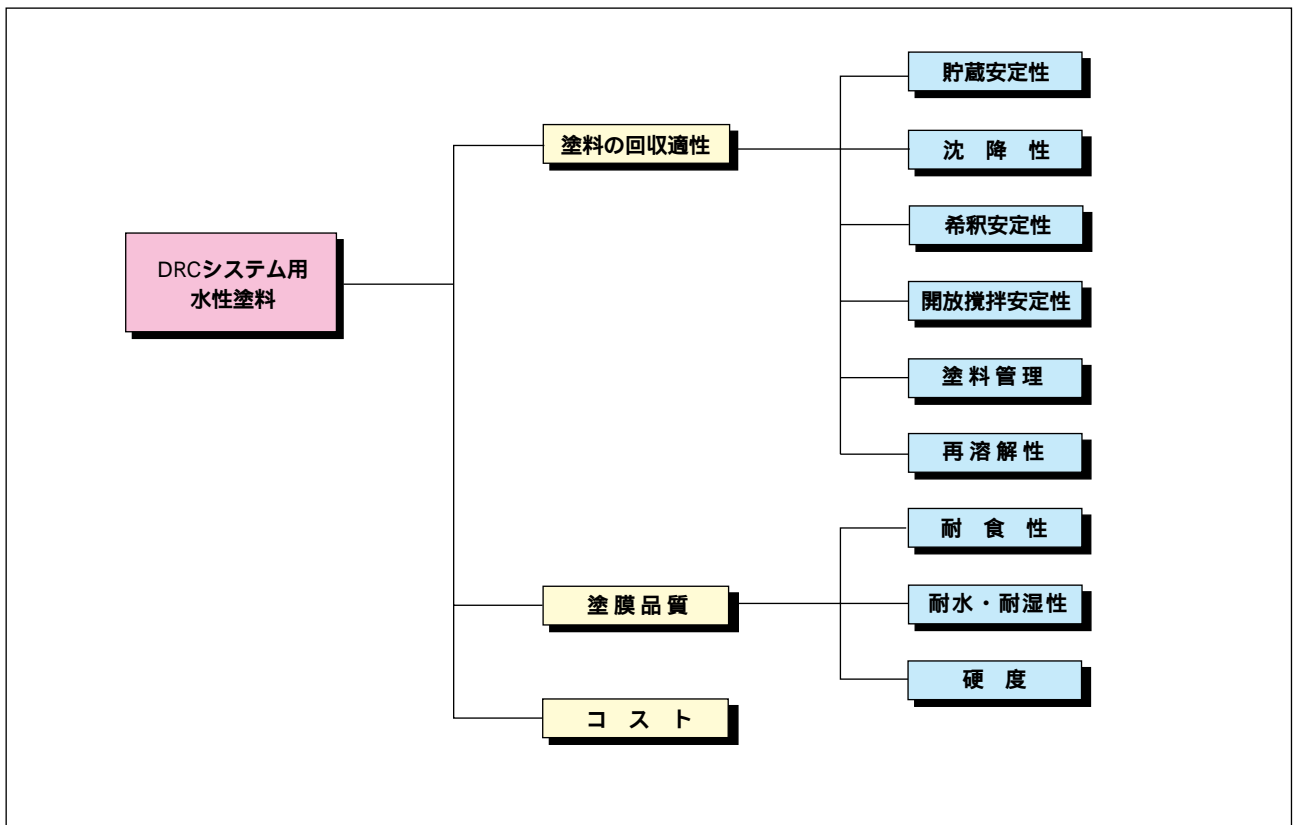


図6 DRCシステムに必要とされる塗料特性

成されている。浴塗料はブース稼働時の揮発や塗装時の捕集・回収により変化するが、自動粘度調整装置により常時塗装粘度に管理・保持されており、粘度調整作業は不要となる。また、システム内部は全てエア駆動であり、火災等に対する安全性が高い。

5. DRCシステム用焼付型水性塗料

5.1 システムへの適用塗料特性

図6は本システムへの適用塗料に必要とされる特性をまとめたものである。中でも貯蔵安定性及び沈降性・希釈安定性・開放攪拌安定性・再溶解性など、塗料の回収適性が重要となる。

5.2 適用技術及び回収適性

本システムの適用塗料「アスカベークCS-1」は、特殊変性アルキド樹脂 / メラミン樹脂系の焼付型金属部品用塗料であり、以下の適用技術をもとに開発を行った。

塗膜品質

- ・ 基体樹脂原料に硬質の多価アルコールを用い、硬度・耐食性を両立。
- ・ 脂肪酸種の選択による耐食性向上。

貯蔵安定性

- ・ 加水分解に強い樹脂設計。
- ・ 適正な顔料組成。
- ・ 沈降防止剤の採用。

再溶解性

- ・ 水溶化能の高い基体樹脂設計。
- ・ 水中で安定な水溶性のメラミン樹脂を選択。
- ・ 水溶性の高沸点溶剤による「乾燥」の抑制。
- 塗料組成の変動に対する作業性の許容幅
- ・ 高沸点溶剤の使用による塗料中溶剤濃度の安定化。
- ・ 粘度の固型分依存性の少ない水溶性樹脂を選択。
- ・ 顔料組成および粘性付与剤による粘性調整。

「アスカベークCS-1」の良好な回収適性を表2に示す。

6. ランニングテスト

6.1 テスト条件

表3にテスト条件をまとめた。調整液は事前に揮発・減量成分の分析結果をもとに配合比率を決定したものである。

6.2 テスト結果

44日間のテスト(約200hrs塗装)を行い、浴塗料の安定性及び塗膜性能に関して以下のテスト結果が得られた。

表2 「アスカベークCS-1黒」の回収適性

評価項目	開発塗料の性能
貯蔵安定性	30、1ヶ月以上良好
沈降性	
希釈安定性	固形分15%以上良好
開放攪拌安定性	30、1ヶ月異常なし
再溶解性	良好

表3 ランニングテスト条件

塗料	焼付型水性塗料(アスカベークCS-1黒) 設定粘度: 47sec(岩田カップ)
塗装	スプレーガン: SA-71(アネスト岩田(株)製) 霧化圧: 0.4MPa 吐出量: 200cc/min(約3kg/hr、間欠吐出)
プレパッフル 運転(周期)	6hrs/day 55min上昇/5min浸漬

6.2.1 塗料特性

表4に示す、塗料粘度・固形分・pHに関して管理幅を設けテストを行ったが、全ての特性値に関して管理幅内で管理可能であり、安定性が確認できた。

6.2.2 塗膜性能

初期とテスト後の塗膜性能を比較した結果を表5に示した。硬度・付着性・耐食性・耐水性の各評価項目全般を通し、機能目標をクリアしており、初期と比べても同等の塗膜

表4 テスト結果1(塗料特性)

項目	管理巾	テスト結果
粘度(sec)	47±3	47±3
固形分(%)	42±2	42±1
pH	8.1±0.2	8.1±0.1

性能を維持していることが確認できた。

ランニングテストを通じ、管理幅内での塗料特性の安定性、初期と変わらぬ塗膜性能が得られたことで、本システムでの回収塗料の再使用技術が確立できたものと考えらる。

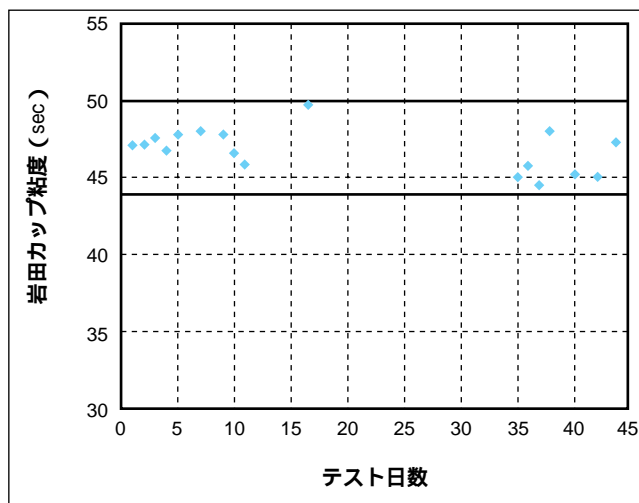


図7 塗料粘度の推移

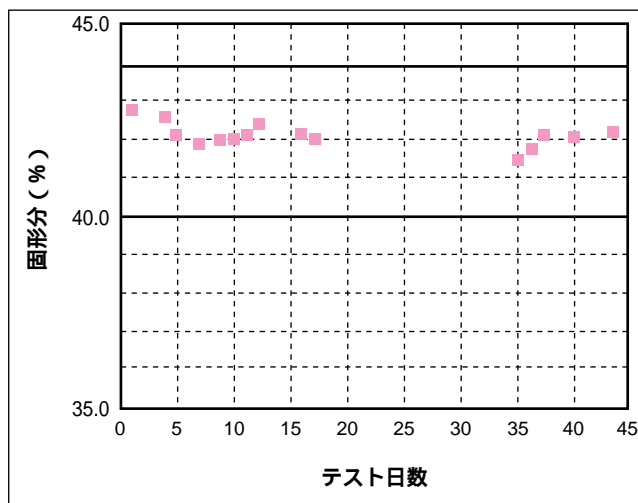


図8 塗料固形分の推移

表5 テスト結果2 (塗膜性能)

評価項目	試験方法	機能目標	初期	テスト後
硬 度	鉛筆硬度	HB以上	F	F
付着性	ゴバン目カット (1mm)	0/100	0/100	0/100
耐食性 (塩水噴霧)	無処理 48hrs	片側 3mm	合格	合格
	リン酸亜鉛 240hrs	以内	合格	合格
耐水性 (40)	無処理 48hrs	フクレなど	異常なし	異常なし
	リン酸亜鉛 120hrs	異常なし	異常なし	異常なし

・SPCCガル鋼板 ・焼付：140 ×20min ・膜厚：25～30 μm

7. まとめ

塗装時の廃棄物削減や塗料の有効利用率を高めることで、環境問題に対処すべく、本DRCシステムの開発を行った。直接回収という独自の方法で未塗着粒子の約90%を捕集・回収し、浴塗料をスプレー塗料として一定管理するクローズドシステムが確立できた。また、ランニングテストを経て、本システムの安定性・有効性を確認できた。被塗物への塗着を含め約95%の塗料を有効利用でき、系外への廃水も無い、廃棄物削減にも寄与する環境対応に優れた塗装システムであると考えられる。

今後、常乾型水性塗料への適用システムの開発を進めていく。

引用文献

- 1) (社)化学工学協会:気泡・液滴・分散工学 - 基礎と応用 -, p.207 (1982)
- 2) (社)化学工学協会:改訂五版 化学工学便覧, p.771 (1988)