

ショッププライマーライン効率化システム の開発

「ジャストサプライシステム」

“ Just Supply System, ” Newly Developed Equipments and Systems for Metering, Mixing and Spraying of a Shop Primer



塗装技術研究所
第1部
大本宗治
Souji
Ohmoto



塗装技術研究所
第1部
永山茂夫
Shigeo
Nagayama



塗装技術研究所
第1部
竹内徹
Tohru
Takeuchi



船舶・鉄構塗料本部
第1技術部
戸田展久
Nobuhisa
Toda

1. はじめに

近年、日本が技術優位性を誇ってきた新造船建造分野において韓国、中国が競争力を強め、日本造船界も設計技術における差別化や建造工程の合理化に積極的に取り組み、業界再編の動きも活発化してきており、さらなる競争力の強化の達成無くしては生き残りは難しいと言われている。

特にショッププライマー塗装工程は唯一のライン塗装工程であり、その後の工程への影響が大きい点から、効率化アップが重視されてきた。関西ペイントもKRSシステム(KANSAI REVOLUTIONARY SYSTEM)といった形で合理化提案を行ってきた。高速溶接・溶断性能、高防食性を有するショッププライマー「SDシンク1000HA(S)」の上市は努力の現れであった。

今回、更にショッププライマー塗装システム全体を根本的に見直し、塗料製造～運搬～塗装という工程をサイクル化し且つ大幅な自動化、省人化、容器リサイクル(廃缶ゼロ)を実現しうる画期的な効率化システム「ジャストサプライシステム」を築き上げることができた。

「ジャストサプライシステム」の特徴

- ①塗料の大量輸送化(ドラム・コンテナリサイクル方式)
石油缶からドラム・コンテナへの変更により容器リサイクルが可能となり、産業廃棄物削減(塗料・容器廃棄)を実現し石油缶開缶作業等の手作業の低減が可能となった。
- ②塗料自動計量・混合システムの新設(特許出願中)
各色塗料をグレーベース塗料とカラーペーストに分離することで、危険物保有量の削減と、混合量がボタン一つで少量から大量まで選択できるため、塗料廃棄の無駄も排除できる。
- ③ガン先混色ガンの新設(特許出願中)
液調合後のグレーベース塗料にノズルの先でカラーペーストを混色できる新規塗装方式が開発されたため瞬時の色替えが可能となった。洗浄必要なラインホース長が大

幅に短縮され、洗浄作業・溶剤・時間の極小化、鋼板ごとの自動色替えが可能となり、同色の鋼板をまとめる前作業が不要となった。

本稿は、上記ショッププライマー効率化システム「ジャストサプライシステム」における「SDシンク1000HA(S)」グレーベース/液の自動計量・混合システムと液調合後のグレーベース塗料/カラーペーストのガン先混色システムについて報告する。

2. 現状と開発目標

ショッププライマー塗装ラインでは鋼材種を見分けるため、通常3色(グレー、赤錆、グリーン)が採用されている。各色塗料は石油缶で納入され、人手で開缶・攪拌混合されてきた。色替え時はタンク、ポンプ、配管パイプ(約25m)の洗浄が必要で、多量の洗浄溶剤と時間を必要としていた。そのため色替え時はラインを止めて対応し、余った塗料は無駄となった。また、使用後の廃缶とあわせ産業廃棄物処理が課題となっていた。

開発の着眼点は、以下の2点をターゲットとした。

- (1)グレーベース/液の自動計量・混合システムの構築
- (2)液調合後のグレーベース塗料/カラーペーストの瞬時混色・色替え(目標3分以内)

3. SDシンク1000HA(S)グレーベース/ 液の自動計量混合

グレーベースと液の自動計量混合機として、図1の装置を開発した。

グレーベース及び液、シンナーは、標準として通いドラム及びコンテナで納入しグレーベース、液、シンナーの各必要量を自動計量して調合タンクに入れ攪拌混合し、エアレスポンプでエアレスガンへ供給する装置である。(100種類の計量パターン装備)

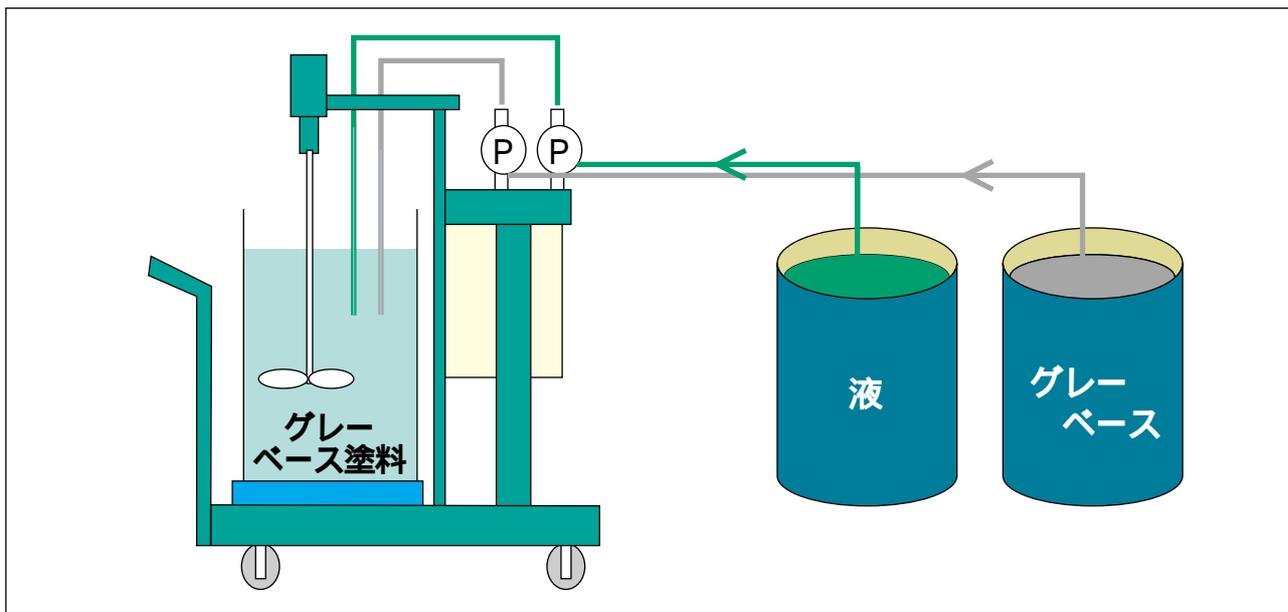


図1 グレーベース / 液の自動混合機

表1 混色システム比較

| | 混色システム | 混合方式 | 特徴 | 適性 |
|------|-----------------|------|--|-------------|
| システム | エアレス+エアレス | 外部 | <ul style="list-style-type: none"> ・模様塗装 ・ガンが大きくて重い ・低吐出量制御不可 | - x x |
| システム | エアレス+エア | 外部 | <ul style="list-style-type: none"> ・低吐出量塗装が可能 ・パターン幅が狭い | |
| システム | エアレス+スタティックミキサー | 内部 | <ul style="list-style-type: none"> ・混合精度が問題 ・設備が大きい | |

< 自動計量混合機のメリット >

- ① 石油缶納入に比べて、残塗料ロス的大幅低減。
- ② 通いドラム及びコンテナ納入方式により、廃缶処理費用の削除。
- ③ 従来の1セット毎の開缶、手攪拌による混合等の作業工数の大幅低減。

4. 液調合後のグレーベース塗料とカラーペーストの混色システム検討

4.1 混色システム比較

混色システムとしては、表1に示すように、システム①エアレス / エアレス、システム②エアレス / エア、システム③エアレス / スタティックミキサーの3方法があげられる。システム①では、エアレスでカラーペーストを塗装する時に低吐出量の制御が難しい。システム③では、特に混合比率差が大きい時に精度が出ない等の問題があり両システム共不適性と判断した。システム②エアレス / エア方式は、事前検討の結果

カラーペーストの低吐出量塗装ができ、ガン外部混色が可能であることを見出し、本システムの混色には最適と判断した。

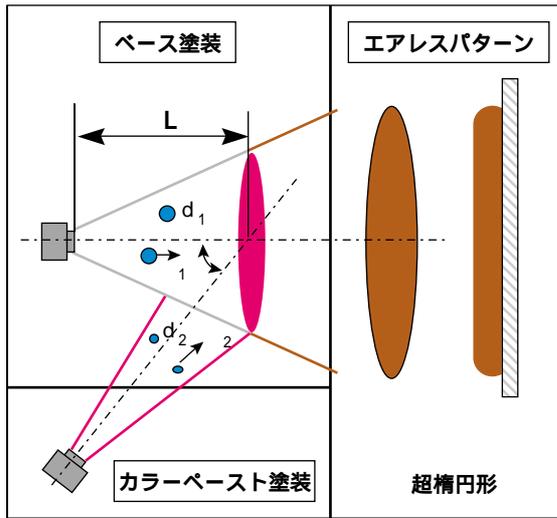
4.2 エアレス・エアによる検討

4.2.1 ガン先混色制御要因

図2に、ガン先混色の制御要因を示した。ベース霧化粒子及びカラーペースト霧化粒子の各々の粒子径・粒子速度・パターン形状・パターン内流量分布をいかに制御するか、またベース霧化粒子、カラーペースト霧化粒子を混合させる位置、角度の適性範囲を見出すことが重要なポイントと考え検証した。

4.2.2 ノズルの探索

エアスプレーノズルには、大きく分類して一般的な塗装に使用される外部混合霧化方式と、加湿装置等の噴霧器に使用されている内部混合霧化方式の2種類があり、その構造を図3に示す。外部混合霧化方式は、霧化エアと塗料が

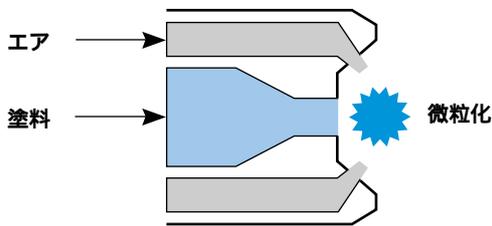


| 要 因 | |
|------------------|--|
| 1. 粒子径 | ベース霧化粒子径 (d_1) カラーペースト霧化粒子径 (d_2) |
| 2. 粒子速度 | ベース霧化粒子速度 (v_1) カラーペースト霧化粒子速度 (v_2) |
| 3. 混合角度 | () |
| 4. 混合位置 | (L) |
| 5. パターン形状 | ベース カラーペースト |
| 6. パターン内 流量分布 | ベース カラーペースト |

図2 ガン先混色制御要因

外部混合霧化方式

エアスプレーガン



内部混合霧化方式

加湿装置

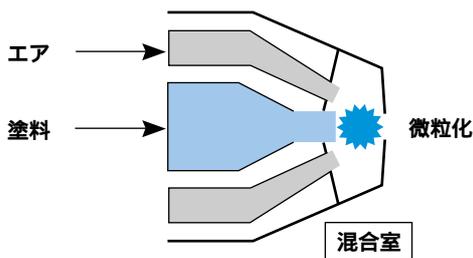


図3 エアスプレーノズルの構造

ノズル先外部近傍で混合する。それに対して内部混合霧化方式は、霧化エアと塗料がノズル内部の混合室で混合されるため、微粒化効率が良く少量の霧化エアで良好な微粒化が期待できる。

4.2.3 混色性比較

グレーベース塗料をエアレスで霧化したスプレーパターンに、カラーペーストを外部混合霧化方式と内部混合霧化方式のエアスプレーノズルで霧化したパターンを衝突させながら吹付け塗装を行い混色性を比較した。その結果、外部混合霧化方式の場合はグレーベース塗料のパターン幅が30cm以上になるとパターン端部で混色しにくいことが確認された。一方、内部混合霧化方式の場合は、パターン全体に対しある程度良好な混色性が得られることを見出した。

4.2.4 霧化特性の比較

グレーベース塗料とカラーペーストの霧化粒子の粒径分布を図4に、ガン距離と粒子速度の関係を図5に示す。内部混合霧化方式によるカラーペーストの霧化粒子は外部混合霧化方式の霧化粒子に比べて、粒子径が小さくシャープな分布であり、粒子速度も外部混合霧化方式の半分以下と、非常に遅いことが判明した。ベースの霧化粒子は平均径約30 μm の標準的な粒子径であり、粒子速度もガン距離10cm以内では20m/s以上という高速であることが判った。

図6に、カラーペーストを内部混合霧化方式で霧化した時のパターン形状を示す。ガン距離30cmでパターン幅は約45cmあり、従来の外部混合霧化方式に比べて、パターン幅が広く、また、流量分布は外部混合霧化方式が山形なの

に対して、内部混合霧化方式はパターン全体が均一な超楕円形になることが判った。

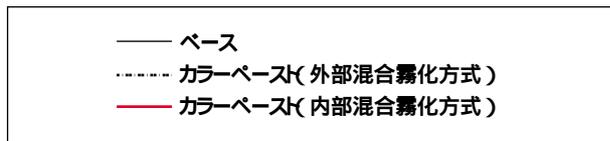
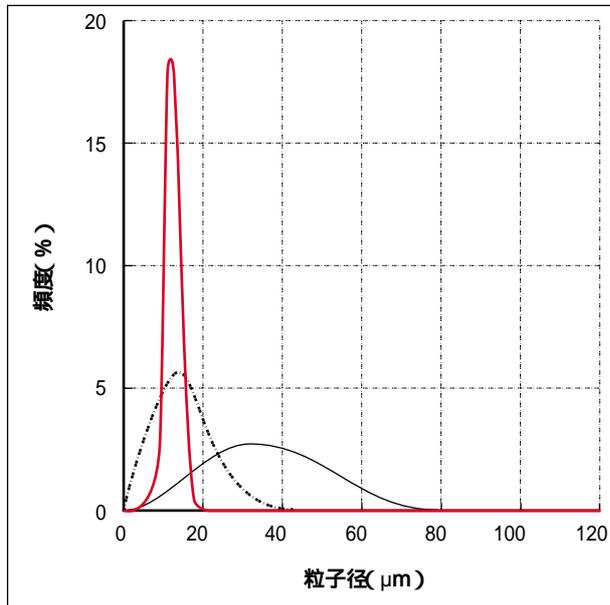


図4 霧化粒子の粒径分布

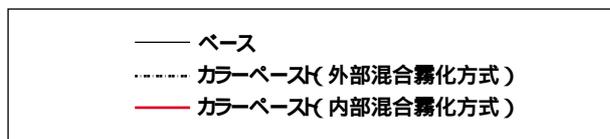
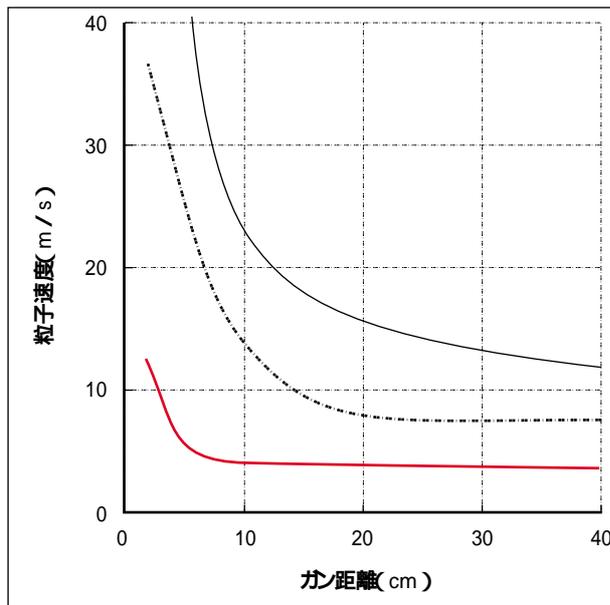


図5 ガン距離と粒子速度

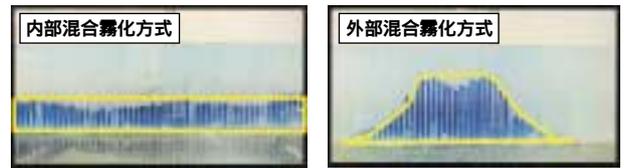


図6 パターン形状、流量分布

4.2.5 最適混色条件

適的な混色位置および角度を確認するために、ベース塗料用のエアレスノズルに対し、両サイドで挟むようにカラーペースト用のエアスプレーノズル(内部混合霧化方式)を2個配置したガン先混色ガン(図7)を試作し最適混色条件を調べた。

カラーペーストのエアスプレーノズルを角度・距離が調整可能な可変翼に取り付け、混色位置やスプレーパターンの衝突角度を変動させ混色性を確認した結果を図8に示す。今回選定した内部混合式のエアスプレーノズルでは混色位置(L)として、エアレスノズルから3~10cmの距離と30~40°の混色角度(θ)が適正条件であった。



図7 ガン先混色ガン

にくいため混色性不良となることから、混色性を良くするためのカラーペーストの制御ポイントは、

- ① カラーペーストの粒径分布をシャープにし粒子径を小さくする。
- ② ベース塗料との粒子速度差を大きくするためカラーペーストの速度は極力遅くする。
- ③ カラーペーストのパターン幅を広くし、流量分布は超楕円形にする。
- ④ エアレスパターンに対するカラーペーストパターンの衝突角度と距離を適正にする。

ことであり、上記を満足させるには、カラーペーストは内部混合霧化方式のエアスプレーノズルで霧化することが最適であると判断した。

5. 色替え洗浄機構

図11は、現状と本システムの色替え洗浄機構を示している。

現状ではタンク、ポンプ、ホース内の洗浄が必要で、ポンプ～ガン先までは25～30mのホース長があり色替え洗浄に約20分程度掛かっていた。それに比べて、本システムでは自

動車塗装に代表される工業用塗装ラインで実績のあるCCV(カラーチェンジバルブ)をガンに装着させたために、洗浄箇所はCCVからガン先までの15～20cmのホース部分となり数秒間での色替え洗浄が可能となった。

6. 実ライン想定テスト結果

水平レシプロ機を使用して、ショッププライマーラインを想定した塗装テストを実施し本システムの実用性を評価した。

図12に塗装条件及び結果を示す。従来の既調色方式と比較して混色性(色差及び目視評価)洗浄性(洗浄時間と溶剤使用量)で評価しても問題のないことが確認できた。

7. 塗膜性能

表2に、既調色方式とガン先混色方式で塗装した板の3、6ヶ月の屋外暴露データを示す。ガン先混色方式品の暴露結果は、既調色方式品と比べても附着性・外観共に差がなく良好な結果であった。また、その他ショッププライマーとして要求される諸性能も同等であることを確認した。

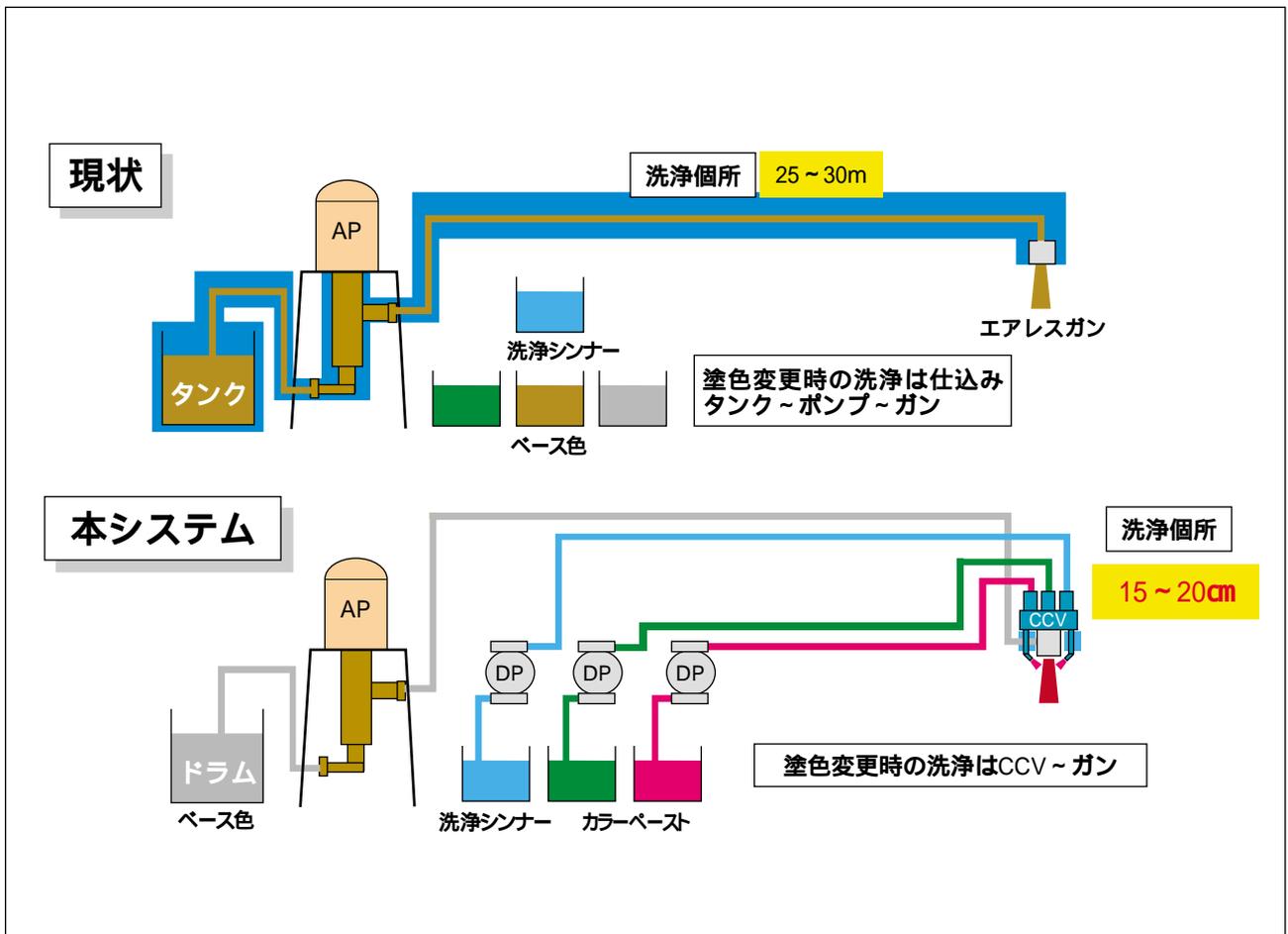


図11 色替え洗浄機構

| |
|--|
| 塗装条件 |
| ベース色 エアレス : 45 / 1 キング 吐出圧 7Mpa エアレスガン : AG - 3 チップ : 923 カラーペースト ポンプ : ダイヤフラムポンプ 吐出圧0.2Mpa ガン : ウイングミスト 色替え : カラーチェンジバルブ (CCV) ペースト送量 : ペイントレギュレーター 吐出圧0.15Mpa 塗装機条件 ガン速度 : 60m / min ガン距離 : 35cm コンベア速度 : 6m / min |
| 結果 |
| 実ライン比較 <混色性> : 既調色方式と比較 △E0.6以内(目視合格) <洗浄性> : 時間 10秒以下(現状20分) : 溶剤使用量 0.1L以下(現状32L) |

図12 実ライン想定テスト結果

表2 屋外暴露試験

| ベース | カラーペースト | | 屋外暴露(尼工:12月~6月) | | | |
|------|---------|----------------|-----------------|----|-----|----|
| | 方式 | 色(吐出量) | 3ヶ月 | | 6ヶ月 | |
| | | | 付着性 | 外観 | 付着性 | 外観 |
| グレー色 | - | 無し | | | | |
| | 既調色 | 赤錆 | | | | |
| | | グリーン | | | | |
| | ガン先混合 | 赤錆(100g/min) | | | | |
| | | グリーン(100g/min) | | | | |

8. ジャストサプライシステムのまとめ

ショッププライマー塗装の画期的効率化を目指し製造 - 運搬 - 塗装リサイクルを可能とする方式として、グレーベース / 液の自動計量混合機と液調合後のグレーベース塗料 / カラーペーストのガン先混色システムを新規開発し「ジャストサプライシステム」として完成することができた。図13は、「ジャストサプライシステム」の概要図及び効果を示す。(尚、新規開発ガン先混色ガンを「ウイングミストガン」と称す。)

9. おわりに

今回、開発した「ジャストサプライシステム」は大幅な塗装の効率化と産業廃棄物低減可能な「地球環境対応塗装システム」と位置付け、他分野へも横展開することが可能と考える。今後は、更に塗装技術基盤の充実に努め、塗料メーカーとして市場の要求に対して新しい塗装システムが提案できるようにしていく。

