

# 革新的新造船塗装システム

## 「KRS<sup>2</sup>システム」

“ KRS<sup>2</sup> system, ”  
Innovative Application System for Newly-Erected Ship



船舶・鉄構塗料本部  
第1部  
浜正司  
Masashi  
HAMA

### 1. はじめに

厳しい試練を受けてきた日本造船業界も西暦2000年にかけてVLCC( Very Large Crude Carrier )のリプレース時期を迎えることや、船価もわずかながら回復基調にあるといったことで追い風が期待されている。しかし一方タンカーバラストタンクの2重構造化規制による塗装面積の増大や熟練塗装工の減少・高齢化といった困難な問題にも直面している。

こうした厳しい現状を打開し、活力の向上を図るため、当社は従前からCS活動(顧客満足度向上)、RC活動(化学製品の安全・健康・環境対応)を押し進め、高品質、高コストパフォーマンス、地球環境にやさしい塗料の提供を目指し、外板没水部用高性能錫フリー防汚塗料「**エクシオン**」、バラストタンク用タールフリーエポキシ塗料「**エボマリンスーパーE X21**」といった新製品の開発に精力を注いできた。しかし日本造船業界の真の競争力を高めるために何をなすべきかを問いなおし、船主、造船所サイドのニーズを慎重に調査した結果、新造船塗装システムそのものの改革が必要なのではないかと考えるに至った。そこで船舶塗装仕様の統合簡素化、塗膜高性能化を狙った「KRS - I システム」と塗料物流革新、自動計量・混合、塗装効率化を狙った「KRS - II システム」を2乗に掛け合わせた革新的塗装システム「**KRS<sup>2</sup>システム**」を提案するに至った。以下にその概要を説明する。

### 2. 現行新造船塗装システムの抱える課題

現状の課題を以下にまとめた。

#### 1) 塗装仕様、塗料種が多く煩雑で作業工数が増え非効率的

船舶は海上を航行するため外板没水、非没水部、タンク、暴露部、内部等と使用環境が異なる部位が多く、用途に応じた様々な塗装仕様が採用されてきた。しかしトータル塗装

コスト中に占める塗料コストの比重は非常に小さく、多種類の塗装仕様を組あわせた現行システムでは塗料コストの節約を図れるが塗装工数が多くなり、むしろ塗装仕様を統合簡素化したほうがトータル塗装コストを低減でき、よりメリットが大きいと考えられる。

多種塗装仕様を採用した場合のデメリットは以下のとおりである。

1つのブロックの塗装時に区画ごとに塗装仕様が異なるため小面積塗装作業が増え塗料ロスが大きく、また切り替え時の塗装機洗浄作業で洗浄・廃却溶剤、廃塗料のムダが多い

塗り分け、塗り重ねの指示が難しく、間違いも多くなりマスキング、手直し作業が多い

一般的なバルクキャリアの塗装仕様例を図1に示すが、約10種類の塗装仕様、20種類以上の塗料が使用されている。

#### 2) 建造工程が長期にわたり、塗装に関連した作業が複雑で機械化が難しく非効率的

船体が大きくなり(中堅クラスでも長さ200m×幅30m×高さ20m)ため、小さく分けたブロックである程度塗装を完了し、それを順番に溶接して組み上げて完成してゆく必要がある。このため工期が長くなり、暴露期間が伸びるため人手に頼った下地処理作業が増え、また各塗料には上塗りインターバル適性や塗重ね適性が要求される。

表1の工程をさらに下地処理、塗装への段取り(清掃、洗浄、マスキング、混合攪拌等)、塗装検査といった作業別に区別すると、それぞれの占める割合は図2のようになり、塗装作業そのものもそれ以外の作業にいかにか手を取られているかが理解できる。特に同一塗料を大量に使う時の開缶・混合・攪拌作業や廃缶作業といった段取り作業にはムダが多い。

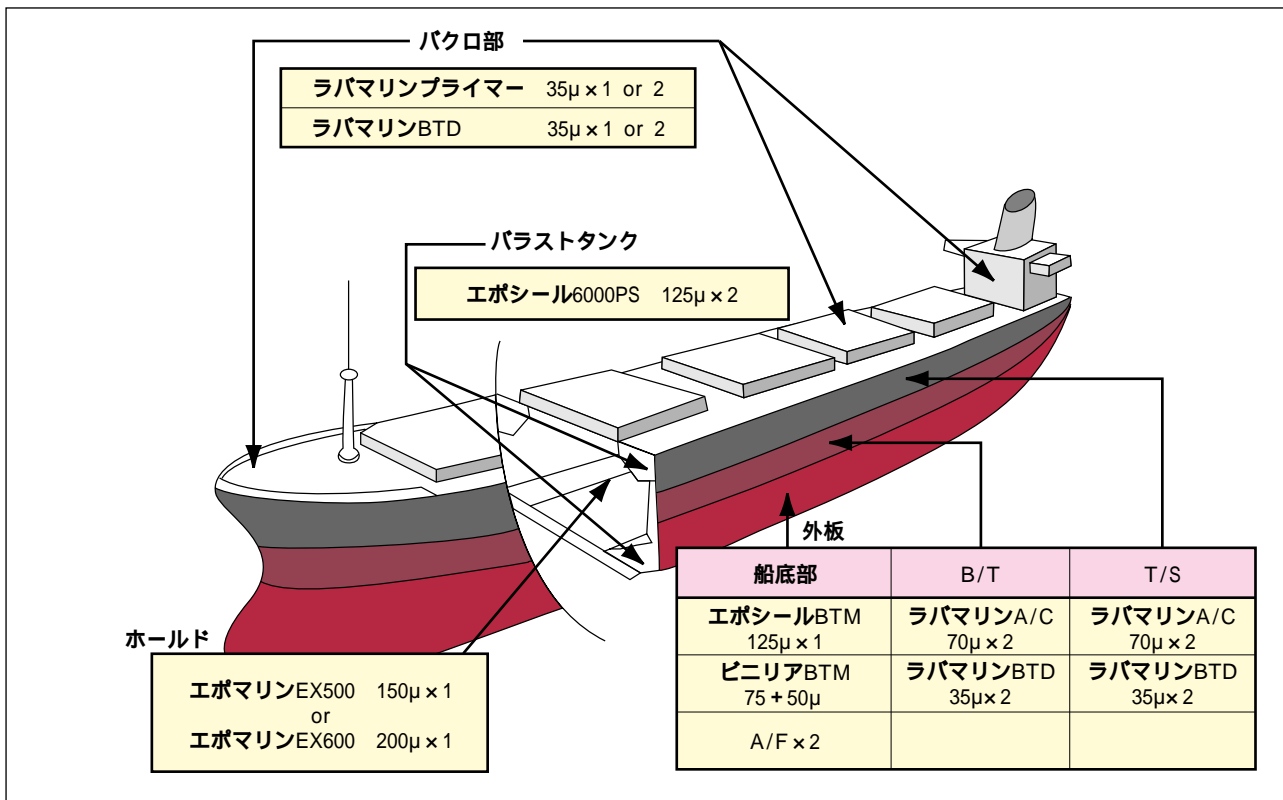


図 1

表 1 新造船建造工程における塗装に関連した作業の概要と比重

工 程	作 業 内 容	手作業 / 機械化	工数の大小
ショップ鋼板作成	1次下地処理・無機ショップ塗装	機械	中
溶断・溶接	ブロック組立	機械 / 手	大
2次下地処理	汚れ、発錆部下地処理	手	大大
ブロック塗装	各種塗装仕様で塗装	手	大
エレクション工事	ブロック溶接・下地処理・塗装	手 / 機械	小
進水前全面塗装	仮仕上げ塗装・試運転	手 / (機械)	大
引き渡し全面塗装	完全仕上げ塗装	手 / (機械)	中

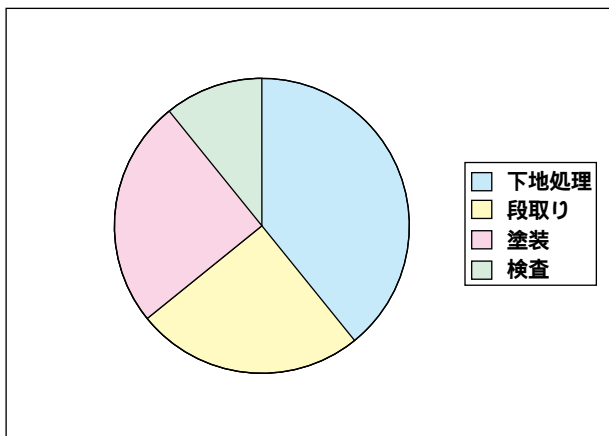


図 2 各作業の全塗装作業工数中にしめる割合

3) 3K作業(きつい、きたない、危険)が多い

従来から指摘されてきたが根本的に改善する必要がある

4) 安全・環境への配慮が必要

タールエポキシ塗料の安全性の問題や各種塗料の溶剤揮発量の低減(低VOC化)等

5) 船主、造船所サイドの要望

ニーズを要約すると以下のようにまとめられる。

a) 塗装システム合理化によるコストダウン

全部位共通プライマー採用による建造工期、塗装工数の低減要求。

b) 塗膜耐久性の向上

船体、エンジンの高性能化に伴ったドックインターバルの延長に対応できる塗料の開発。

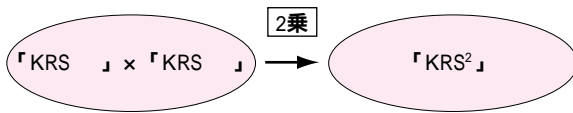
(高性能錫フリーA/F塗料、明色・高性能パラスタック用エポキシ塗料、暴露部用高耐候性塗料)

c) 塗装工程中の検査業務の負担低減

暗く危険で見落とし易いパラスタック等の検査環境の改善による施工品質を向上とメンテナンスコストの低減。

### 3. 「KRS<sup>2</sup>システム」のコンセプトと関西ペイントの提案

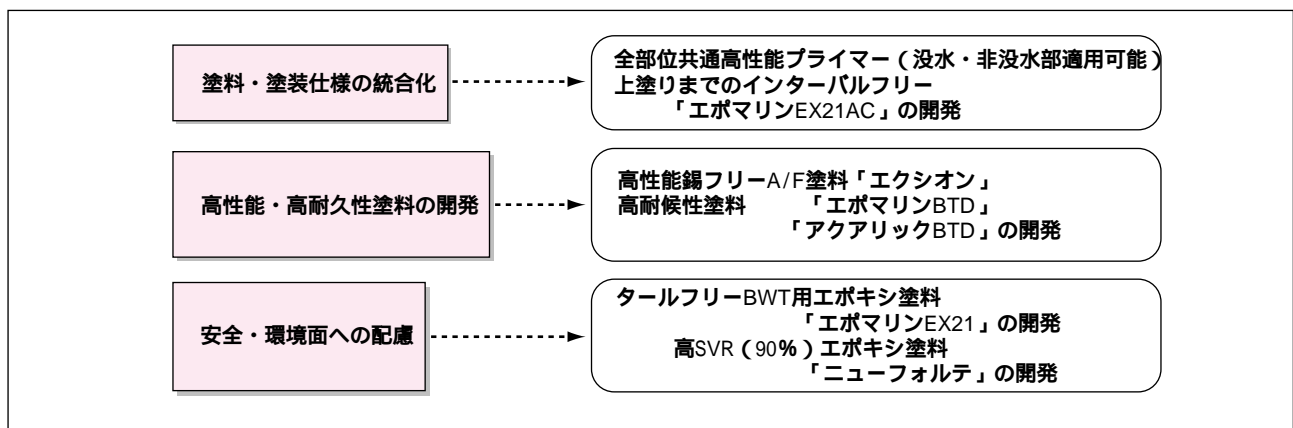
上記した現状の課題や船主・造船所サイドのニーズを併せて鑑みた時、弊社が貢献できることは、船舶塗装仕様の統合簡素化、塗膜高性能化「KRS - システム」で大幅な作業工数、塗装コストの低減を実現し、塗料物流革新、自動計量・混合、塗装効率化「KRS - システム」で徹底的に塗料、段取り作業のムダを排除する、そしてさらにこの2つのシステムを掛け合わせることによってその効果を2乗的に向上が期待される革新的塗装システム「KRS<sup>2</sup>システム」の提案であると考えた。



以下にその内容の説明を行う。

#### 3.1 「KRS-Iシステム」

「KRS - システム」は塗装工程の合理化をめざした高性能・環境対応新製品の開発を基本思想とし、3つの骨格から成り立っている。その目標と開発製品は以下の通りである。



特に「エポマリンEX21AC」の開発は外板部、パラスタック、ホールド暴露部外・内部といった今まで10種以上のプライマーが使われてきた部位を本品ひとつに共通化できるようになるという点で大きな意味をもつ。この結果、ブロック塗装時も同一塗料で表、裏面共連続塗装でき、塗重ね、塗り間違い、塗装機の洗浄といった工数ロスやムダを排除できる。さらに外板部においては塗装インターバルをフリーにできるためA/F塗装前のバインダーコート無くすことができ、塗り回数も減らすことが可能となり、大幅な塗装工数削減が可能となる。また新規開発高性能上塗り塗料を併用することで耐久性向上も期待できる。

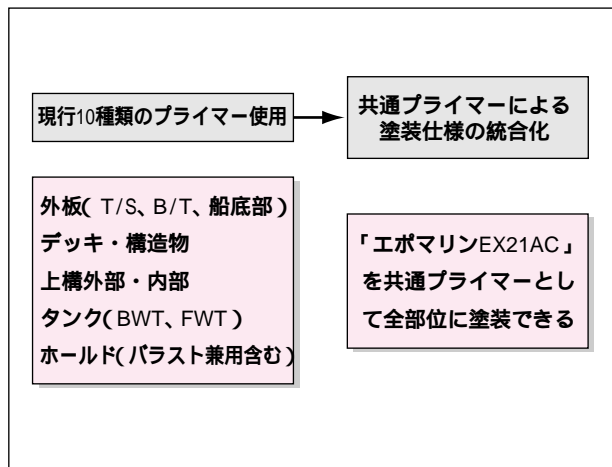


図3 「KRS - システム」による塗装仕様の統合化

ここで「エポマリンEX21AC」の特徴を説明する

#### 3.1.1 「エポマリンEX21AC」の特徴

【特徴】

没水部・非没水部に対応できる高防食性能の実現

長い建造工程でも表面処理なしで上塗りできるインターバル適性

1年を通じて良好な塗装作業性の実現(エポキシ・アミン系で冬季低温硬化性実現)

新製品

これは長い実績をもつ「エポマリンAC」、「EX600」の防食性と「エポマリンEX500」の塗装インターバルフリー性を基盤とし、下記の3つの技術課題をクリアーすることで完成できた。

### 長期防食性付与技術

- 相溶性にすぐれ、適度のネットワークを構築出来るエポキシ・硬化剤の組み合わせ
- 耐透水性の優れた特殊顔料と樹脂・顔料の結合力を強める特殊界面活性剤を配合
- 鋼板、シヨッププライマーへの濡れ密着性を強める特殊浸透性付与剤を発売

### 長期塗装インターバル性適用化技術

- エポキシ樹脂の高耐候性化変性技術
- 表面反応性の低い特殊アゾ変性化
- 暴露時表面活性を発現する新規顔料の選定

### 低温硬化性付与技術(5 × 16時間硬化)

- エポキシ・アミン反応系では困難とされていた低温硬化を実現できる硬化剤変性技術

以下は「エポマリンEX21AC」塗膜の物性と主な試験の結果である

表2 各種塗膜物性値(エポマリンEX21AC 乾燥膜厚200μ)

吸水率	透湿係数	Tg	ヤング率	破断強度	伸び率	衝撃性
2.6%	13 g・cm/m <sup>2</sup> ・24H	75	40 × 10 <sup>3</sup> kg/cm <sup>2</sup>	450 kg/cm <sup>2</sup>	2.5%	50cm 1/2 × 500g

表3 各種上塗り塗料の暴露層間付着性試験結果(下塗り:エポマリンEX21AC)

上塗り種	SDマリン BTD	ラバマリン BTD	アクリック BTD	エポマリン BTD	レタン 6000
暴露1年後 上塗り性	△				

表4 防食性試験結果(乾燥膜厚200μ)

	エポマリンEX21AC	エポシール6000PS
温度差試験 (40/20 × 14日間)		.
海水浸漬試験 (2年間)		.
40 人工海水浸漬試験 (1年間)		.
ソルトスプレー試験 (2ヶ月)		.
バラストサイクル試験 (16サイクル)		.

(良 > △ > 劣)

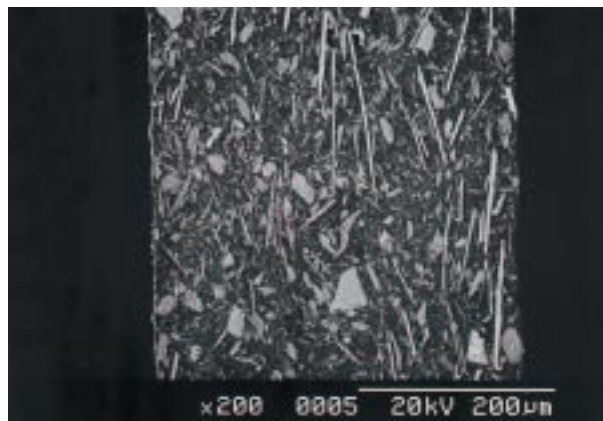


写真1 エポマリンEX21AC塗膜の断面写真(鱗片状顔料の効果で水分等の進入を遮断する)

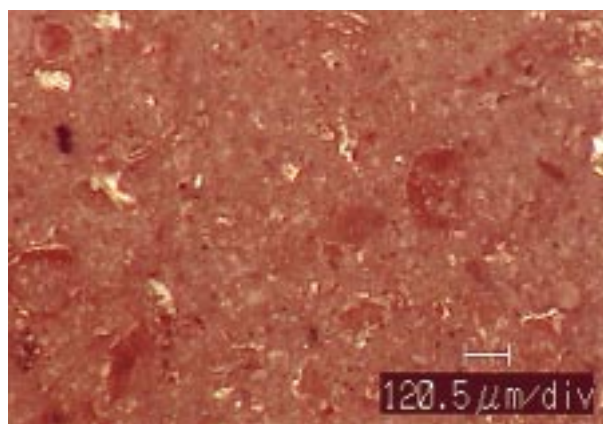


写真2 暴露後表面状態(表面に密着性を向上する顔料が配向)

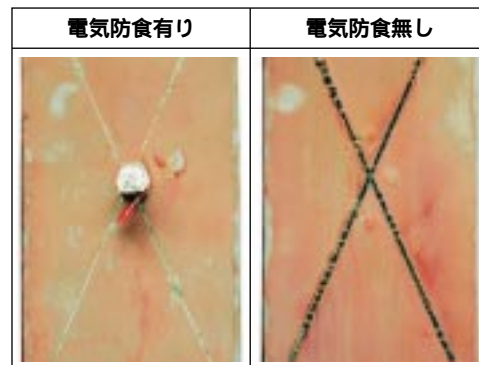


写真3



### 3.1.2 「KRS Iシステム」適用例

「KRS Iシステム」は防食性、耐ダメージ性が優れているためメンテナンスコストの低減が期待される。



写真4 エポマリンEX21AC塗装船2年航行後の状態

### 3.1.3 「KRS Iシステム」採用によって予測される効果

塗料品種削減、塗装回数削減、塗装延べ面積を3割以上削減可能となる。

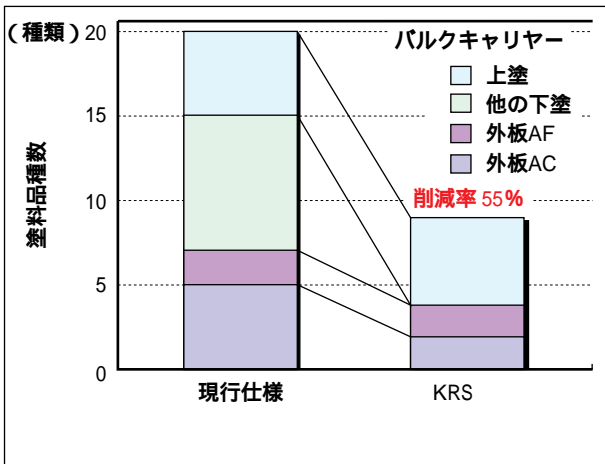


図4 塗料品種削減効果

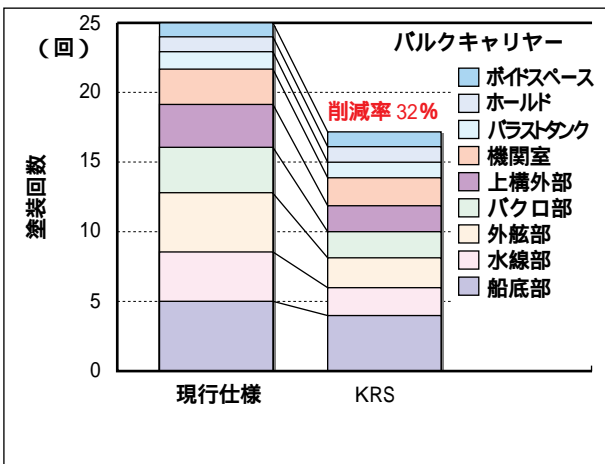


図5 塗装回数削減効果

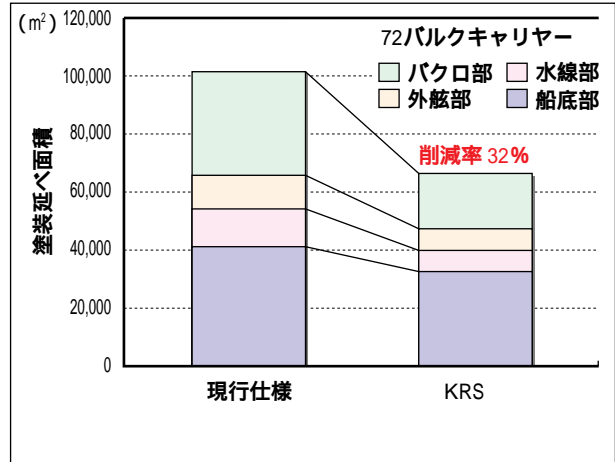


図6 塗装延べ面積削減効果

これにより、総塗装工数で9%程度低減出来ると期待される。

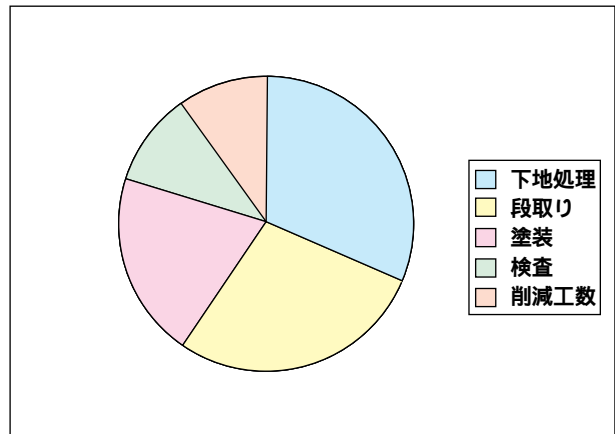


図7 「KRS Iシステム」による期待工数削減効果

### 3.2 「KRS IIシステム」

「KRS IIシステム」は塗料流通・計量・混合・リサイクル面の革新を狙った関連機器類の開発をめざした、以下の3つの構想から成り立っている。

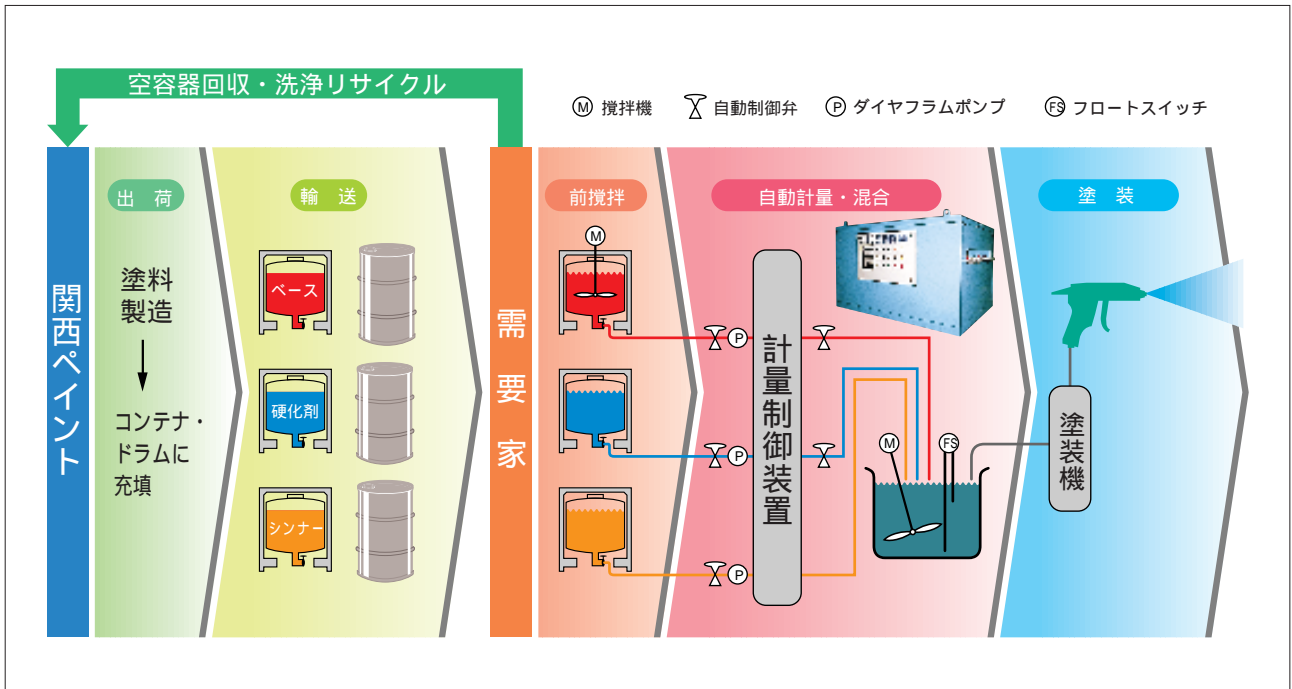
#### 省力化特殊自動計量混合装置の開発

使用量が増えているエポキシ塗料やショッププライマーのように2液で正確に計量・混合・攪拌 する必要がある場合、専用の作業員が必要となる。本装置を使うとあらゆる配合比率でも高精度・短時間で自動計量・混合が可能となり、作業効率が向上できる。

#### 大型バルク輸送システムの開発(ドラム、専用コンテナ使用による完全リサイクル)

石油缶運搬作業、石油缶壁に付着した塗料ロス、廃缶処理を無くしリサイクル化を実現できるシステムである。特に大量に同一塗料を使用するショッププライマーや外板用塗料、タンク用(WBT、PC、FWT)塗料に自動混合装置と併

新製品



用することで大幅な省力化、省資源化を実現することができる。

#### 特殊エアレスガン装置の開発

霧化性塗着性の向上を狙った特殊エアレスガンと瞬時色替えを可能にする自動混色装置を開発中である。本システム導入イメージを図8に紹介する。

#### 3.2.1 「KRS IIシステム」採用で予測される効果

ショッププライマーやタンク用塗料といった同一塗料を大量に使用する場合に本システムを適用すると以下の様な効果が期待できる。

塗料・溶剤のロス削減 ( 缶壁付着物 )	10%
計量・混合・攪拌作業工数短縮	70%
廃缶作業工数短縮	100%

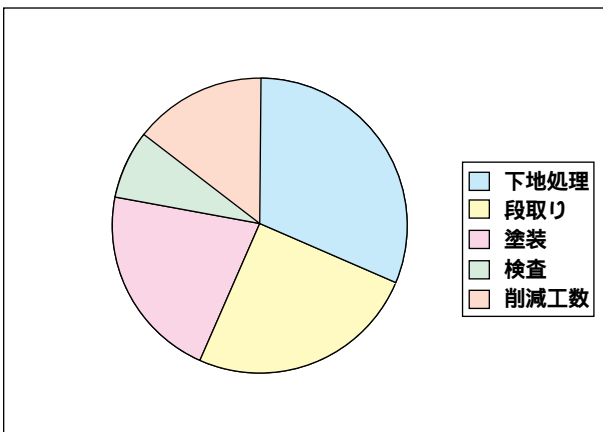


図9 「KRS²システム」による期待工数削減効果

#### 4. 「KRS²システム」で得られる効果の予測

上記「KRS IIシステム」とショップライン、タンク等に「KRS IIシステム」を導入したと仮定した場合、その効果が相乗され、トータル塗装作業工数的には約13%の低減が期待でき、また更に塗料使用量の削減、安全環境対応、廃缶の削減、仕上がり肌の向上といった様々なメリットも併せて期待できる。

#### 5. おわりに

今回発表した「KRS²システム」が我々が目指した新造船塗装工程の省力化・効率化・コストダウン、ムダの排除、地球環境への対応にどれほど貢献できるのか見守ってゆきたいと思っている。

しかし今回取り上げたテーマ以外にも「下地処理方法」の革新、低研掃処理面用塗料、水性化、無溶剤化塗料、超速乾型塗料の開発といった多くの課題がまだ残されている。こうした課題にチャレンジし、更に新造船建造、修繕船メンテナンス工程の省力化・省資源化に貢献できるよう頑張っ