

特殊塗装ロボットによる 船舶貨物油槽の内面塗装

工場ルポ 第316回

協賛 ● 旭サナック株式会社



株式会社ナカタ・マックコーポレーション 長崎工場

〒851-0301 長崎県長崎市深堀町1-2 TEL.095-871-2111 FAX.095-871-0346

造船大手各社は、リーマン・ショック(2008 年秋)以前の 2 年間にわたり、東南アジアや中国向けの新造船の需要が伸びていた時代に大型投資を行って、建造能力の増強と生産効率の向上に努めてきている。また、IMO(国際海事機関)が定めた「バラストタンク等塗装性能基準(PSPC)」に対する規制への対応も図ってきている。

第 316 回目を迎えた今回の工場ルポでは、(株)ナカタ・マックコーポレーション(本社:広島県尾道市)の長崎工場(長崎県長崎市)における船舶のタンク内塗装を特別取材させていただいた。そこでは、同社が世界で初めて開発した自動塗装ロボット「NACOSU(ナコス)」が稼動している。

そこで本シリーズは、例月より増ページの特別編として、前編は会社紹介と塗装前までの工程を、後編は自動塗装ロボット「NACOSU」の開発概要と塗装工程を紹介する。

1. 会社概要

同社は、造船の塗装や付帯工事の事業から創業し、三つの事業部門を構築している。まずは、レポートの前に同社におけるこれまでの沿革を見てみよう。

(1) 三つの事業部門

① 塗装事業

船舶の貨物油槽内塗装をはじめ船舶関連の保護・維持を目的とした塗装工場を有している。今回、取材させていただいたタンク内塗装のための世界初となる自動塗装ロボット「NACOSU」の開発のほか特殊塗装工作船を保有している。

② 船舶装置事業

貨物船の荷役効率を高め、5000 隻を超える納入実績を誇る。荷役装置の企画・設計から製造・販売・アフターまで、トータルエンジニアリングを提供している。

③ 海運事業

石油製品運搬船(プロダクトキャリア)に特化して、日々変動する市場動向を見極めながら、自社保有船を効率的に運行する。

これらの三大事業部門には建造船舶のさまざまなノウハウが凝縮されている。

(2) 主な沿革

創業は中田 茂氏が興した 1932 年(昭和 7 年)に遡(さかのぼ)る。発足当時は、船舶塗装や付帯工事の請負として事業を始める。

1953 年 因島営業所を日立造船(株)因島工場内に開設

1954 年 尾道営業所を尾道造船(株)内に開設

1961 年 (株)中田組を設立

1962 年 本社を尾道市久保に開設

1968 年 「特殊塗装部」を開設

1980年 PC船専門の「長崎特殊塗装工場」を開設
1984年 自社船舶の第一船となる6万トン級PC「MORNING GLORY I」三菱重工業(株)長崎造船所で建造。
同年計二隻を竣工
1991年 創業60周年を機に「(株)ナカタ・マックコーポレーション」に社名変更 装置事業部を展開
1996年 本社ビルを尾道市潮見町(現在地)に新築移転
1997年 文化事業の一環として「なかつ美術館」を本社ビル内に開館
2002年 創業70周年。塗装ロボット「NACOSU」のトライアルを開始
2004年 塗装ロボットの施工に照準を置いた「長崎特殊塗装工場」を改築
2008年 尾道工場を建設
現在に至る。

(3) 技術開発の変遷

長崎湾を臨む深堀町に位置する長崎工場は、大型船舶の貨物油槽内特殊塗装の工場としては、世界初・唯一の工場である。

1932年、船舶塗装業からスタートした同社は、1960年代に入ると、船舶のバラスタックなどの特殊塗装に特化することによって発展を遂げてきたが、1970年には、PC船のタンク内特殊塗装に本格的に進出。これまでに延べ数百隻ものタンク内塗装を手がけ、世界的にも圧倒的な実績を積み重ねてきた。

さらに、1972年には世界でも例のない「特殊塗装工作船」の開発・建造を実現している。この船舶は、海上に停泊した船舶に横付けし、その船舶内部のサンドブラストおよび塗装工事を行えるもので、日本国内はもとより東南アジアでも活躍した画期的な工作船として注目されている。

1980年には、これも世界初となる大型船舶貨物油槽内特殊塗装工場を長崎に開設。工場に隣接した岸壁には、8万t級1隻、4万t級2隻の船舶の同時係留が可能である。

塗装事業の拡大に伴って作業の効率化・省力化を図ると共に、人と環境に優しい事業推進を目的として、1990年代後半より、タンク内塗装の自動化に着手した。これは5年以上に及ぶ研究開発の結果、2002年、世界初の船舶タンク内における自動塗装ロボット「NACOSU」を開発。さらに、自社船舶「MORNING GLORY VIII」でのトライアルを経て、2006年に実践塗装に至り、現在では多くの塗装実績を積み上げている。

また、塗装ガン部分をブラスト噴射装置に交換することによって、ブラスト作業ができるようになってきている。

2. 塗装前工程

油槽タンクは、一次表面処理でショッププライマーを塗装されてくる。また、船体および艀装の塗装はすでに造船所で済まされており、ここではタンク内の塗装を施工する任務を担っている。

(1) ブラスト処理

防錆処理が施された鋼板は、ショットブラスト処理が施される。

研掃材は、スチールグリットが投射され、ブラスト処理も自動化されている。パッケージブラスターの開発により、タンク内のブラスト工事にスチールグリットの使用を可能にした。表面処理基準と粗度を均一化し、ゴミやホコリの大幅減少を実現したため、高品質を保持できるという成果が得られている。

ブラスト装置は、12基。

これは、棧橋に大中小の装置が設置されており、タンク内とはラインで結ばれている。グリット回収装置は 15 台が配置されている。

(2) ロボットの組み立て工程

組み立て工程を紹介すると

NACOSU 機材本船上積み込み→タンク内搬入→組み立てと艀装品養生→全面ブラスト(ロボット自動化運転プログラム)→クリーニング・グリット回収→塗装工程へ

というように約 1.5 日の工程を要する。

3. 塗装について

(1) 自動塗装ロボットの開発経緯

この塗装事業部における最大の特徴を挙げるとすれば二つ、船舶タンク内塗装のための世界初となる自動塗装ロボット「NACOSU」の開発と特殊塗装工作船「第 10 なかた」を装備していることであろう。今回、幸運にも NACOSU との対面が実現し、その「NACOSU 工法」の活躍ぶりを目の当たりに見ることができた。

従来、タンク内塗装では多大な人員による労力と時間を費やし施工されてきている。大体こうした塗装作業は「ケン・キツイ・キタナイ」の 3K と揶揄(やゆ)されて敬遠され、人材は集まらない、塗装技能の継承は図れないなどの悪循環に陥ってしまう傾向にある。

しかし、こうした既成概念を打ち破る発想が出現したのは前述の通りである。塗装の立場から再考してみると、同社、開発精鋭陣が手塗りの熟練した技や培った塗装ノウハウを生かして、自動塗装ロボット化のアイデアを約 5 年間に及ぶ試行錯誤を繰り返し研究開発に挑戦してきた成果が日の目を見たのは 2002 年、さらに実践塗装に至ったのは 2006 年のことである。

このプロジェクトに臨み所期の目的を達成した当事者たちにとり、その歳月の流れはそれぞれに感慨深いものがあり、人生の中で最も輝いていたかもしれない。

(2) 塗装への準備

船舶のタンク内に NACOSU は簡単には入れない。まず、その機材を塗装作業する船舶に積み込む仕事から始まる。そして、設計図面に従って精確に組み立て、船上に設置された制御室(コントロールルーム)のコンピュータとロボット動作とのコントロールシステムを確認しなければならない。

(3) タンク内の塗装

この 5 万 t 級プロダクトタンカーには 15 槽のタンクが装備されている。タンク内で運搬される燃料もジェット燃料からナフサなど多種あり、同一タンク内で運搬される燃料の種類が変わる場合、特殊な洗浄液で洗い落とす。また、船体および艀装の塗装はすでに造船所で済まされており、ここではタンク内の塗装を施工する任務を担っている(元来、同社は船舶におけるタンク内の塗装で事業を興しただけに、現在、この塗装事業のほかには海運と装置部門の 3 事業で構築されてはいるものの、われわれは最も得意としている塗装事業部門の取材をさせていただいたことになる)。

(4) いざ、タンクの内部へ

タンク内の塗装を開始するに当たり、作業者は当然のことながら作業服に手袋、ヘルメット、マスク、安全靴、安全網等を装着して安全点検を確認してから、タンク内に向かう。取材するわれわれも同じ格好になるのは当然としても、一人ごとに案内人(介護してくれる人?お世話になりました)をつけていただき、恐縮する。そして、いざ、船舶のタンクへと向かう。

岸壁に停泊している船舶へは棧橋をわたるのだが、取材当日はあいにくの雨模様。滑らないように少し緊張感が走る。岸壁へと案内していただき、棧橋をわたって船舶の甲板へ。さすがに 5 万 t 級のプロダクトタンカー、広い。鋼鉄のグラウンドに立った気分だ。

タンク内へはひと一人が入れる穴部分から 2m ほど降りることになる。その一段目を降りると、まずは第一関門トッパである。

(5) NACOSU との対面

タンク内は薄暗く要所ごとに小型の照明が設けられており、われわれは、案内の方に懐中電灯で歩行先を照らしてもらいながら進む。何しろタンクの大きさは、高さ 17m・横(奥行き)20m・幅 14m という代物であるから、普通のビルでいえば 7 階建てくらいだろうか。

目の前には待ち望んでいた NACOSU が 2 機、ドカンと垂直に立ち上がっている。暗さが幸いしたのか、底面のパイプを見下ろしても恐怖感はほとんどない。

NACOSU 本体の概略は

動作範囲が半径 8m×揚低(Z 軸:上下する軸 20m), 旋回軸(S1 軸:±180°), 伸縮軸(R1 軸:3050m), 伸縮軸(R2:2100m), 天地変更軸(±V 軸:90°), 方向変更軸(S2 軸:±180°), 本体 6 軸, 先端アーム 7 軸

という巨大なマシンのようであって、今まで見てきた工業用ロボットのイメージとは全く異なっている。

(6) 塗装の実際

塗装では、最上段の稼動状況を一部見学させてもらったのであるが、もし、底面の塗装であったなら、私は足がすくんでしまい降りては行けないだろう。なるべく塗装ロボットの上を眺めるように努める。

タンク内部には、錆止めのためのショッププライマーが施してあり、ここでは、塗装前のブラスト作業から開始する。ブラスト(スチールグリット)によってショッププライマーを剥(は)がすのである。スチールグリットと塗膜の粉塵(ふんじん)は自動回収するシステムになっている。

1 回目塗装後、穴部分や凹凸部分などはストライプコートが施されるが、この作業のためのゴンドラも NACOSU に常設している。

またストライプコートの場合、専用の「ストライプコータ刷毛シリーズ」(旭サナック株)が使われる。

これから 2 機の NACOSU によりエアレス塗装が、二日間にわたってタンク内(1500 m³)を 2 回の塗装で仕上げを行うわけであるが、塗装時間は延べで約 36 時間、ロボット機材の搬入から塗装、機材搬出等、準備も含め約一カ月を要する。

エアレス塗装に関しての主な設備概要は次の通りである。

自動エアレスガン:AG3 型(旭サナック株)

塗料混合装置:40kg/min(2 台)

塗料コンテナ:1000ℓタイプが 11 基

エアレス塗装機(旭サナック株):27 台(65:1)+12 台(45:1 NACOSU 用)、ほかに無機ジंक用エアレスが 5 台

塗装ロボットにはエアレス自動塗装ガンが 1 丁装着されており、1 回の塗装で 150μm の膜厚が得られるようにセットされている。なお、広範囲のフラットなエリアに関しては、ガンを 2 丁装着できるようにしている。

1 回目(ファーストコート)は赤, 2 回目(セカンドコート)はライトグレー, 塗料はエポキシ樹脂塗料が2回とも使用される。ファーストコートのロボット動作を見ていると、先端アームから微粒化された塗料がスムーズに吐出されているのがわかる。時間当たり 40 m²を均一に塗りこなしてしまう。

塗装箇所のほかは、すでにビニルシートで養生されていて、塗装中のミストが付着しないようになっている。

従来、同じような塗装を行う場合、手塗りのための足場を組んでから塗装という段取りになり、工程も赤→グレー→ライトグレーの3回塗りを行わなければならないから、多くの労力と時間を要することになる。一方、NACOSU 工法では足場を組む必要はなく、三次元シミュレータ画面でブラストと塗装仕様等を自動計算で数値化し、操作プログラムをつくりシステム化している。そのため、ロボットは膜厚が均一できれいに仕上げられる。また、プログラム通りに正確に塗装できるため、塗りムラの生じることもなく、塗装品質の向上につながる。

塗装ロボットの動作は、船上に設けたコントロールルームからコンピュータ制御で行えるようになっている。

(7) コントロールルーム

塗料の吐出量, パターン幅, 膜厚, 動作速度などの塗膜仕様をはじめとして、塗料コンテナと塗料自動混合吐出, エアレス塗装機, 温湿度管理, ガス検知, (安全も確保)など、すべての塗装条件はシステム化され、コントロールルームで集中管理できるシステムを確立。NACOSU の先端部と後部に設置された監視カメラによって制御する仕組みである。

この日、二人のオペレーターが2台のパソコンにある画面で塗装状況を注視し、設計通りの塗装条件で運行しているかどうかをチェックしていたが、将来は一人でも監視できる体制に持って行くとのこと。ほかに12台のパソコンが設置してある。

塗装ロボットによる自動化によって塗膜の安定化, 塗装工程の短縮, 塗料使用量の節減化を図ると共に、全工程の効率化を推進している。

(8) 将来を見据えて

今回、NACOSU 工法で施工されたのは15タンクのうち1タンク。3年保証を実施している。残り14タンクは従来工法をとるとのことである。

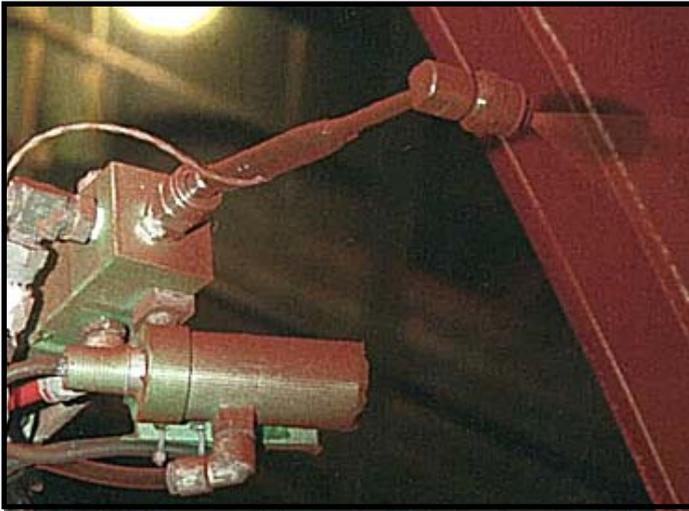
現在、NACOSU は13基を擁しているが、そのうちの1基は実験用として使用。船体構造ごとにロボット自動運転プログラムを作成する。以前に塗装したと同じかあるいは似たタンク構造の依頼があれば、かつて使用した動作プログラムを活用することもできるようになる。

塗装ロボットによる自動化によって塗膜の安定化, 塗装工程の短縮, 塗料使用量の節減化を図っている。

また、この塗装ロボットは作動条件さえ整えてしまえば、24時間連続で作業をこなしてもくれる。

このほかにも、国際海事機関(IMO)の塗装性能基準(PSPC)に対応するためバラストタンクの塗装用にストライプコート専用のユニット(旭サナック株)も備えている。

同社九州地区塗装事業部の取材に当たり、最上修常務取締役, 村上雄二工務部部長, 前大輔工務部係長はじめ長崎工場のスタッフの方々、また、オーウエル株長崎営業所・吉井康三所長, 川野雅典部長の皆さんにお世話になりました。厚く御礼を申し上げます。



▲ガンはAG3を装着している



▲エアレス自動ガン AG3

▼空圧式プランジャポンプ エコポンシリーズ SP2544



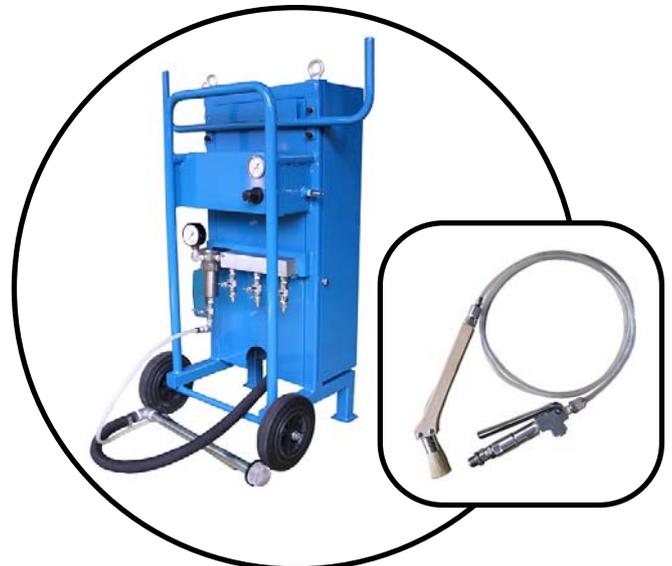
▼超高圧エアレス塗装機



▼ファーストコート後のストライプコート (穴, コバ, シーム) 施工



▼ストライプコート専用圧送刷毛ユニット SC16544



世界を変える。
未来を変える。
サナックテクノロジー

高塗着
塗装



新型エア静電ハンドガン HB-X2シリーズ

新開発の低電圧高効率コロナ帯電方式により、低いガン先電圧で高い塗着効率を実現！ 作業者への跳ね返りが大幅に削減された人と環境にやさしいエア静電ハンドガン。(特許出願中)

二液
塗装



ギアポンプ式低圧単色二液塗装機 ACW-Gシリーズ

ギアポンプ式では世界初となる交互投入方式による低圧単色二液塗装機「ACW-G」。定量供給に優れたギアポンプと独自の交互投入制御技術を組合せたことにより、高い混合精度を実現した二液塗装機。

粉体
塗装



コロナ帯電式 小型粉体静電塗装機 Ec'Corona II シリーズ

新型ノズルにより高級仕上げと優れた入り込みを実現！ 高い塗着効率と抜群の操作性により、人と環境にやさしい粉体静電塗装ガン。

高塗着
塗装



回転霧化自動ガン サンベルHTシリーズ

均一な粒子分布が得られるエアキャップと、新開発のベルカップとの組合せにより、優れた塗膜品質と高い塗着効率を両立した非静電式回転霧化自動ガン。

コスト低減と環境対策を実現する旭サナックのコーティングテクノロジー。
塗装現場の課題に、新たな視点で解決策をご提案いたします。

URL <http://www.sunac.co.jp> E-mail: sunac_c@sunac.co.jp

塗装FAシステム・機器の総合メーカー

旭サナック株式会社

本社・工場 愛知県尾張旭市旭前町5050番地 TEL(0561)53-1213/FAX 488-8688
東京支店 東京都千代田区神田西河原町4番11メディックスビル5階 TEL(03)3254-0911 FAX 101-0037
大阪営業所 大阪府吹田市垂水町3丁目2番4 TEL(06)6386-8105 FAX 564-0062



ISO9001認証
JQA-5995
〔(株)日本品質保証機構〕



ISO14001認証
JQA-EM2121
〔(株)日本品質保証機構〕

