船舶用塗料の諸問題

UDC
667.637
:629.12

Some problems of the vessel paints

奥 田 弘*
OKUDA Hiroshi

船の塗料と塗装についての感想をとの注文なので思いつくままに書きなぐってみようとペンをとった。何も知らない私がと少しは気もひけるが、どうせ人間のこと、深いも浅いも底がしれているんだからと厚かましく出た。なにとぞご容赦の程を。

さて船と陸上物とのちがいはどこにあるのだろうか。船の塗料や塗装といえはまるで陸上のものとはちがった特殊なものとして一般に考えられているようであるが、船独特のもの以外の大部分は何ら変わったことはない。ただ暴露される条件が少しばかりシビヤになるだけで、陸上で優秀なものはやはり海上でも優秀となるのは極く自然の理である。だから、そのようなものに紙数を費やすのは意味がないので極力避けることとし、船独特のものだけを漫歩することとしよう。

1 外板塗装のこと

船でもっとも苛酷な条件にさらされ、かつ最も船独特の特徴のあるのはこの外板塗料である。この船独特の特徴のある外板塗料について一つ考えさせられる問題がある。それは外板に塗装される塗膜の密着性の問題である。船の底に塗装される船底塗料の防汚性能については、国産品が外国品にくらべて一般的に遙かに高い水準にあることは数年間にわたって行われた往年の生産技術協会専門技術研究委員会の船用塗料部会の報告やその他の多くの造船所の研究報告に現われているところであるが、A/C（船底防錆塗料）の長期暴露性において外国品の中には一段と優れたものがあるのを感じる。塗料は被塗物によくくっついていてこそ、その目的を達するわけでポロポロはがれてくるようでは一体何のために塗装するか、ということになる。最近の新造船では殆どどの造船所が地上組立済のブロックを、船台上へ搭載する前にA/C 1回目まで塗装している。将来はこの方法も変わってゆくかも知れないが、どのように変わっても、A/Cの塗装間隔は短くなる傾向は少ないと考えなければならない。とすれば長期暴露にたいして密着力良好であるという条件は、A/C塗料として新造船には欠くことのでき

ない重要な点であることを忘れてはいけないのである。

なお付け加えるが外国品の中にはウオッシュ・プライマーなしでA/Cぶっつけた船底外板に塗装して好成績を上げているものがあることだ。（もっともこのものも最近ではウオッシュ・プライマーの使用を強調しているが）。一考を要することではなかろうか。

われわれ塗装工事をおこなうものにとって、塗装の回数は相当頭痛の種であり、その管理に要らぬ費用とエネルギーを消費している。話を限定して船底A/Cに例をとると、油性で普通3～4回、ビニル系で5～6回（刷毛塗の場合）は塗装しなければならないが、これを1回で、1回が無理あるいは悪いということならば、せめて2回で所要膜厚を得られるような塗料にできないものであろうか。溶剤を含んだ塗料であれば無理であろうから、二液型でもよい。常温内部硬化型にして工費・材料費その他一切の費用を計算して結局経済的であり、かつ性能もよいという有効な方法が見つければしめたものである。入渠の際いつも思うのであるが、上記のようなA/Cにすれば部分的なA/C補修は1回塗装で済み、滞渠時間ならびに工費の節約となり直接金と結びついてくる。なおその上にもう一つ、水分が表面にあっても塗装して差支えないというA/C、A/Fにしてもらえば文句はない。今の塗料では渠中で雨でも降ろうものなら、担当者は泣きたいような気持ちになってくるのである。とくと賢察をお願いしたい。

この頃は、船底の電気防食が大はやりで、ご多分にもれず、われわれの方でも艤装期間に電気防食を行なうのは当然のようになってしまった。お蔭で最近では全くのコロージョンなしの好成績である。今までは少しぐらいは起って当然、少し運が悪いとひどいことになって外板の取替など大騒動になったこともあるのを考えると、これはA/Cの性能向上と共に、明らかに電気防食のためにコロージョンがなくなったといつてよいと思う。そこで考えられることは、これからは船底A/Cの改善研究をする場合、その方向として電気防食併用、すなわちその組合せについての性能向上を考えた方がよいのではなかろうか。具体的にいえば、A/Cを主に電気絶縁を目的とする塗膜として考えてその成分組成を改良し、防食電流

* 川崎重工業株式会社 造船工作部船装課
昭 34.11.5 受理

が少なくてすむようにすべきであろう。勿論従来の海水に対する防錆塗膜としての役目もここ当分は大切であろうが、将来は就航船も犠牲陽極方式または一段と発展して外部電源方式を採用するようになって、かならず上述のようなタイプの A/C が要求されるようになるだろうと思う。電気絶縁性をよくすることは、単に電流量が少なくてすむというような経済性ばかりでなく、外部電源法の場合には、電極を船底部に多数設置することが非常に困難なので、電流分布の点から電気絶縁性の良否は決定的な重要因子となることも考えなければならない。なお前記の絶縁性のよい塗料でも過剰防食電流のために—900MV 以下になった場合には、その耐抗力の優劣は相対的に逆転し性能の悪くなる塗料がある。更に—650—900 MV 間の電気絶縁性向上を研究すべきであろう。

2号 A/F の乾燥時間について少し観察してみる。

メーカーのインストラクションでは8~24時間あり、8~48時間というのも見受けられる。外人の工事監督などでは渠中で塗装すれば、その日のうちに注水浸漬しなければ乾燥し過ぎになると主張するものもある。勿論季節天候時刻などによってちがうが、一体どの程度が最良だろうか。

われわれ新造船の場合には、進水台などの工事の都合上止むを得ず A/F を進水の半月も前に一部塗装する処がある。また、足場の都合で側外板部は一週間以上も前から塗装し始める。ところが妙なことに、2・3ヶ月後の艤装入渠の際、その乾燥過多と思われる処の方が生物付着の少ない場合が案外多いのである。生物付着の程度は色々の条件によって左右され、単に A/F 塗料の性能のみによって決るものではないというものの、甚だもって奇妙なことで、理屈からいえば乾燥時間が少ない（適正？）方がリーチングの始まりが早く、かつその度合も多いのであるからよく防汚するはずである。先程造船協会で発表された ND A/F なるものも、そのあたりから考えついて考案されたものである。ND とは NO-DOCKING を意味し、NO-DOCKING とはつい最近まで川重が採った横移動式急速新造船建造法の場合の艤装期間の短かいのに目をつけて、艤装入渠を省略しようというアイディアのことである。進水前に普通の A/F を塗装し、その乾燥後この ND A/F を塗装すれば、ND 型はリーチング開始を早くかつ度合を大きくしてあるので虫がつかない。さすれば試運転前に入渠も不要という寸法であったが、なかなかそうあっさりとは間屋がおろさなかった。もちろん A/F 塗料のことだけではなく種々の障害によって実現しなかったのであるが、まづ最初に ND A/F が理屈通りにうまく行くとはい限らなかったのだ

ある。試験板では極めて満足すべきとはいえないまでもまづ予想以上のできであったが、いざ実船でやると仲々その効果の判定が困難で現在まだ実船試験を続けている状態である。

この前も南極行きの長期航海なのでできるだけ虫がつかないようにせよ、との注文なので A/F を前述の理屈通りに船主にすすめて塗ってみたが、どうも何だか判らないような結果になってしまった。神戸港内の重油による汚損は船の水際部の A/F を効果なしにするらしく、水面上から見えるところは相当虫がついていた。月日の関係で再入渠は勿論、船底部の調査もできないうちに出港してしまったので何ともいえないが、もぐってみればよかったと今でも思っている。ただし西日本のある造船所での実船実績では、予期以上に満足すべき結果が出たとの報告もあり、A/F の乾燥時間・リーチングの時機と度合などとその防汚性能との関係についてはどうも断定的なことはいえないようである。……などと考えているうちに造船ブームもシュンとなり、急速建造→NO-DOCKING もまぼろしのようにかき消え今はや昔語りに近くなってしまったが、ND A/F の研究のお蔭でいろいろなことが判りわれわれもよい勉強になり無駄ではなかったと信じている。

外板塗料といえば外舷の上塗ハク離の問題を見逃すことはできない。どういうものか一流と自他共に許す品物でもよくハク離をおこす。それも上塗と錆止との間のハク離であって、鋼板あるいはウオッシュ・プライマーなどと錆止塗膜とのハク離はおこらない。また条件がシビヤーであるはずの水線部にはあまりおこらないのはどういう意味か。

われわれ造船屋どもには「化学」のことはよく判らないのであるが、これは錆止塗料の方に原因があるということになりそうだ。水線船底共、この頃は A/C すなわち1号塗料が錆止に使われているが、これに似たものを外舷にも使えばよい結果になるのではないか。もし経済的な意味で外舷部に対して A/C を使わないという考え方ならば、タンカー等の一航海後の外舷部の状態を一度よく見られるがよい。錆で真赤になっているのが普通で、あれでは船主にとって手入れがたまらないであろう。

話が横道へそれたが、潜水艦などのように百何十米もの深海へもぐりような場合、非常に高圧を受けながら相当高速で潜航するときこのハク離の問題はどうなるであろうか、とフツと考えたので加圧式ハク離試験機をつくって実験してみたことがある。ところが実験をくり返しても全然ハク離が起らない。よく考えてみればまるで

馬鹿なことをしたもので、水の摩擦抵抗はその圧力に無関係であることをうっかりしていた訳である。

それにしても塗料のハク離試験、すなわち密着力というか付着力というのか、この試験程ははっきりしないものはない。エリクセン・ゴバン目など……なる程それらも一方法であろうが、やはりその塗膜の受ける条件の最悪の状態を設定しそれに耐えるかどうかを見るのが当然ではなからうか。更に一步進んで、その条件と塗膜の付着力をそのまま数字で○ kg/cm²と表現するのが最も合理的であろう。といってもそれは甚だ困難であることは私自身種々試みて失敗を繰り返して来たのでよく知っているがやはりその表現法に未練があり捨て切れないうる。次第。どなたかご教示願えれば望外のよこびである。

外板塗料に関してはいかに紙数を費やしても尽きることではないが、駄文をロウするのはこれくらいで止めて、次に外板に次いで常に頭を悩ましているタンク内部の方に移ることとする。

2 タンク塗料のはなし

今まで外板外面の塗料のことについて長々と漫步してきたが、これに対しては関係者各位すべてが非常な関心をもって研究にいそしんでおられる。しかし一步その裏側、すなわち外板内面をのぞいてみると、どうもあまりバツとしないようだ。

まづ海水バラストタンク内面について考えるとしよう。現在塗料は高度の発達を遂げつつあるが、それがここにはあまり適用されていない。といつては過言かも知れないが、少なくとも外板外面にくらべて少しく忘れられた存在であることは確かである。外板外面は少なくとも年1回以上の入渠をし、多くの人の目によって検査され、塗装し、防食されるのに反し、バラストタンク内面に関してはその防食維持は甚はだしく怠慢であるのが普通であり、人間がやることであるからこういうことになるの致し方もないことでもあるが、だからこそ、その防食に関してはもっと厳密に考えなければならない訳でもある。しかるに現在バラストタンク用塗料と称して商品を販売している処は非常に少ないし、研究すらあまり行われていないのが実状ではないだろうか。

最近では外国船主で相当関心を持つところが出て来て、塗料であるいは電気防食で、その方に力を入れ出してこられたし、また国内船主の関係者の方々もほぼ同様であるが、皆は今までは少し無関心に過ぎたようである。われわれの感覚から行くと、同じ海水に接し、同じような腐食条件にさらされているが……いや考えようによってはタンク内面の方がシビヤーかもしれない……なぜこ

んな片手落ちなことになってしまっているのだろうか。という次第でわれわれとしても大いに張切って先頃種々テストして見たが、経済性・作業性・性能などいろいろ難点が多く、これといったものがなくて困っている。外国船主などはよく造船所の方で何かよいものを推センせよと来る場合があるが、自信をもって答え得るものがなくいつも弱のである。外国製品では作業条件の難かしい制約とか価格の問題など色々のことはあるが相当ましなものがある。しかしなるべくならば国産品愛用と行きたい。経済的なものを使えば結果が悪くなるのは目に見えていて、あとでかならずトラブル無償やり直しとなる。何とかしたいものの一つである。

研究される方の参考のために必要な条件をならべてみよう。

第1に価格。塗料の単価でなく単位面積当りの所要金額であつて、従来よく使われているウォッシュセメントなどより高くなるのは致し方ないが、外国品例えばサーピロン・フレキシコート・ファーパータイト、あるいは最近のサラン・ポリウレタンなどより安いこと。

第2は、鋼板面に水気や 錆があつても、その上から塗装して差支えないこと。この条件は大切である。およそ船のバラストタンク内部などというものは、換気がどうしても不充分となり、作業員から発散する湿気のため、また夕方あるいは朝方に船体が冷えるために鋼板面は結露するのが常識である。また赤錆を完全に除去することはまるで夢物語で、相当程度残ることは覚悟しなければならないだろう。これは新造船での話であつて就航後の船の手入れの場合には、もっとひどいのであるからあまり塗装前処理に神経質な塗料は役に立たない。いふなれば「おうよう」でなければならぬのである。

第3に、塗装作業が安全であり、衛生上あまり有害でないこと。大容量のタンクになれば、どうしても工事中あるいは乾燥時間中に換気不充分となるので、空気と混合して爆発をおこすような溶剤が混っているのは恐ろしくて使えない。また作業員の身体に付着したり吸入した場合にひどい炎症や中毒をおこすのもご遠慮申し上げたい。

第4に、性能のよいこと。なるべくなら1回塗装で済み、すくなくとも1ケ年は完全な状態を保つこと。

他にも勿論種々の……乾燥時間・塗装法の点など細かい条件はあるが、これらは関係者ならば当然ご存知のことだから省くとして、以上甚だぜいたくな要求かも知れないが、1日も早く「これはよい」というようなものがほしいものである。これは造船所のみでなく、船主関係の方々も大いに望んでおられることであろう。

次に清水タンク内面の塗料について少し触れてみたい。従来防衛庁でも清水タンク（飲用）内面には亜鉛メッキを採用していたが、最近はその同等またはそれ以上のものに他に適当な塗料があれば採用したい、とはっきり聞いたわけではないがこのような考え方によって来られたようである。また国内船主方はウオッシュセメント塗装が大部分を占めていてそれ程でもないが、最近になって色々と積極的に研究しておられる所も出て来た。それらについて衛生的な面のテストをしてみたところ、亜鉛メッキを含めて供試塗料全部が厚生省の規格では飲用不適の不合格印を頂いた。供試塗料は現在使用実績のある亜鉛、アルミなどを顔料としたもの、およびウオッシュセメント、亜鉛メッキである。ウオッシュセメントはほとんど全項目不合格。他はすべて亜鉛含有量（規格は 1.0 P. P. M.）で不合格。亜鉛メッキの場合は、何度アブ洗済しても 10~15 P. P. M. 程あって合格の見込みなし。清水タンク用として作られているアルミ顔料塗料でも 3 P. P. M. 程度以下にはならない。勿論亜鉛系塗料は 7 P. P. M. 以上を堅持してくれない。

衛生専門家の言によると、この程度ならば短期間にどうということはないが、数年あるいは数十年の長期にわたる場合はどのような影響を及ぼすか詳らかでない。この規格の数字はそれ程の実験をやって決定したものではないので何ともいえない、とのことであったがどうもすっきりしないこと甚だしい。

清水、殊に飲料水タンクは事人命に関するものなので多少の経済性、塗料の作業性などの条件は犠牲にしても、防錆ならびに衛生両面の性能を現在より遙かに高くしなければいけないのではなからうか。最近合成樹脂塗料の発達、またそれに伴って瀝青系の品質改良など飛躍的な進歩をたどりつつあるのだが、過渡期的現象としてまだまだ自信があるものもなく、またわれわれの気持ちにも安易を求める気持ちが残っているようだ。なるべく早くこの状態から脱却しなければならないと思う。

3 塗装の前処理ということ

今度は少し方向を変えてわれわれの内部のことである塗装前処理なるものの感想をのべる。私達の立場の者は、この問題について言及するのは避けた方が賢明であることは十分承知しているのであるが、どうも気性のせいか敢えて触れざるを得ない。

前処理ということは、われわれ塗装する立場の者にとっては勿論のこと、塗料メーカーにしても非常に大きな関心を持たざるを得ないので、利害関係や信用の問題などが直接ひびいてくる。

船の場合、被塗物はほとんど全部鋼材なので、前処理といえば錆落しなる言葉であらわされている。ここでは軟鋼材を相手にした場合のことに限定して考えてみよう。

生産技術協会の船用塗料部会で問題になり、現在造船関係各社が参加している「前処理グレードによる塗膜性能におよぼす影響」なる実験研究がある。その表題のように塗装の前処理程度によって塗膜の性能がどのように変化してくるか、という点である。

大分以前に私たちはそれに興味を感じ、簡単ながら実験してみたことがある。前処理の程度は 5 種すなわちミルスケールのままでしかもルーズの部分が多く発錆甚だしきもの・これにいわゆる錆落しをハンドツールで行って一見滑らかに美しくしたもの・ショットブラストをかけてミルスケールを除去した後真赤に甚だしく発錆したもの・これに錆落しを行って赤錆をほとんど除去したもの・酸洗によって完全に軟鋼の地肌を出して銀色の表面（いわゆるホワイトメタル）にしたもの、などの 5 つのグレードを作り、塗料の方は安価なものから相当高価なものまで数種の錆止塗料を準備し、さらに 1 回塗と 2 回塗を作って全体を組合わせた。試験法はソルトスプレー、清水浸漬、自然暴露の 3 種である。

その結果の詳細は忘れてしまったが、自然暴露の場合特に興味があったことは、ミルスケールの上から塗装すれば高級な塗料でも少ない回数では駄目であること、2 回塗ぐらいではルーズミルスケールの部分から徐々に発錆する。またその反対にホワイトメタルに近ければ非常に安価な塗料でも予想よりはるかに錆止効果がよいこと、さらに赤錆による悪影響はミルスケールによるものにくらべて極めて小さいことなどである。ただしこれはわれわれの知識が足りなくてこの現象に感心したのかも知れない。したがって笑われるかも知れないが、その差があまりにもひどかったことを覚えているのであえて触れた次第。

そこでつくづく感ぜざるを得ないのは、船の塗装前処理程度のあいまいさである。なる程現在暴露条件がシビヤであると考えられる場所はすべてミルスケールを落とし、また中にはサンドブラストその他でホワイトメタルに近いようなことをやっているが、全部落している訳ではない。落していない場所でも、除去すべきではないかと思われるところが充分ある。すこしその判定基準を引上げてグレードアップをすべきであろう。また一般的に見て赤錆除去も十分とは言いがたいが、これは塗膜性能におよぼす悪影響は非常に小さいのでよいとしても、ミルスケールだけはどうもいただけない。現在の各造船所の

設備では無理であろうが、それにしても弱い立場は塗料メーカーであり、性能が悪ければすべて塗料の責任なりと押しつけられて文句もいえない。何も塗料メーカーの肩をもつわけではないが、これでは少しばかりではあるが気の毒な気がする。

われわれとしても、また塗料メーカーとしても、ここに一石二鳥の名案がある。あるいは迷案かも知れないが、少なくとも大いに力を入れて研究する価値はあろうというもの。これは何も私が考え出した訳ではないが、造船用鋼材はすべてミルスケールを機械的に除去してしまう。鋳材は現在皆持っているショットブラスターで、型材は型材用のブラスターをメーカーに設計製作せしめて設置すればよい。そしてミルスケール除去と同時に一時防錆塗装を自動的にこなすのである。

何だ、馬鹿らしい、もう実際にやっている処があるではないか……などと仰言るなかれ。いま時々お目にかかるのは経済性を無視した場合にのみ通用するものであって、私の言わんとするのは経済的にもプラスになるものなのである。現在、一部の外国船などで事情により止むを得ずやっている造船所もあるが、それは一時防錆塗料として非常に高価、かつ性能不十分の長暴型ウオッシュプライマーを使用し、経済性などは無視せざるを得ない場合にのみ適用しているのだ。

私の考えている一時防錆剤の条件をいうと、坪当りの塗料費 50~60 円・速乾性（冬期 10 分以内……不能ならば少しぐらい加熱してもよい）・色はなるべく透明またはそれに近いもの・塗膜はうすく強じんて少々のもで傷がつかないこと・鋼板との密着性良好・スプレー塗装可能・溶接強度に影響をおよぼさず・焼けて粉化吸入しても人体に無害・焼ける際の発生ガスも無害・太陽光線と降雨の暴露期間が 5~6 ヶ月でも発錆なく・そのあとで他のどんな塗料でも上に塗ることができ・かつ付着力良好。といった条件のものができれば何とすばらしいことだろうと夢を見ている次第。専門家諸士いかがであら

うか。

4 JIS 規格のこと

船用塗料 JIS 規格が現在逐次できつつあるのだが、どうもわれわれ需要者の立場からみると何だか訳のわからぬもののような気がする。

物を規格する場合、その最終の目的は当然その性能にあるべきなのだが、塗料の場合少しばかりピントが外れているのではないか。なる程性状その他規定されているものも必要なものの一つであろうが、私のいいたいのは例えば錆止塗料ならばその最終目的は錆止性能にあるのだから、それに必要な何らかの項目がなければならないはずであるのに、直接表現しているものは何もないようだ。これならば極端なことをいえば錆止性能が悪くても JIS 規格には合格できることになるので甚はだたよりない話だ。とはいっても、その規格化は種々の事情で困難であることは私も承知している。それでもなおかつこのことを申し上げざるを得ないのである。現在、あるいは近い将来、造船所や海運関係で JIS 規格を活用する処があるだろうか。折角規格ができてメーカーの名前だけで合格印を押すようでは意味がない。私の方でも何とか活用しようと考えたが止めざるを得ず、仕方がないから独立して当社だけの規格を作ろうと思っている。甚はだ残念なことだから関係者各位もう一度よく考えてもらう訳にはいかないのだろうか。

以上、長々とあっちへとんだりこっちへ返ったりして駄文をつづったが、思いつくままの散歩という意味でおゆるし願いたい。また中には失礼なことをいったかも知れないが、ホンの走り書きゆえお氣に止めずに読み流して頂きたい。まだ塗装法のこと、膜厚、安全や衛生のことなど船独特のことがたくさんあるのでもっと書きたいとは思いますが、紙数の関係でこれぐらいで止めることに致します。