(昭和 33 年 5 月造船協会春季講演会に於て講演)

船底塗料の防汚特性の制御について

(No docking system に対する技術的考察の一面)

正 員 小 笠 原 広 吉*
佐 藤 信 夫**

On the control of anti-fouling properties of ship bottom paints

(A technical study of no docking system)

By Hirokichi Ogasawara, *Member*

and Nobuo Satō.

Abstract

Kawasaki Dockyard created a new ship-building method for large tankers (D.W. 38,000 tons and above) on march 1957. Under the new method, a large stern block as much as 3,000 tons which was previously assembled on the assembling plat form is shifted on to the adjacent berth where the remaining part of the ship is built in about 2½ months and whilst the latter work is going on, almost all fitting work, installation of engine etc, are completed and then the ship is launched.

There is so short a period of time (about 1 month) from launching to delivery that the conventional docking prior to sea trials seems to be unnecessary. In order to carry out the new fitting out method without docking, the authors have planned some fundamental studies as follows :-

- 1) How to make the perfect protective organic coating on ship bottom whilst on berth.
- 2) How to minimize the damage of hull and the scratches of protective coating by any accidents during launching and whilst fitting out.
- 3) To protect the ship bottom against corrosion and rusting by cathodic protection (sacrificial anode system) during guarantee period.
- 4) How to keep ship bottom clean after launching and during service whenever she'll be launched, especially before sea trials. For this purpose we must have the special A/F paints which are properly controlled in initial leaching rate of toxics immediately after launching and have long life of anti-fouling facilities.

Having made experiments for the above mentioned 4 subjects, the authors have had the successful results for item 4. Now the authors feel no fear about fouling of ship bottoms even if we carry out the new fitting method without docking. This paper shows how we got the new special A/F paints suitable for no docking system.

目 次

- I 緒 言
- II 船底塗料の防汚特性に関する考察
 - II-1 船底 fouling の特徴
 - II-2 船底塗料の防汚機構
 - II-3 No docking system 用の A/F
- III 船底塗料の防汚特性に関する実験

原稿受付. 1 月 11 日

* 川崎重工業株式会社造船工作部

** 日本油脂株式会社三国工場

Ⅲ-1 実験方法

Ⅲ-2 浸漬1ヶ月後の防汚効果

Ⅲ-3 長期浸漬後の防汚効果

Ⅲ-4 海洋生物附着率の追求による初期防汚効果の再確認

Ⅲ-5 記録写真

Ⅳ 結 論

I 緒 言

川崎重工では昭和32年3月 D. W. 38,000 TON 型タンカー RUNNER 号に於いて船尾ブロック移動という新しい建造方式を独創的に採用し爾今大型タンカーはすべて本方式により建造されている。新建造方式に従えば予め組立てられた船尾大ブロックを隣接船台上に移動してから2ヶ月半で残りの船体を建造し、かつその間に船尾部分の機関、甲板及び電気艤装等すべての艤装工事を完了して進水する。この変革に伴い進水から海上運転迄の船底没水期間が顕著に短縮される結果海上運転前に入渠省略の可能性が生じて来た。我々はこの no docking の艤装方式を実現せしむるために次の様な orthodox な基本方針を打ち立てた。即ち

1. 船台に於いて完全確実な船底防蝕塗膜を作ること。
2. 進水時及び艤装中の accident による船殻の damage, 船底塗膜の損傷を起さぬ様細心の注意を払うこと。
3. Cathodic protection (Sacrificial anode system) を行い保償期間中の corrosion 及び rusting を消滅すること。
4. 四季の何れを問わず進水直後から防汚機能を発揮し特に海上運転時には確実に No fouling たる様船底防汚塗料 (以下 A/F と略称する) の毒物溶出の control を行うこと。

以上の各々に就いては並行して実験検討を進めているが、4項に関して満足すべき結論が得られたので本論文に取纏めて報告する事とした。新建造方式による場合進水から海上運転迄の没水期間は大体 20 日程度と考えられるが、かかる短期間でも春から夏にかけての海洋生物の繁殖期には充分生物附着の可能性があり、海上運転への悪影響が考えられるだけでなく正規運航後の速力低下あるいは燃料消費の増加の恐れが大きい。従つて我々は船台上で進水直前に普通の A/F を塗装した後、本実験から求められた特別に設計した A/F を extra coat として塗装し進水後直ちに防汚効果を発揮せしめる様計画している。以下に我々が special A/F を求めるに至る迄の防汚機構への考察、実験結果等に就いて詳述する事とする。

II 船底塗料の防汚特性に関する考察

II-1 船底 fouling の特徴

海洋附着生物の種類は数千に上るが、その中で船底に附着して悪影響を及ぼすのは、フヂツボ類、セルプラ類、コケムシ類、ホヤ類等の数十種類である。これ等の生物が船底に附着するのは碇泊時に限られ、2~3 ノット以上の航走時には附着しない。即ち艤装期間中の船底は海洋生物に恰好の附着場所を提供する事になり、A/F の防汚効果が適切でない場合には必ず船底汚損の現象が起る。しかしかなり高性能の A/F でも、seam butt 等の突起部周辺に散着する生物を防ぎ得ない。この現象は附着する生物の習性によるものと考えられ、典型的な一例は写真1の通りであつて、船底防汚上特徴ある問題である。

写真1 Seam, Butt 等の突起部に生ずる Fouling

真1の通りであつて、船底防汚上特徴ある問題である。

著者等が昭和29~30年に亘り、兵庫県相生湾で行つた浸漬試験の結果を第1~3図に総括してあるが、各種附着生物の繁殖時期、生存期間、水深及び光量の影響が一目瞭然である。この結果から、今回の実験に対し次の様な指針を得る事が出来る。

- (1) 生物の附着する時期は大体4~11月、最盛期は7~9月である。
- (2) 深度の影響は顕著である。船底汚損の代表的生物であるフヂツボ類、セルプラ類、コケムシ類の附着性の検討には水深2米が必要にして且つ充分である。

第 1 図

第 3 図

第 2 図

(3) 生物の種類により光量の影響に鋭敏なものと然らざるものがあるが、光量の効果は無視出来ない。

II-2 船底塗料の防汚機構

船底塗料の防汚機構は現状では未だ明確に解明されていないが、塗料中に含まれた毒物が塗膜から海水中に溶出する事により防汚効果を発揮する点は間違いない。その溶解機構は次の5つに分類される。

- (1) 毒物が渗透性塗膜を通して溶解する。
- (2) 毒物粒子が塗膜面に配列し、これが海水に溶解する。
- (3) 塗膜の樹脂分が毒物と共に消耗する。
- (4) 樹脂分が海中バクテリア的作用によつて分解され、毒物と共に溶解する。
- (5) 塗膜の機械的な消耗(水流による摩擦)による。

即ち(1)(2)は毒物のみが、溶解し、(3)(4)(5)では毒物と塗膜樹脂分が共に消耗する。例えばビニル系 A/F は(2)の代表的なものと考えてよく毒物配合量が多くなる程初期溶出量が大となるが、表面粒子の溶出が終れば、溶出速度が低下するので、その有効期間に限度がある。また(3)を代表する油性 A/F は、水不溶性であるが海水には緩慢に溶けるロゼンが使用され、これにタールや植物油が配合されている。A/F がその防汚性を有効に持

続するためには、常に一定限度以上の毒物溶解速度を有する事が必要で、Barnes 氏等の実験によれば銅 $10 \mu\text{g}/\text{cm}^2/\text{day}$ の溶出が必要と報告されているが、著者等の実験によればこの量を幾分上回る様に考えられる。毒物としては過去の数多くの実験から亜酸化銅と酸化水銀が最も有効なものとして、周知の通り活用されてきたが、最近になって有機化合物が続々と研究使用される様になった。

第1表の区分1～13の13種に就いては各3枚ずつ合計39枚、区分14 (blank test) は1枚、合計40枚の試験板を1グループとし、昭和33年3月25日より1グループずつ第3表の通り浸漬していた。試験板は川崎重工第3ドックの舷側防舷材から懸吊し、水深2米に調整した。浸漬位置による生物附着の偏りをなくするため、浸漬順序は各グループ内でアランダムとした。各グループの試験板は、最初1ヶ月間は毒物の溶出速度を詳細に調査するため、3日、7日、14日、1ヶ月目に、爾後は1ヶ月毎に引揚げて、海洋生物の附着率を調査した。この様にして四季の中、最も海洋生物の繁殖に適した4月～11月の間に浸漬を始めたものから、初期の防汚特性と防汚力の持続性の両方に、充分自信のある試料の確認に成功した。試験結果を全部羅列する事は徒らに紙数を膨大ならしめるのみであるので、本論文に於いては、前者を証明するために浸漬後1ヶ月目の、後者の立証のためには3ヶ月目と6ヶ月目の生物附着率に就いて報告する事にした。とりわけ夏季に浸漬したものは、浸漬後直ぐに生物附着が始まる故、初期溶出量の制御の適否を鋭敏に判定出来るから、7月6日浸漬のグループを代表としてフデツボ、ハイドロイデス、フサコケムシの附着過程を詳細に追求することとした。

第3表 浸漬開始時期一覧表

第1回浸漬	昭和32年3月25日
2	4月24日
3	6月17日
4	7月6日
5	8月8日
6	9月17日
7	10月31日
8	12月12日

III-2 浸漬1カ月後の防汚効果

各グループの浸漬1ヶ月後の防汚力は第5～6図の通りである。表中の数値は浸漬期間中各3枚の試験板に附着した生物の附着率(面積%)の算術平均で、本図より次の事を知る事が出来る。

- (1) 一般的に ND A/F は普通の A/F にくらべて、格段の防汚力を有する。中でも油性の ND A/F-e 及びビニル系の ND A/F-g は、4月から11月を通じて、浸漬後1ヶ月間の防汚効果は完璧である。但し ND A/F は普通の A/F との相乗効果によつて防汚力を発揮するもので単独での使用は許されない。
- (2) 普通の A/F は、塗装回数を増す事によつて防汚力は向上するがこれだけでは fouling 防止の完璧さを期待できない。
- (3) ビニル系 A/F は油性 A/F にくらべて初期の防汚力が秀れている。
- (4) International paints 製の A/F は防汚効果万全とはいえない。
- (5) 特に7～8月の生物の最盛期には垂直面より水平面の方が汚損が甚だしい。
- (6) 生物の附着は試験板の端部及び突出部に集り易い特徴がある。

III-3 長期浸漬後の防汚効果

各グループの長期浸漬後の防汚効果を知るために代表的に3ヶ月と6ヶ月後の数値を示すと第7～10図の通りとなる。

この図表から次の事がわかる。

- (1) 油性の ND A/F-e は全浸漬期間を通じて普通の A/F との相乗作用により優秀な防汚力を発揮し、No-docking 用の目的に合致したものである事が判明した。ただし III-2 で述べた如く ND A/F は単独に使用すべきでない点を再度注意しておく。
- (2) ビニル系 A/F に就いては ND A/F-g でも長期間の防汚力は満足した結果が得られなかった。
- (3) 塗装回数によつて防汚力に差を生ずるが、普通の A/F の塗装回数を増すだけでは所期の目的を達する事は出来ない。
- (4) International paints 製の A/F の防汚効果の劣性はここでも認められ、殊に生物繁殖の最盛期たる7～8月に顕著に顕われる。
- (5) 垂直面及び水平面に対する生物附着の傾向は III-2 と同様である。

III-4 海洋生物附着率の追求による初期防汚効果の再確認

本節に於いては、海洋生物の繁殖の最盛期である7月6日に浸漬したグループに就いて、生物の種類毎にその附着率の変化を追求した。これによつて初期の防汚効果の良否を鋭敏に check する事が出来た。結果は第11～14図に示す通りであり次の結論が得られる。

- (1) ND A/F の初期防汚効果は非常に優秀である。
- (2) 生物の附着が肉眼で確認できるのは浸漬後7日からであり、防汚力の差は2週間後から明確に認める事が出来る。
- (3) 防汚効果の乏しい試験板では blank と同じ様な傾向で生物附着率が増加するが、防汚力の秀れた A/F

は初期に若干の汚損を認めるものでもその後附着率の変化は少い。

(4) 附着生物の種類は次の通りである。

フデツボ類、ハイドロイデス(セルプラ類)、フサコケムシ(コケムシ類)、ホヤ類、ペニクダウミヒドラ、メンブランボラ、カキ、イガイ、イソギンチャク。

(5) この中フデツボ類の汚損が圧倒的に多く、これに次いで多量に附着するのはハイドロイデス、フサコケムシであり、ホヤ類はこれ等のセメント質の上に附着するのが殆んどである。

(6) 7月6日浸漬ではフデツボの繁殖最盛期であり、ハイドロイデス、フサコケムシの附着は少し時期が遅れる。

III-5 記録写真

本研究中に約 1,400 枚の記録写真を撮影したが、代表的なものとして、4月24日、7月6日及び9月17日に浸漬した3グループに就いて没水後の生物附着率の消長を示すと巻末に添付した写真 2~8 の通りとなる。即ち III-2~4 の結論の実状が明確に把握出来る。

IV 結 論

以上の考察及び実験を総括すると次の如き結論が得られる。

- (1) 油性 ND A/F-e は初期防汚及び防汚効果の持続性両面に共に満足すべきものと考えられる。但しその効果は下に塗られた普通の A/F との相乗作用によつて期待されるものであつて、単独での使用は許されない。

- (2) ビニル系 ND A/F に就いては本研究では満足すべき結論は得られなかつた。
- (3) 普通の A/F では塗装回数を増す事によつて No docking 用 A/F としての実用性を期待する事は出来ない。
- (追記) 本論文の実験を担当し著者等に非常に協力された川崎重工, 本郷陽吉, 日本油脂三国工場, 菊川 洋, 美濃泰治, 福島真一の諸君に対して衷心より謝意を捧げる。

浸漬時期別, 6ヶ月浸漬後の水平面の生物附着率 (面積%)

第 10 図

浸漬時期別, 6ヶ月浸漬後の垂直面の生物附着率 (面積%)

第 9 図

第 12 図

第 11 図

第14図

第13図

写真3 記録写真 No.2

写真2 記録写真 No.1

写真5 記録写真 No.4

写真4 記録写真 No.3

写真8 記録写真 No.7

浸漬期間	垂直面		水平面	
	1ヶ月	3ヶ月	1ヶ月	3ヶ月
昭和32年9月17日 浸漬開始	油PEA/PX2+NDV/P-0			
	油PEA/PX2+NDV/P-0			
	油PEA/PX2			
	油PEA/PX2+NDV/P-0			
	油PEA/PX2+NDV/P-0			
√P 無塗装				