

Volume I

Number I

造船研究

昭和34年7月

社団法人 日本造船研究協会

The Shipbuilding Research Association of Japan

目 次

発刊の辞	六岡周三	1
調 査		
船舶腐蝕調査結果（第一報）		8
資 料		
超音波による生物附着生長の防止		24
海外文献リスト（当協会所有）		26
研 究 部 会		
研究部会の活動状況・概要について		28



発刊の辞

会長 六岡 周三

凡そ技術的研究の一つの題目を選んで、その内容、研究の方針等を案画するに当つては、先ず過去においてその題目について如何なる研究が行われたか、従つて如何なる問題点が残されているか等を、広く内外の文献を渉猟してこれを調査し検討することが最も大切であることは言うまでもないことであります。

日本造船研究協会は、創立以来、運輸省御当局の並々ならぬ御指導と、会員及びその構成会社の絶大なる御協力によつて四十数件の研究を完了し、数件は目下実施中ではありますが、従来はその研究の成果のみを報告して来たのであります。しかし、前にも述べました如く、研究に着手する以前の問題選定の経緯と内外関係文献の蒐集については相当の努力はしていましたが、これを広く会員やその構成会社にお知らせするという点に関しては充分の手段を講じていたとは言えません。これらの諸点を考慮して、今回「造船研究」と題する機関誌を持つこととし、わが国造船技術上の問題点の探究の結果を会員各位に御報告すると共に、一方、海外の造船関係研究機関から寄贈された報告類で一般に市般されないものの中から適当な文献を選んで会員に御紹介することに努力して見たいと思います。更に又、会員からの御寄稿も是非戴いて機関誌の内容をより一層豊富なものと致したく、協会の動きもその都度お知らせしたいと思います。どうか各位の絶大なる御支援をお願いいたします。簡単ながら、発刊の主旨を述べて御挨拶に代えます。

調 査

船 舶 腐 蝕 調 査 結 果

(第 一 報)

当協会は近く船舶の腐蝕防止に関する広範な研究を実施したい計画を持っておりますが、この計画の第1着手として、船舶の腐蝕に関し狙うべき研究諸テーマとそれらについての研究方針とを具体的に立案するために現在下記方法により広く船舶腐蝕調査を行っております。

調 査 項 目	調 査 方 法	発 送 先
船体及び艀装品関係 ①	調査用紙による ①—A (記事記入) 3頁上段参照	造船所造船担当部長 (73社)
	アンケート用紙による ①—B (記号記入) 4頁, 5頁参照	船主 (154社 約1000隻) 造船所造船担当部長 (73社)
機 関 々 係 ②	調査用紙による ②—A (記事記入) 3頁下段参照	船主 (154社 約1000隻) 造船所造船担当部長 (73社)
	アンケート用紙による ②—B (記号記入) 6頁, 7頁参照	船主 (154社 約1000隻) 造船所造船担当部長 (73社)

この調査の締切り期限は、造船所関係が本年6月10日、船主関係が同10月31日で、未だ結論を得ることは出来ませんが、ここにその第一報として現在までに御回答頂きました ①—A の結果のみを取りまとめました。なお、今迄御回答頂きました ②—A は本年10月発行予定の「造船研究」Vol. 1, No. 2 に第二報として、また、①—B, ②—B は船主関係からの御回答が集まりましてから後日取りまとめ本調査全体の結論と一緒に第三報として御報告申し上げる予定であります。

第一報を取りまとめるに際しまして、御多忙中にも拘らず ①—A について熱心な御回答を御寄せ下さいました下記造船所各位に対し厚く御礼申し上げます。

①—A 御回答会社名 (順不同)

三菱造船株式会社 下関造船所
名古屋造船株式会社
三保造船株式会社
金輪船渠株式会社
日本鋼管株式会社 鶴見造船所
有限会社松浦鉄工造船所
函館ドック株式会社
三井造船株式会社 玉野造船所
尾道造船株式会社
株式会社・興造船所
川崎重工業株式会社
佐世保船舶工業株式会社

株式会社播磨造船所
株式会社大阪造船所
三菱日本重工業株式会社 横浜造船所
飯野重工業株式会社 舞鶴造船所
三菱造船株式会社 長崎造船所
新三菱重工業株式会社 神戸造船所
株式会社新潟鉄工所 新潟造船工場
日立造船株式会社 築港工場
浦賀船渠株式会社 浦賀造船所
日立造船株式会社 桜島工場
日立造船株式会社 因島工場

①—A

飼料及び飼養品問題調査用紙

飼料及び飼養品問題調査用紙		起入年月日	昭和 年 月 日	起入者所属 会社名	職名	氏名
飼料の種類 飼料の名称と材質	飼料の状況	飼養品迄の期間	飼料時の飼育方法	飼育の方法 (飼料の種類、配合率、 飼育環境等)	飼育の相定原因	対策その他に際しての調査結果

②—A

埋蔵物検査調査用紙 (おまへへ飼料検査用紙の用紙に代り)

埋蔵物検査調査用紙 (おまへへ飼料検査用紙の用紙に代り)				起入年月日	昭和 年 月 日	起入者所属 会社名	職名	氏名
埋蔵物・検査品 の名称 (埋蔵物の種類とその性状)	部品名称	材質	検査する環境	検査の状況	検査品迄の期間 (飼料の種類)	相定原因	今回の検査結果と今後の対策についての調査結果、その他	

①—B

船体及び機装品関係腐食アンケート用紙

- ① 記入の方法は各頁最上部の記註例に従ってお願いします。
- ② 捺印の部分についての「新造時の防食方法」及び「腐食発生前の保守の方法」の欄には腐食が生じていなくとも御記入願います。
- ③ 「腐食発生迄の期間」の欄はそのように願ひる迄にどれ位の期間がたつたかを御記入願います。
- ④ 特に防食対策が望まれる部分又は部品を幾つか挙げて、欄外左に重要とお書き下さい。

船名	粉 噸 数	主要寸法	L:	B:	D:	d:
船主名	速 力	記入年月日	昭 和	年	月	日
造船所名	建造年月	記入者 所属名		職名		氏名

腐食を生じた船体各部の名称	主な被害部品の名称	発錆又は腐食の状況		新造時の防食方法						腐食発生前の保守の方法				腐食の推定原因		対策及び御意見等		
		全面的	部分的	又点又は孔食	落	ス	ア	ニ	コ	フ	セ	ベ	メ	カ	保		保	年
※ 外板外面	船底 外板			○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	船底板による防食効果が認められるので船底板の数を増加したい。
※ 外板外面	水線部外板																	
※ ビルヂキール	船底																	
※ 舳	舳																	
※ 舳部品	没水部のもの																	
	上記以外のもの																	
※ タンク	タンク																	
※ 内面	油タンク																	
	貨物油タンク																	
	ディーゼルタンク																	
※ シーチユースト	ラダートラック																	
	鉛 質 庫																	
	石 炭 庫																	
※ ホールド	タンクトツブ																	
	その他																	
※ 諸 倉 庫	冷蔵貨物倉 (冷蔵庫)																	
	魚 箱																	
	グロイドスペース (コックピット、パイプタンク等)																	
※ 主機機室	タンクトツブ																	
	その他																	
※ 艙 室	タンクトツブ																	
	その他																	
※ 補機機室 (軽取機室等も含む)	補機機室																	
※ 甲 板	船内甲板																	
	曝露甲板																	
	救物下甲板																	
※ 上甲板	鋼 材																	
※ 上構造物	アルミニウム																	
	一 般																	
※ 甲板室	浴室洗面所等																	
※ 内 部	厨房洗面場等																	
	蓄電池室																	
	その他																	

飼食を生じた 機装品の名称	主な被官 部品の名称	付 置	発給又は飼食の状況					新造時の防食方法 （シロウトワカスに シロウトワカスに）	防食の推定原因					対策及び 御意見等				
			全面的 ひどい	部分的 大した	部分的 大した	部分的 大した	部分的 大した		その他	防食が不十分	特にならぬため	材質の不良	不明					
															○	○	○	○
給湯装置	油槽加熱管	タンク底平加め器	○															
手摺及 昇降装置	天幕柱手摺 梯子舷梯																	
マスト ブレスト ブレスト	本体 附属金具																	
デリック・ブーム																		
荷役用諸金物																		
艀口装置（ハッチポート、その他）																		
繫船 曳航装置	揚錨装置 繫船装置 曳航装置																	
航海 通信装置	操舵装置 航海器具 通信装置 伝声管 その他																	
採光装置	天窓・舷窓 その他																	
諸管装置	甲板蒸気管 雑用蒸気管 燃料油管 油槽加熱管 赤・海水及び淡水管 ポンピング 汚水排水管 その他																	
貨物油管 装置	管系 付舷装置																	
甲板舷外機																		
航海諸室（船員、船客）機装																		
通路階段機装																		
出入口扉機装																		
厨房浴室便所機装																		
冷蔵 船庫表	冷凍機 冷却管 その他																	
端舷 救命装置	端舷装置 救命艇装置																	
船舷空気 調整装置	自然通風 機械通風装置 脱湿装置 暖・冷房装置																	
消火装置																		
特殊装置	運搬装置 漁撈装置 加工装置 その他																	
その他																		

タンクの面の腐食と同様に
おしよけて対策が要される。
ワタシ、ワタシによる腐食を
將來地五したい。

機関々係腐食アンケート用紙

- ① 記入の方法は最上部の記註例に従ってお願いします。
- ② 特に防食対策が望まれる部分又は部品を幾つか挙げて欄外左に重要とお書き下さい。

船名	船場数	主要寸法	L:	B:	D:	d:
船主名	速力	記入年月日	昭和 年 月 日			
造船所名	建造年月	記入者所属会社	職名		氏名	

腐食被害を受けたものの名称	主な被害部品		発錆又は腐食の状況				被害の程度			防食処置	推定原因		対策及び御意見等			
	部品の名称	腐食発生部分の名称	材質	全面的	部分的	点食又は孔食	遅延に支支える	修理に多額を要する	修理は簡単である		は○年毎に修理する	突然発見される		現在防止対策が明かでない	取替または工賃の不備	不明
主機	水側									2年					薬料中の硫黄分によるといわれているが、近年特にはげしい傾向にある。	
	蒸気又はガス側															
	その他															
主ボイラー	本体	水側														
		ガス側														
	附属装置	水側														
		ガス側														
	本体附着品	水側														
	ガス側															
減速装置																
主コンデンサー	海水側															
	蒸気水側															
ターボチャージャー	ガス側															
	蒸気水側															
軸系	プロペラ軸															
	(スリップを含む)															
	プロペラ															
	軸管															
補機		海水側														
		清水蒸気海水側														
	ポンプ類	汚水側														
		油														
	(冷凍機 空気圧縮機 油汚浄機)	潤滑														
		原動機														
		その他														

糧食被害を受けた ものの名称	主な被害部品			発給又は残食の状況			被害の程度			被害の 種類	防食処置	推定原因		対策及び 御意見等
	部品の名称	名 腐食発生部分の 称	材 質	全 面 的 的	部 分 的 的	点 食 又 は 腐 食	証 明 に 基 づ き た る	人 員 に 及 ぶ 程 度	修 理 に 要 す る 部 位			突然発見される こと	腐食の発生 の 原因	
補 系	海水側													
	淡水側													
	汚水側													
	油													
	その他													
機 部 品 (バルブ ノック類)	海水側													
	淡水側													
	汚水側													
	油													
	その他													
熱 交 換 器	抽気エゼクタ													
	大気圧式コンデンサ													
	給水加熱器													
	ディフレータ													
	各種ドレンクーラ													
	清水冷却器													
	海水蒸発器、蒸留器													
	補助復水器													
	各種油加熱器													
	潤滑油冷却器													
その他														
甲板補機類														
タンク類														
その他														

亜鉛やマグネシウム等
を取付けて防食してい
る装置の部品名

【記註例】 給水ポンプ、ROワータの鋳鉄製カバー水側に亜鉛板。

①—A

	腐蝕発生部並びにその状況	腐蝕発生迄の期間	新造時の防蝕方法											
外	ビルヂ外板 (両舷共) (艙より前方 1/4 L 附近まで) 材質 鋼材 (A, B材) 孔蝕 深さ Min. 0.8 mm, Max. 2.5 mm 合計 40 箇所 孔蝕は前部クラ板取付部其他溶着ピース類を除去した箇所及び鋸シーム (ビルヂ外板とその直上船側外板との間のもの) 直下の箇所その他は不特定	引渡後4カ月の入渠時発見す。 (昭和26年5月)	外板塗装 下地処理なし (黒皮のまま) A/C 2回 A/F 2回 船尾部亜鉛板 300×150×25 24枚 品質不明											
	ビルヂ外板とその直上外板との間の鋸シームの腐蝕 (艙より前方 1/4 L 附近まで) 材質 A, B, 規格鋸 化学分析結果 <table border="1" style="margin-left: 20px;"> <tr> <td>T. C</td> <td>Si</td> <td>Mn</td> <td>P</td> <td>S</td> <td>Cu</td> </tr> <tr> <td>0.21</td> <td>0.12</td> <td>0.39</td> <td>0.014</td> <td>0.044</td> <td>0.31</td> </tr> </table> 鋸頭の孔蝕 (但し漏洩なし) 打替 左舷約 500 本, 右舷約 250 本	T. C	Si	Mn	P	S	Cu	0.21	0.12	0.39	0.014	0.044	0.31	引渡後4カ月及び8カ月 (12 カ月後の入渠にては腐蝕の進行なし)
T. C	Si	Mn	P	S	Cu									
0.21	0.12	0.39	0.014	0.044	0.31									
板	船底外板 (全面) 及び鋸 材質 SS 41 外板の凹 (孔) 蝕 (全面) 深さ最高約 5 mm 鋸頭の孔蝕 (漏洩はなし) 鋸打替 約 3,200 本 (95%)	進水後10.5カ月の入渠時に発見す。 進水 31. 5. 30 入渠 32. 3. 16	外板塗装 下地処理なし 進水前 A/C 1回 (油性) 進水後 A/C 1回 } 油性 水線部 B/T 1回 } その他 A/F 1回 } Zn 板船尾プロペラ附近 300×150×25 13枚 ビルヂキール上面 300×75×25 12枚 (ボイラー・ジグ第3種)											
面	外板シーム (艙 3/5L より船首にかけて Bilge Strake の上部シーム 2列鋸, 特に右舷の範囲大), リベット頭の腐蝕。及びこのシームに交叉部付近の肋骨と外板との固着リベット頭の腐蝕。 (L=105 M)	約 1 カ年	船尾部のみ亜鉛防蝕, 外板面は油性塗装。											
	船底及び船側外板。 船首船底附近の流線に沿い, 擦傷の如き腐蝕を見る。 (船尾水線附近とも) (L=48.5 M)	新造後, 約 4 カ月乃至 1 カ年	ミルスケールを落さず船底塗料を塗布する。											
	竜骨等ナックルの部 (L=48.5 M)	1 カ年~2 カ年	塗装											
	溶接線両側約 50 mm の間の腐蝕が見受けられる。 (L=48 M)													
	Bilge Strake 上の Rivet の表面が全長に亘り腐蝕し, 鋸孔が露出する。 (L=153 M)	1 年 2 カ月	表面ワイヤーブラッシング プライマー 1回 A/C 2回 A/F 2回											

船舶腐蝕調査結果（第一報）

保守の方法（ペイント塗装頻度、取換え頻度、亜鉛取換え頻度など）	腐蝕の推定原因	対策その他に関する御意見等
	外板はミルスケールが除去されていないのでミルスケールと鋼板との間の Galvanic Action	船側外板（腐蝕の多かつた鎮シーム直上）に亜鉛板取付、但し当時は良質の亜鉛板はなく普通市販のものを取付けた。 取付方法は鋼性バンドによる。腐蝕はその後進行せず、又新規腐蝕も発生せず。
	同上	意見……外板のミルスケールの除去。 良質の亜鉛板取付。
	凹(孔)蝕は外板全般に分布しており明らかな電氣的腐蝕である。 原因は、 (1) 鋼板面のミルスケールの存在と塗料の脱落 (2) 亜鉛板の材質不良	対策 下記の如く実施した。 塗装 下地処理、全面サンドブラスト実施 塗装、ビニール系塗装（7回塗） Zn板 良質亜鉛板（ZAP）取付 取付位置の数は旧と同様にした。 (注) 出渠後数回船体電位を測定したが完全電蝕の電位にあり、その後の入渠時の検査では腐蝕の進行なし。
新造時の塗装並に防蝕亜鉛取付のまま。	不明。 全面的でなく範囲が限られているので外的な損傷、例えば接触等に依つて塗膜が剥げたりしたためではないかと推定されるがよくわからない。	船首まで亜鉛防蝕の効力を及ぼすため、ビルジキール前端へ亜鉛を取付けることとして次回入渠迄の状況をみることにした。
新造時、3カ月～6カ月間に入渠の上塗装又は亜鉛の取換えをする。	新造当時ミルスケールのため充分なる塗装が出来ない。ピンホール等を通し電氣的・化学的作用のための腐食と考えられる。	鋼材の材質そのものの偏析は部分的腐蝕を発生しやすいものと考えられるが、如何なる部分に発生するかの推定は困難であり、早い時期に検査する必要がある。 亜鉛による防蝕は非常に有効であり且船尾附近彎曲部竜骨に取付けることは常識化しているが、その他の箇處に取付けることは経費の点に於て余り取付けられない。
	プレス加工等に依る変質	新造後数年を経てミスケールの剝脱したものの電蝕は少い様であるが、新造当時の手入如何がその船舶の寿命を或程度支配するものと考えている。
	熔接熱影響	
左に同じ。 新造後最初の入渠迄1年2カ月の期間、外板塗装、亜鉛板取替え等実施しておらず。	ガルフポート付近の河川には硫酸を含んだ工業汚水が流れているとのことなので、 Mn, Al を多く含んでいる Rivet が電蝕を起したと考えられる。	(1) 航行河川の汚水を持つて来るよう本船に依頼し、この汚水による腐蝕作用を実験する予定。 (2) この航路の船舶のビルジキールには、 Zn板 を取り付けるのが良いと思う。

	腐蝕発生部並びにその状況	腐蝕発生迄の期間	新造時の防蝕方法
外 板	船首船底外板溶接線及びその付近の外面。 ($L=100\text{ M}$) 溶接線の全面腐蝕とその付近の肋骨その他凸部で錨 鎖摺れを起す個所の電蝕。	6カ月	サンドペーパー又はサンドブラ ストによるミルスケールの処理、ペ イント、亜鉛板はビルヂキールの 船首端まで。
	船体平行部吃水線下ビルヂキール間に全面的に深い もので 2~3mm 程度の点蝕が認められる。 ($L=39.70\text{ M}$)	8カ月	亜鉛
外 面	水線部外板に点蝕甚し。特に更より後方 $1/4L$ 間の ビルジ外板上縁シーム錨頭の腐蝕が甚しい。 軽荷時水線面よりビルジ外板垂直部迄特に甚しい。 ($L=29.75\text{ M}$)	6カ月	ペイント塗料のみ A/C×2 A/F×2
面	船底外板 部分的ではあるがひどく錆びている。機関室付近が かなり点蝕している。	1年	ミルスケール落し、ペイント、亜 鉛板
	水線部外板 網すり用半丸の取付けてある部分の外板が錆びて孔 が明きそうになっている。	6年	ペイント
	Bottom Corrosion 本船 (Super Tanker) 新造艦装期間中に Bottom 全体に亘り、Renewed Pl. 15枚、手直し88枚、打 換え錨約3000本に達する Severe Corrosion を生じ た。	進水後3カ月	Paint により防蝕を行つた。

船舶腐蝕調査結果 (第一報)

保守の方法 (ペイント 塗装頻度, 取換え頻度, 亜鉛取換え頻度など)	腐蝕の推定原因	対策その他についての御意見等
ペイント新造時 3回 亜鉛板取替進水後 1回 6カ月後 1回	船首部は在来は亜鉛板の取付は殆んど考えていなかった。亜鉛板の大多数は船尾へ集中している。錨鎖掛れのため、ペイントがはげ易い。残留応力(極部)も溶接量が多いため船首部は大きいと考えられる。 Panting による極部振動が多い。	新造船で就航後 3, 4 年間に特に激しいので錨鎖の当らぬ所で出来るだけ船首部に亜鉛板を付けるようにしているが相当の効果を認めている。
当時、油性船底ペイントを使用 塗料、年 2回 亜鉛板、年 2回取替え	一概にいえないが、「鋼製鮭漁船の塗装と防蝕」 ¹⁾ に考えられる原因を項目毎に記している。 1) 三保造船、木村弘氏著	これに関しては昭和28年10月の「鋼製鮭漁船の塗装と防蝕」に述べている如くであるが、この船より初めて漁船船底にビニール塗装を始めて、今日に到っている。その後の建造漁船を見ると(その後の新造船の大部分、現在迄54隻) 船体の腐蝕の問題は全然無くなったので安心している。 ビニールの船底塗装の仕様 1. 船台上船殻水密検査後サンドブラスト全部 2. W.P. × 1回 3. ビニール A/C × 4回 外舷、船底ともに 4. 吃水下、ビニール A/F × 2回 吃水上、フタル酸外舷色 × 2回 時たま油性船底仕上の船もあるが、この際は BM A/C (日油商品名) を塗装しており、塗装前にはサンドブラストの上、W.P. × 1回はこの場合でも必ず行つて、ミルスケールの除去に努めている。
6カ月毎に A/C, A/F 各 1回塗装。	防蝕対策がしていないこと。 港により水質の影響があると考えられること。 鋼材の材質によること。	亜鉛板による防蝕の必要がある。 新造艦装時の防蝕に注意すること。 隣り合った鋼板で腐蝕に非常な差があるので、材質上の問題もあると思われる。
	物体との摩擦 亜鉛板による防蝕の不足	亜鉛板の増設
手入れが出来ない。	半丸のタック溶接部から水が外板と半丸の間に入り外板を腐蝕させる。	半丸の溶接は連続溶接とする。
本船新造時の Bottom の 塗装仕様 速乾性ズボイド 2回 船底 1号 1回 船底 2号 1回 進水	本船が Severe な Pitting Corrosion を生じたのは、速乾性ズボイドに長期暴露を許したため、膜が劣化していたと考えられ、その上に他社の A/C 1回を塗つたためその Adhesion が悪く艦装期間中にそれより剝離し、又速乾ズボイドの膜が Chalking を起していた。その様な状態であつたから透水性がよく、 Protection Coating としての性能が極端に低下していたためと思われる。	現在では Mill Scale を除去し、 Oil Base の Paint を使用、 Paint の塗り重ねの期間を制限して長期暴露をしない様にし、又艦装期間中は或る程度の Cathodic Protection を行い、又 Stray Current の影響を考え Welding Machine を船上へ上げている。それにより大体この種の Trouble は発生していない。

	腐蝕発生部並びにその状況	腐蝕発生迄の期間	新造時の防蝕方法
外	船底 盤木又は下支柱の跡が一部ペイント剝離のため孔蝕を生ず。	3カ月	塗装
	船底 入渠時ベアメタルの上 A/C をタッチアップした船底中央附近に多くの白色石灰質化合物の微粒が発生す。	14日	塗装
板	船首附近, 点々と発錆あるもの多し。 船体中央部余り発生せず。 船尾附近, プロペラ周辺部稍発錆多し。		船尾にプロペラ面積の 1/20 の面積の Zn 取付
	外板リベット (貨物船), リベット頭部皿腐蝕	12カ月	光明丹 2回並びに A/C (油性) 塗装
外	外板溶接シーム及びバット (漁船), ビード及び同 2番	12カ月	サンドブラスト, W/P, 長曝 A/C 塗装
	船首船底外板 (各船), 船底に波状に発錆	6カ月	油性船底塗料
面	船底船側他, 顕著な腐蝕はない。		亜鉛板取付 20×120×250×25~30枚 (8,000~9,000 G. T.)
	船底船側外板他 (艀装中)		アース線設備の充実
	外板, 点食	8年	ペイント及び亜鉛板
	鎮頭, 大きい点食	1年	ペイント
	外舷船底部 リベット頭部 (特にキールプレート), スタンフレーム下部ビルジキール先端, ビルジキール上部, 船体彎曲部, 水線部 (軽荷状態) のペイントはがれと思われる個所に電蝕と思われる腐蝕, 深さ 3~4mm 程度, 特にスタンフレームには 12mm に達する点蝕あり。 船底部 (特にビルジキールより下方) は全面にわたりほとんど塗膜なく船体キールラインに平行に線状の錆のもり上りあり, 内部は黒色に発錆す。	昭和33年2月出渠 (新造船) 後 1年 3カ月	進水 (32年11月以前) に W/P 1回 長曝 S/X (A/C) 1回 Red S/X (A/C) 1回 A/F 1回 32年2月入渠時 Touch Up 並びに A/F 全面 1回

船舶腐蝕調査結果 (第一報)

保守の方法 (ペイント 塗装頻度, 取換え頻度, 亜鉛取換え頻度など)	腐蝕の推定原因	対策その他に於ける御意見等
ウォッシュ プライマー 1回 船底塗料一 号 2回 " 二 号 1回	盤木又は下支柱当り部の塗膜のうち最終 A/F が硬化乾燥しないうちに船体荷重を加えたため、木部に粘着し加うるに圧力に依り前面の塗膜も脆くなつていたので浮揚と同時に剝離し電蝕が集中した。	ペイントの乾燥にも注意すると共に船体圧力に依り塗膜が破壊され剝離する恐れもあるので適当なる亜鉛板を取り付ける。
ウォッシュ プライマー } タチア 船底塗料一 } プ各一回 " 二 } " " 全面一回	出渠10数日を経たのみで塗膜は良好なるため陰極防蝕に必要な電流は極めて少なく、其の上艦尾用保護亜鉛板の防蝕効果が殆んど全船体に及んだ結果、電位が防蝕以下に低下し比較的電流密度の高い艦尾から中央附近迄の塗膜の薄いタチアッ箇所及びピンホール存在部分はその影響を受け塗膜が劣化してアルカリ性白色化合物を発生す。	ビルジキール附近に適当なる亜鉛板の取付け。
	防蝕不充分	
入渠間隔を短くする。そして、ペイント被膜を厚くする。	電蝕	入渠間隔を短縮し船底塗料を増塗りすること。
亜鉛板を増加 (ビルジ・キール etc.)	電蝕	
スクレーブ, 亜鉛板増加		入渠中は A/C 塗装に充分なる乾燥期間必要なり。
進水前, 取付けた亜鉛板は竣工前に入渠時に全部取換えている。	電蝕	
電気溶接機16台に対して200mm ² のアース線を設備している。		交流溶接機使用により腐蝕事故は発生したことがないが、一応従来通り溶接機 16 台に対して 200 mm ² のアース線を設備している。
1年1回塗装 亜鉛板1年1回全部新換	電蝕	亜鉛板の取付箇所及び量について研究する余地あり。
1年2回塗装	ペイント剝離及び電蝕	
1年3カ月間手入せず、海水河口水域を航行或いは碇泊。	1. 腐蝕の推定原因は硫黄をバラ積みにした為、硫黄が水中に落ち外板を損傷したと考えられる。外板の錆を取り硫黄分析したところ S=1.542% あり、又主海水弁附近の錆を分析し S=1.586% を検出した。 鋼類の硫黄量は 0.06% 以下 (SS 材) 0.05% 以下 (SV 材) であり、その他銅、アルミ等も S は少いから金属に含まれているものでないと断定される。(続く)	塗装を入念にし塗装回数を増す。 A/C 2回を 3回にしたい。 進水後艤装期間に防蝕 (電蝕防止) の手段をとる。 入渠間隔を 1年以内とする。 保護亜鉛の数を増す。

	腐蝕発生部並びにその状況	腐蝕発生迄の期間	新造時の防蝕方法
外 板 外 面	外板外面		
	船底外板 SS 41 1. 水線下外板点蝕、孔蝕があり。場所（船首外板）に依り深さ 0.5 mm のところも数箇所あつた。船底部にはあまり点蝕孔蝕が見られない。 2. チェンの当る個所も多かつた。 チェン摺りの不足。 (L=37 M)	建造時より第1回 入渠時迄12カ月	1. 錆落し法 ハンドワイヤーブラッシュ 2. 塗装 船底塗料 A/C 2回 " A/F 2回 " B/T 2回 進水前に A/F 2回 塗装完成前入渠せず。
	ビルジ外板 溝状に腐蝕	艤装中約3カ月	ペイント塗装
	同上	同上	同上
	舵幹材 中間軸受のリダナンバイトに当る部分全周に亘り無数の Pitting Corrosion 発生す。	1カ年	
舵	単舵板の場合両面に点蝕甚し。	2カ年	塗装の上防蝕亜鉛を舵の両面に取付けた。
	舵板（軟鋼） 内面に Rib を熔接した個所の外側に特に発錆甚しい。	約8カ月	ZAP 取付
	舵板（軟鋼） 前端の Reaction Leading Edge（摺つた部分）の付近の発錆甚しい。	約4カ月	特に施工せず

船舶腐蝕調査結果 (第一報)

保守の方法 (ペイント塗装頻度, 取換え頻度, 亜鉛取換え頻度など)	腐蝕の推定原因	対策その他に関する御意見等
	2. 塗装回数を増やす方が良い。 (A/C 3 A/F 2 としたい) 3. 1年以上入渠塗装しないのは無理。 4. 浅い河川等の航行或いは岩壁, 荷役中, 船底外板のペイントをすりへらし塗膜にきずをつけ腐蝕の原因をつくり或いは腐蝕を早めたと思われる。	
		下地処理不良のものが腐蝕事故も多い傾向があるので下地処理改善の方法について検討する必要がある様に思われる。
12ヵ月船底外板は保守せず	1. Mill Scale を除去せず塗装 ハンドブラッシュでは錆が完全に除去出来なかつたので塗料の密着が不完全である。 2. 工程の関係で引渡前入渠が出来なかつたため。 3. 船主側に於いても新船の場合には1年間入渠しないで航行した事もいえる。	1. 新造時には浸水部外板に関しては人力, 機械力に依り Mill Scale は完全に除去しなければならない。 2. 亜鉛板は良質のものを買い出来る限り多く付ける様にする。 3. チェン及びアンカーに依る外板接触部を出来る限り小とする。 左記船舶の場合は, サンドブラストにて塗膜, 錆を除き下記塗装要領にて行つた。 1. ウォッシュプライマー 1回 2. 船底 A/C 3回 3. " A/F 2回 B/T 2回 以上の様に塗装し1年間航行後入渠調査した結果, 速力がかわず浸水外板にも1箇所として異状を認めなかつた。
船底塗料増塗り	フェンダーによる塗膜損傷個所に於ける迷送電流	
肉盛溶接の上グラインダーで平滑にし塗装す。	同上	
	リグナンパイタ押え金具の材質が brass である為その影響に依る電蝕かとも思われるが, その物と孔蝕の最も甚しい場所との距離的説明はむしろつけ難い。そのため或は又 Grease の酸化に依る腐蝕ではないかと考えられ, 結局不明である。	左記の如く原因は不明であるが, 一応本船の場合は電蝕と推定して, 左記金具の材質を鋼製に取り換えた。尚本船の舵幹材は Sleeve を付してないが, N.K. の新規則では Sleeve 付と規定しているので, 之に依り今後は同様事故の発生を防止出来ると思われる。
約6ヵ月後防食亜鉛を取替えた。	防蝕亜鉛の取替えが遅れたために電氣的腐蝕をした。	
その都度錆落しの上ペイント塗装	熱による材質脆化と残留応力のため	1年以上たつとよくなるが, これは残留応力が自然に除去され, ペイントの塗込が効いてくるのではないかと思う。
同上	流速増加のため	最近この部分にも ZAP を取付けている。

	腐蝕発生部並びにその状況	腐蝕発生迄の期間	新造時の防蝕方法
舵	舵保護亜鉛の消耗多く発錆多し。		舵にプロペラ面積の 1/20 の面積の Zn 取付
	舵軸の下部軸受部材質 SF 45 舵軸 (260φ) の下部軸受部と接触する部分 (パッキンと接触している部分は腐蝕せず) 軸受ブッシュ材質……BC 3 A 腐蝕深さ最大 5 m/m 最少 0.5 m/m 長さ 200 m/m 及び 95 m/m で全周に発生	引渡後約 1 カ年 (31 年 6 月入渠時 発見す)	特になし。
タ ン ク 内 面	貨油槽内消火パイプ下部 (各油槽内) 船底外板より約 800 m/m 上に蒸気消火パイプの開孔があり、その直下の船底外板に約 50 m/mφ の孔蝕	孔蝕発見 7 年目	クリーン・タンカーにて何もしていない。
	貨油槽内船底外板 全面点蝕激しく、点蝕個所では板厚の衰耗限度を超して、取替を要した。K.A 板に多く Bhd. 其の他には殆んど点蝕はみられなかつた。	2 カ年	Cargo Hold を Cargo Oil tank に改造したもので防蝕対策は取られていなかった。
	船底上面防蝕せぬ場合点蝕多し。 槽壁全面腐蝕多きものもあり。 甲板裏面全面腐蝕多し。 槽内補強材、防蝕せぬ場合上向面孔蝕多し。		特にクリーンバラストを入れる槽に対して Mg 陽極による防蝕をするもの多し。
	貨物油艙内部一様に腐蝕 (特に油面より上方)	8 年	なし
	バラストタンクに点々状の発錆	6 カ月	水セメント塗装
	各タンク内部鋼材表面に薄錆又は厚錆が発生	1/2 カ月～2 カ月	船台上において川水によるタンクの水圧テスト後、同タンク内部の清水洗滌を行い、タンク内鋼材表面に附着している塩分、泥土を除去する。
	バラスト・タンク内部、一様に腐蝕	8 年	水セメント塗装
	タンク内面		
	ディーブ・タンク 防蝕せぬ場合腐蝕多し。		亜鉛の取付による防蝕
	ディーブ・タンク (バラスト及び貨物) 全面に発錆	3 カ月	長曝用 A/C 塗装
甲 板	曝露甲板の木甲板又はセメントに覆れた下部の甲板 (軟鋼) に破孔	約 6 年	ペイント塗装
	上甲板、あばた状	4 年	ペイント
	煙突甲板、大きい点蝕	4 年	ペイント

船舶腐蝕調査結果 (第一報)

保守の方法 (ペイント塗装頻度, 取換え頻度, 亜鉛取換え頻度など)	腐蝕の推定原因	対策その他に關しての御意見等
	防蝕不十分	
31年6月 電蝕部ペーパー仕上げ 32年7月 電蝕部にモネルメタル実施	異種金属間の電気腐蝕 (舵軸 SF 45 ブッシュ BC 34) 舵軸とブッシュの間隙	良質の亜鉛板を舵軸受下部に取付ける。
ペイント塗装其の他保守の対策を行っていない。	蒸気ムシ或いは空船時のドレンの滴下により腐蝕が部分的に極度に進行したものと思う。	電食とは考えられぬので、Sounding Pipe 下部の D. PL. と同様な考えで対策を取れば良いと思う。
	不明	亜鉛板を付けてみたが、Ballast Condition に於ける時の腐蝕であるか原因不明であり、対策としても一応経過をみることにした。
Mg 陽極取付	バタワースの温度の上げ過ぎによる防蝕不十分	
なし	油ガス及び海水	マグネシアその他の防蝕方法をとる必要あり。
水セメント落し, 再水セメント塗り	振動により水セメントが剝離する	粘着力のある耐水塗料 (但し毒性, マヒ性のないもの) があればよい。
油タンクは船台上に於ける水圧テスト前に防錆剤を塗布している。	1. 塩分, 泥土の鋼材表面附着 2. 泥土と湿気の長期残留	1. 進水後, 早急にタンク内の表面処理を行い, 塗装する。 2. より一層効果的な防錆剤を選定する。
1年1回水セメント塗装	水セメント剝離及び海水による電蝕	バラストタンクに適当な塗料の製作が必要
		蒸溜水及び飲料水タンクについてはその特殊目的のため更に適切な防蝕法の確立が必要である。
手入れが出来ない。		約6カ月位保てるペイントを希望する。
取換	木甲板コーキングの不良又はセメントの肌付不良のため水の浸入	被覆材の水密性に注意
新造時塗装のまま	ペイント剝離	
1年1回塗装	煤中の硫黄分による。	ペイントの良いものを製作する。

	腐蝕発生部並びにその状況	腐蝕発生迄の期間	新造時の防蝕方法
甲板	居住区甲板でマプラスを塗布した下面材質鋼材 各所にわたつてピッチング状の穿孔腐蝕を起し著しい箇所は腐蝕孔が甲板を貫通している。腐蝕の著しい箇所は鋼板の新替実施	約4カ年 (引渡しは昭和28年, 報告があつたのは昭和32年)	マプラス塗布前に鋼甲板に防錆塗料は実施せず。
管	清海水コック, 白色錆発生しコックがしまらぬ。	12カ月	軽合金製のもの使用
	油槽内貨物油管 管内の低部における Pitting Corrosion	約3カ年	なし
	衛生用海水管系 管体に穿孔を生じた。	6カ月乃至1カ年	なし
	戦貨油管及び加熱管 (軟鋼) 点蝕甚しい。	約1年半	特に施工せず。
	貨油艙内加熱管 (アライノール) 水平部に点蝕発生	約1年	同上
	小便器洗滌管 (ガス管) クロームメッキ銅管との接続部に穴があく。	約1年	同上
	貨油艙内バルブ, スピンドル (軟鋼) 軸受の真鍮プッシュのある箇所が甚しい。	約2年	同上
	汚水排水用外板付弁の底部 (鋳鋼) 穿孔	約3~4年	同上
系	Pipe 関係 Pipe の Corrosion は全て Pitting Corrosion であり, 殆んど Pipe 上面に生じており, Tank 内に一様に分布している。一般に Pipe の Corrosion は船殻部材に比して割に Severe であるが Vertical Pipe には余り Corrosion は見られない。 Pitting Corrosion Depth 3~5 mm, Area Ratio 250 cm ² /M ² に達している。		
	カーゴ・オイル・パイプ 防蝕せぬ場合上向面孔蝕多し。		
	ヒーティング・パイプ 鋼管の場合腐蝕多し。		

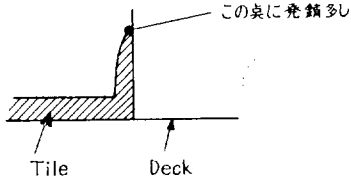
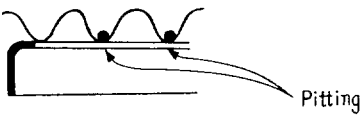
船舶腐蝕調査結果 (第一報)

保守の方法 (ペイント塗装頻度, 取換え頻度, 亜鉛取換え頻度など)	腐蝕の推定原因	対策その他についての御意見等
腐蝕発見までマプラス及び防錆塗装等の塗替なし	マプラスは酸化マグネシウム (MgO) 及び塩化苦土溶液 (MgCl ₂) とが主成分でこれが化学反応により凝結硬化するものであるが、MgCl ₂ の溶液は NaCl を含む場合があり、調合の際の不均一性等により防錆塗料が無かつた為電蝕を起した。	マプラス下面の十分な下地処理及び防錆塗装の実施 本船は十分な下地処理後防錆塗装を実施し大平コンバス (マプラスと同系統のもの) を実施した。
	清海水中の含有物により Al が腐蝕される。	
穿孔部にはパッチを当て 180°回転取付直す。腐蝕状況軽度のものは 180°回転取付直しのみ。	Sludge 中の硫黄分による酸化	Sludge の溜ることを避ける様なポンプ及び油管の使用法を考え、且海水バラスト中に酸化抑制剤を入れ、それによる管内の洗滌を行う。
	局部電流による点食	海水管に銅管を使用するに当つては空気泡の存在、流れによる酸化膜の剝離等により局部的電流の発生は不可避と考えられる。酸化膜の剥れにくい管の使用を考える必要がある。
修理	水分の存在と材質応力の不均一	乾燥或はコーティング等により管表面が水分に触れるのを防ぐか防蝕する。
取換	水分酸の存在と材質応力の不均一	同上
その都度取換	ガルバニック・アクション	鉛のリングを入れるか又はビニール管を採用したい。
向上	同上	真鍮ブッシュをリグナムバイトにするか軸受をプラスチックとする。
穴埋	度々酸を流し、ドレンがたまる。	底部の肉厚を増す。

	腐蝕発生部並びにその状況	腐蝕発生迄の期間	新造時の防蝕方法
管系	貨物油艙用鋼管製蒸気加熱管 貨物油艙内に加熱管の上面に著しい点蝕が見られそのひどい所では孔蝕となつて加熱管を使用しに耐えないような状況にしていた。1つの油艙についていえば上甲板に有るパタワース・マシン用の開孔の下の区劃が特別に激しく点蝕及び孔蝕がみとめられた。	腐蝕の著しいところで約1カ年平均して約2カ年で使用に耐え難い状況になる。	特別に防蝕方法は行われていなかった。
構造鋼材	船殻鋼材（内業加工前） 但し、タンク内部構造及び甲板表面を除く。 鋼材全表面に薄錆又は厚錆が発生。	1カ月～3カ月	鋼材割書加工前、即ち倉出し後の鋼材を Shot Blast 施工の上、一時防錆剤を塗装する。（但し、各タンク内部用鋼材を除く）
	船殻鋼材（内業加工、組立並に塔載） 但し、タンク内部構造及び甲板表面を除く、ガス切断並に溶接箇所跡に発生した薄錆並に厚錆。	1カ月～3カ月	発錆箇所をディスクサンド・ペーパー等により完全に除去した上、防錆塗料を1回塗装する。
	当工場にて施行したカルテックス系船主の T-2 タンカーの第三種定検の時に於ける貨物油艙内部構造及び外板に対して詳細にその Thickness を計測し、資料の整つてゐる 22 隻に対して検討した結果は次の通りである。 (a) デッキロンヂチュージナルビーム No. 2 及び No. 3 タンクが最も激しく腐蝕が進行していた。 両舷タンクでは縦通隔壁に近いもの程腐蝕が激しい。 (b) サイドロンヂチュージナルフレーム No. 2 及び No. 3 タンクが最も激しく腐蝕が進行していた。上甲板より下へ数えて L-1, 2, 3, 4 と上部のもの腐蝕が特に著しい。 (c) 縦通隔壁 上部の板程著しく腐蝕していた。 (d) 横置隔壁 上部の板程著しく腐蝕していた。 特に上甲板より下へ3枚目の板の腐蝕が著しかった。 (e) デッキプレート 特別に傾向は表われていない。 (f) 外板 H 及び G 板即ち水線部の外板が著しく腐蝕していた。	第3回定検までであるから12～13年経つてゐるが、これら T-2 タンカーはこの内で5～6年間は Clean Service に従事した実績があるので貨物油艙内部の腐食の速度が吾國のタンカーに比し非常に速い様に思われる。	特別の防蝕方法は施行されていなかったようである。
	船殻用鋼板及び型钢 メカークのロールチャンスその他の理由により水揚げ使用までの間が長期にわたる場合黒皮の下にピッチングを生じショットブラストをかけると非常に目立つ。	型钢 3カ月 鋼板 6カ月	

船舶腐蝕調査結果 (第一報)

保守の方法 (ペイント塗装頻度, 取換え頻度, 亜鉛取換え頻度など)	腐蝕の推定原因	対策その他についての御意見等
<p>特別に方法は構じられて無いが、各タンク共 1～2 年毎に部分的又は全体を取替えた。</p>	<p>貨物油艙である為に貨物油、海水バラストにさらされる。又 Tank Cleaning に依つて相当な高温多湿な状態に置かれることが1つの原因と考えられる。油艙内構造物と同様に電氣的腐蝕に依るとも考えられる。材料的欠陥は大した影響は無い様に考えられる。(材料は N. K 又は A. B 規格品である。)</p>	<p>鋼管製加熱管は現在では新造船には余り使用されない様であるが、33年入渠時取替えた油艙内の鋼管製加熱管に対しては溶鉛加工又は EPICON (中国塗料製) 塗装を行つたがその結果は未確認である。貨物油艙加熱管は今後鋼管製は採用せずアルミニウムプラスパイプ又はフィン付鋳鉄管を使用すべきであろう。</p>
<p>工程、期間、塗装等を考慮して、良質の長期曝露型 Wash Primer を 1 回塗装している。</p>	<p>湿気並に雨水</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 良質の一時防錆剤の選定。 2. 鋼材メーカーが鋼材の表面処理並に防錆処理を行う。
<p>防錆塗料 1 回塗装</p>	<p>同上</p>	<p>耐候性の強い防錆塗料の選定。</p>
<p>現在尚特別な保守方法は行われていない。しかし若干船主にて船体引延しによる貨物油艙間の取替又は全貨物油艙内隔壁その他構造物の取替が行われているだけである。尚船底部水線部外板に対してはサンドブラストを施行して完全塗装も行つている。</p>	<p>海水バラストに依るための電氣的腐蝕及びバタワースマシンによるタンククリーニング (即ちバタワース用の開孔部下の構造物の腐蝕が著しいことから) が大きく原因していると考えられる。</p>	<p>貨物油艙に対しては現在新造船では Paint 及び Mg-Anode の対策が考えられ実施されているが Mg-Anode に依る Cathodic Protection の方が効果的の様に思われる。</p>
<p>型鋼の場合塗料を吹つけている。</p>	<p>単なる酸化による発錆のみでなく成分や電氣的な原因もあると思われるが不明。</p>	

	腐蝕発生部並びにその状況	腐蝕発生迄の期間	新造時の防蝕方法
構造鋼材	船体構造部材 (貨油タンク内) 一般に船体構造部材の Corrosion は主として Bottom Longl, Flange 上面, Bottom Shell, Horiz, Girder 上面, Bottom Trans, Face Bar, 上面に生じ, Vertical Member 及び Flange 下面, Horizontal Girder の下面には殆んど発生していない。Pitting Corrosion が生ずる Tank は Crude Oil と Water Ballast を交互に積む Tank で, 亦 Oil Sludge が残っている下は割に Corrosion は少なく, Butter Worth で Cleaning された所に多い。Pitting Corrosion Depth は 2~3 mm で船底全面についての Area Ratio は 10~100 cm ² /M ² に達する。	新造引渡後 1.5~2 年	腐蝕を起した船は新造時には防蝕を行っていない。
その他	タイル張りセメントと側壁鉄面の境界に全面赤錆を発生する。	6 カ月新造後	塗装
	Tiled Bath の Steel Bulkhead 	0.5~1.0 年	塗装
その他	水密ゴムパッキンの当りになる平鋼 SS 41 マックハッチカバー用で特にメチタイプのもはゴム当りが広く一面に錆が出てスクレープするとアバタ状になる。	約 1 年	なし
	ボートダビット・ローラーフェアリーダー等 諸種のピンの錆付 SS 45 注油装置あるに拘らず太平洋等渡つた丈で廻らなくなる。グリース等が表面にあつても普通の錆は生じている。	約 6 カ月	グリースのみ
	アルミ構造物の艀装品取付部 (露天部) 艀装品取付ボルト周囲等に腐蝕発生 (亜鉛メッキボルトの周囲のみ)	引渡後 3~6 カ月	取付ボルト亜鉛メッキ
	船内防熱カ所の前処理としてソリューションを塗装した個所及び舷窓下隠蔽部。湿度が高いと発錆して来る。特に舷窓の隠蔽部の発錆は多い。	艀装中新造船	塗装
Corrugated Alumi. Owing 	1 年	Steel Part に鉛系塗料 A/C を塗装	

船舶腐蝕調査結果 (第一報)

保守の方法 (ペイント、塗装頻度、取換え頻度、亜鉛取換え頻度など)	腐蝕の推定原因	対策その他についての御意見等
最近 Mg-Anode を取付けている。その結果は良好である。	Cargo Crude Oil と Water Ballast を交互に積む Tank に Severe Pitting Corrosion が発生している。これは Crude Oil 中の Sulphur の影響があると思われる。亦 Tank 内構造部材の Mill Scale も除去されていないから、これにより Ballast 中に生ずる腐食電流のためであると考えられる。	新造時より大抵 Mg-Anode を取付けるように船主に Recomend している。 Protection Method としては色々あるが、Mg-Anode は手取り早く、結果も良好であると云う点で最適と考えられる。
錆止塗料 2 回	振動によりコンクリートと鉄部に間隙が出来、水分が侵入してアルカリに侵されているペイント面の鋼と共に再び滲み出て来るものと思われる。	コンクリートに面する鋼板の塗装は耐アルカリ性のペイントを撰択し、塗装もピンホールが出来ない様に注意する。
0.5~1.0 年毎に塗装		
なし	ゴム当りであるので塗装をしない。それで半年、1年の間に腐食して水密を危惧するようになると思う。	特殊塗料の使用。
	海水をかぶる処等では本体とグリースの附着力に問題がある腐蝕作用を遮断することは出来ないものか。	
	異種金属間の電気腐蝕	ボルトはステンレス又は Al とする。 ネジ部にはヘリサート・インサート実施。 アイプレートはベアリング部に絶縁ゴム取付
ソリューション 1~2 回	ソリューションはエナメルの前処理塗料が単独では錆止塗料としては不適である。	錆止顔料を使用した錆止ペイントの使用
取替えの上絶縁物挿入	Steel との Galvanic Action によるものと考えられる。	電気的絶縁法を必要とする。

	腐蝕発生部並びにその状況	腐蝕発生迄の期間	新造時の防蝕方法
その他	甲板室壁（軟鋼） 歪取りのため灸をすえた跡に発錆甚しい。	約4カ月	特に施工せず。
	居住区防火塗料錆止2回塗装後電接した付近は異状なる黒泥土状の錆が発生した。	航行中	塗装
	シー・チェスト 稍発錆		入口に保護亜鉛取付（板状 Zn 切削加工）
	船尾骨材、点蝕及び海绵状腐蝕	4年	ペイント及び亜鉛板
	罐詰工場 天井、側壁の塗膜が全面的に剝離し、発錆する。	6カ月	塗装

資料

超音波による生物附着生長の防止

Bekjempelse av Marin Begroning med Ultralyd

By Per Brynjulfsen

ノルウェイ造船技術研究所

(Skipsteknisk Forskningsinstitutt) Report No. 13, 1956

① 本研究は国防技術研究所の助成によりノルウェー造船技術研究所で実施した。

② 超音波の防汚効果は

- (i) 超音波により貝殻、生物が破壊されること
- (ii) 集団状となつた付着生物が超音波により刺激運動を起し分散せしめられること

の2点であるが (i) の目的を達するには数百万サイクルの超音波が必要で、経済的には (ii) の刺激を与え、生理的欠陥を生ぜしめる程度のもので良い。

③ 実験は Horten の内港で行い、海中下 1 m の深度に 34×41×0.05 cm の2枚の鋼板を鋼製フレームにとりつけて浸漬し、フレーム一端に振動子を取り付けた。2枚の板には防錆塗料を塗り、かつ 9 mm のゴムシートで絶縁して1枚のみが超音波をうける様にした。振動子と超音波を与える試験板 (B板) との距離は 32 cm である。なお共振振周波数は 30 kc であつた。

④ 試験後の塗膜状態は超音波を与えた板 (B板) では塗膜の約 90% が損傷しさが発生して一部剝離を生じていた。一方中性の板 (N板) では 12% 程度が損傷していたに過ぎなかつた。生物附着状況について繰次表

	超音波を与えた鋼板 (B板)		超音波を与えざる方 (N板)
	周縁部 (390 cm ²)	中央部 (1004 cm ²)	
植物性生物			やや著しく付着分散的に付着分散的に付着
1) 珪藻類	微量付着	微量付着	
2) 緑藻類	微量付着	ナシ	
3) 褐藻類	ナシ	ナシ	
4) 紅藻類	ナシ	ナシ	
動物性付着生物			
1) 腔腸動物類	129 cm ²	85 cm ²	1394 cm ²
2) コケ虫	40 cm ²	2 cm ²	110 cm ²
3) 有節虫	ナシ	1 cm ²	54 cm ²
4) フジツボ	29 cm ²	1 cm ²	182 cm ²
5) 軟体動物	ナシ	ナシ	8 cm ²
6) 胎貝	ナシ	ナシ	36 cm ²
7) 背索動物	ナシ	ナシ	3 cm ²

に示すようである。

すなわち生物付着は超音波により相等効果的に防止できることが見られ、かつ中央部に少いことが判る。これは超音波効果が中央部に強く周縁部に弱いという分布状

保守の方法（ペイント塗装頻度、取換え頻度、亜鉛取換え頻度など）	腐蝕の推定原因	対策その他に關しての御意見等
その都度鏽落しの上ペイント塗装	熱による材質脆化及び応力集中	Seasoning を行えば良いと思う。
防火塗料 錆止 2回 上塗 2回	防火塗料の溶剤である塩素系樹脂が溶接の影響により錆を誘発した。	塗料の組成の改良
	防蝕不十分	
1年1回塗装 亜鉛板1年1回 1/2 新換	電蝕	亜鉛板の取付個所及び量について研究する余地あり。
耐燃塗料 錆止 2回 上塗 2回	罐詰工場のため異状に湿度が高いにも拘らず耐水よりも防火に関心を持った。	耐水性を考慮したペイントの塗装

態によるものである。

⑤ B板に多少の生物が付着したのは、さびの発生により付き易くなったことも考えられ、その証左に塗膜健全部に付着が見られなかつた。

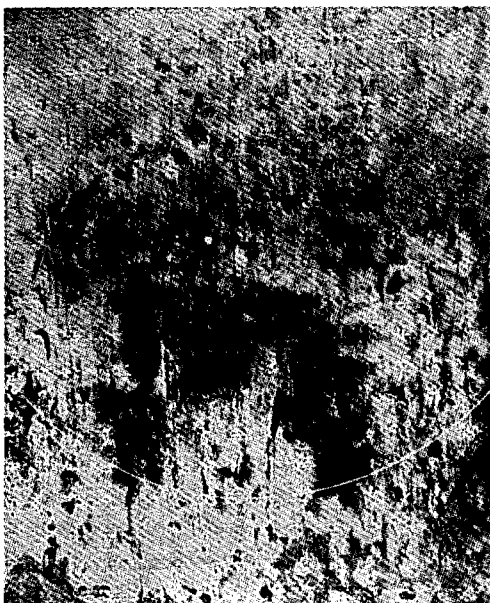
また一旦付着した場合はある程度生長増殖した後では、超音波は効果のないことが判つた。しかし付着幼虫に対し相当の抑制効果を發揮したことは付着生物の大きさ、個数その他を検討した結果一応うなずける結果が得られた。

生物の種類による影響の差は胎貝およびフジツボが超音波感度最大でヒドラ虫が最小である。

⑥ 結 論

- (i) 超音波は生物付着および増殖の防止に効果がある。
- (ii) しかし、さび止塗料の塗装条件によっては、超音波が塗膜破壊を來し腐蝕を発生させる危険もある。
- (iii) 本実験では余にも不十分であり、今後、生物付着防止にもつとも効果的な超音波エネルギー、エネルギーの分布、鋼板への伝播の方法、発振器の形式、種類などについてさらに実験を行う必要がある。

(栄 幸雄・抄訳)



超音波を与えた鋼板（B板）



超音波を与えざる鋼板（N板）

海外文献リスト (当協会所有)

U. S. A.

Ship Structure Committee

- SSC-42 The Determination of Initial Stress in Steel Plate
- SSC-74 Electron Microscope Techniques for Study of Fractured Surface of Ship Plate Steels
- SSC-92 Low Temperature Embrittlement Mechanics deduced from Zinc Single Crystal Fracture Studies
- SSC-100 Index of Ship Structure Committee Publications
- SSC-104 Development of Filmless Technique for Recording Defects in Ship Weld
- SSC-105 Weld Flaw Evaluation
- SSC-106 Mill Sampling Techniques for Quality Determination of Ship Plate Steel
- SSC-107 Evaluation of Welded-Joint Flaws as Initiating Point of Brittle Fracture
- SSC-109 Brittle Fracture of Mild Steel in Tension at -196°C
- SSC-110 The Investigations on Radioisotopes for the Inspection of Ship Welds
- SSC-111 Preliminary Studies of Brittle Fracture Propagation in Structural Steel
- SSC-114 The Influence of Ferrite Banding on the Impact Properties of Mild Steel
- SSC-115 Brittle Fracture Initiation Tests
- SSC-116 Static Brittle-Fracture Initiation at Net Stress 40% of Yield
- NBC-6 Investigation of Fractured Steel Plates removed from Welded Ships
- NBS-7 Correlation of Metallurgical Properties, V-notch Charpy Energy Criteria, and Service Performance of Steel Plates from Fractured Ships
- Brittle Behavior of Engineering Structure
Fourth Technical Progress Report

National Fire Protection Association

- NFPA No. 302 Fire Protection Standards for Motor Craft
- NFPA No. 303 Fire Protection of Boatyards & Marinas
- NFPA No. 303L Suggested Ordinance for Petroleum Wharves
- NFPA No. 306 Standard for the Control of Gas Hazards on Vessels to be repaired
- NFPA No. 307 Operation of Marine Terminals
- NFPA No. 312 Fire Protection of Vessels during Construction, Repair & Lay-up

National Academy of Sciences; National Research Council

Metallurgy at Low Temperatures

Conference of Fracture
News Report, Vol. 7 No. 1

Navy Department; David Taylor Model Basin

- No. 1141 The Calculation of the Circulation Distribution for Propellers with Finite Hub having Three, Four, Five and Six Blades
- No. 1171 Section Moduli and Incipient Cavitation Diagrams for a number of NACA Sections

University of California; Institute of Engineering Research

Series 61, Issue 10 Motion of Ships of Shallow Draft

Experimental Towing Tank; Stevens Institute of Technology

No. 567 Ship Model Test in Regular and Irregular Seas

Canada

National Research Council of Canada

- MB-131 Gate Vessel—Complete Model Basin Report
- MB-137 Resistance and Propulsion Tests on a Model of a Lake Freighter
- MB-174 Resistance and Propulsion Tests on a Victory Ship Model
- MB-193 The Velocity Distributions round Elliptic Sections due to Thickness and Angle of Attack
- MB-211 Scale Effects on Propellers and on Propulsion Factors—Methods at the National Research Council—
- MB-215 Model Tests of Yarrow 80-ft. Fishing Vessel
- LR-237 Analysis of a Cantilever Beam developing an Isoplastic Response under Impact at the Tip
- MK-2 Transfer-Function Discovery on the Pace Analogue Computer

Finland

Swedish Technique Science Academy in Finland

Influence of Essential Quantities on End Launching Condition

China

- 中国造船工程学会
中国造船 No. 1 1958
- " " 2 "
- " " 3 "
- " " 4 "
- " " 1 1959
- " " 2 "

India

Naval Architecture and Marine Engineering Society;

Indian Institute of Technology

Special Number

Norway

Ship Technique Research Institute

(Skipsteknisk Forskningsinstitutt)

- Nr. 3 Cylinder Wear in Marine Diesel Engine
 - Nr. 4 Economical Comparison between Diesel-driven and Steam-driven Ships
 - Nr. 6 Strain Gauge Measurement
 - Nr. 7 Welded Aluminum Construction of Ship
 - Nr. 8 Bracket—on strength and stiffness—
 - Nr. 9 Vibration of Ship Hull
 - Nr. 10 Influence of Marine Growth and Roughness upon Ship Resistance
 - Nr. 11 The Present Stand of High-Powered Marine Diesel Engine Installations
 - Nr. 12 Corrugated Bulkhead III
 - Nr. 13 Prevention of Marine Growth with Ultrasonic
 - Nr. 14 Corrosive Conditions and Materials for Sea Water Piping Systems—Materials on Copper Basis—
 - Nr. 15 Corrugated Bulkhead I
 - Nr. 16 Corrugated Bulkhead II
 - Nr. 17 The Protection of Ships Bottoms against Corrosion
 - Nr. 18 Shape of Superstructures, Funnel Heights and Downwash of Funnel Gases
 - Nr. 19 The Cylinder Wear in Two-Stroke Marine Diesel Engines
 - Nr. 20 Alternating Current for Auxiliary Machinery in Ships
 - Nr. 21 Corrosion on Welding Seams on Under-Water Hull
 - Nr. 22 Thermal Insulation of Refrigerated Space in Ships
 - Nr. 24 Experience with Controllable Pitch Propellers in the Nowegian Coastal Express
- S. F. I. Through Six Years 1951-1957
Strength of Corrugated Bulkheads (Abstracts of Nrs. 12, 15, 16 in English)

Institute for Atomic Energy Technique Research

Atomic Propulsion of Merchant Ships

—Short Progress Report for 1955 by the Kjeller Group for Study of Atomic Propulsion of Merchant Ships—

Italy

Istituto Nazionale per Studi ed Esperienze di Architettura Navale

La Linea I. T. T. C. 1957 (The New Correlation Method and Comparative Results of Towing and Propulsion Tests with the Model and Trial Results at Sea with the Real Ship)

England

North East Coast Institution of Engineers and

Shipbuilders

The Structural Weight Similarity of Ships

(Excerpt from the Institution Transactions, Vol. 72)

The Persons and Marine Engineering Turbine Research and Development

Progress Report for Year 1956

" 1957

" 1958

The British Shipbuilding Research Association

Journal Vol. 14 No. 1

" " " 2

" " " 3

" " " 4

The British Shipbuilding Research Association

Progress since 1950

The Organisation of British Shipbuilding Research Association

Sweden

The Swedish Shipbuilding Research Foundation

Nr. 5 Propeller Calculation according to the Vortex Theory—Examples and Diagrams

Nr. 7 Atomic Power for Ship Propulsion

Nr. 13 Stress and Motion Measurements on Ships at Sea

Acta Polytechnica Executive Committee; Mechanical Engineering Series

Vol. 3, Nr. 5 On the Transverse Strength of Tankers

Transaction of Chalmers University of Technology

Nr. 21 Ships' Proportions and Their Effect upon Stability

Nr. 25 Some Experiments with Models of High Speed Cargo Liners

Nr. 45 Application of Cruiser Stern to Marchant Vessels

Nr. 110 Some Experiment with Self-Propelled Model of Twin Screw Ships

—The Influence of Longitudinal Centre of Buoyancy on Resistance and Propulsion—

Nr. 123 Towing Tests with Ship Models at Different Angles relative to the Driven-Direction of the Carriage and Application of the Results to an International Maritime Case

Nr. 163 On the Hull Form of Modern Marchant Vessels

International Exchange Connexions

Publication of the Swedish State Shipbuilding Experimental Tank

Nr. 28 On Propeller Scale Effects

Nr. 29 Experiment with Tanker Models III

Nr. 30 Resistance Experiments with Divided Ship Models

(30 ページへつづく)

研究部会

研究部会の活動状況・概要について

第 31 研究部会

「プロペラ軸のクラック発生防止対策の研究」

昭和 31 年 4 月 1 日より研究を開始し本年 3 月 31 日全研究を終了し、5 月 31 日付を以つて運輸大臣宛に試験研究終了届出書を提出した。本研究結果は本年 12 月に日本造船研究協会報告 28 号として刊行する予定である。なお本研究の内容は (1) 光弾性実験 (2) 模型軸曲げ疲労試験 (3) 模型軸ねじり疲労試験 (4) 実船試験 (5) 解析の 5 項目に大別される。

第 37 研究部会

「超大型船の建造に際しての厚板の切欠脆性に関する研究」

昭和 32 年 4 月 1 日より研究を開始し、35 年 3 月 31 日全研究を終了する予定である。本研究部会の研究項目は次の通りである。

1. 厚板の切欠脆性に対する工業的判定基準の研究 (小型試験)
 - (1) 標準 V シャルピー試験
 - (2) ティッパー試験
 - (3) ファン・デア・ビーン試験
2. 破壊の伝播におよぼす板厚の影響 (中型、大型試験)
 - (1) 二重引張試験
 - (2) エッソー試験

第 38 研究部会

「超大型船の構造法に関する研究」

昭和 32 年 4 月 1 日より研究を開始し、35 年 12 月 31 日全研究を終了する予定である。

本研究部会の研究項目は次の通りである。

1. 荷油の運動による隔壁強度の研究
2. 隔壁パネルの防撓構造に関する研究
3. 横強度の研究 (模型実験及び実船実験)
4. ウィンダタンクの強度の研究
5. 縦通材の有効性に関する研究 (模型実験及び実船実験)
6. 二重張の有効性に関する研究
7. 不連続部の応力集中緩和構造に関する研究
8. 船体の横断面及び縦断面強度の研究

第 39 研究部会

「超大型船の建造に際しての厚板の溶接施工法に関する研究」

昭和 32 年 4 月 1 日より研究を開始し、35 年 6 月 30 日全研究を終了する予定である。本研究部会の研究項目は次の通りである。

1. 厚板の自動溶接施工法に関する研究
 - (1) 熔着金属の切欠靱性
 - (2) 自動溶接の亀裂防止
2. 厚板の手溶接施工法に関する研究
 - (1) 亀裂防止
 - (2) 突合接手の開先形式
3. 溶接々手の強度に関する研究
 - (1) 脆性破壊の伝播
 - (2) 調質鋼の強度
4. 厚板溶接々手の脆性破壊の発生と伝播に関する研究
 - (1) 残留応力及び溶接欠陥が脆性破壊の発生と伝播に及ぼす影響
 - (2) 軟鋼溶接部各部の脆性破壊伝播特性
 - (3) 調質鋼溶接々手の脆性破壊伝播特性
5. 厚板の現場溶接施工法の確立
 - (1) 厚板溶接部の剝離
6. 溶接々手の脆性破壊発生及び伝播に及ぼす溶接残留応力或は構造上の不連続の影響に関する研究
 - (1) 切欠形状が脆性破壊の発生と伝播に及ぼす影響に関する研究
 - (2) 溶接構造上の不連続性が脆性破壊の発生と伝播に及ぼす影響に関する研究
 - (3) 溶接による残留応力場における脆性破壊の伝播特性に関する研究
7. 厚板溶接々手における残留応力に関する研究
8. 厚板溶接々手の剝離発生機構に関する研究

昭和 32 年度研究 (1.2.3 項目) は本年 9 月、日本造船研究協会報告第 26 号として、また、33 年度研究 (4.5 項目) は本年 10 月に日本造船研究協会報告第 27 号として刊行する予定である。

第 41 研究部会

「超大型船の運航性能に関する研究」

昭和 33 年 4 月 1 日より研究を開始し、35 年 8 月 31 日全研究を終了する予定である。

本研究部会の研究項目は次の通りである。

1. 大型肥大船型の系統的模型試験
2. 双螺旋船の操縦性能の研究
3. 双螺旋船の推進性能の研究
4. 標準試運転

第 42 研究部会

「船舶の防蝕に関する研究」

昭和 33 年 4 月 1 日より研究を開始し、35 年 3 月 31 日一部の研究が終了する予定である。全研究の終了予定期

創立以来の研究部会

研究部 会番号	研 究 題 目	研究部 会番号	研 究 題 目
1	日聖丸実船試験成績と模型試験成績との比較研究	22	船舶用小型内燃機関等の使用材料の品質向上及び標準工作法に関する研究
2	船体構造と応力分布測定に関する研究	23	船舶の安全性向上に関する研究
3	国産造船用鋼材による熔接船体の信頼性向上に関する研究	24	実船航走時の強度試験
4	船体汚損による推進性能の研究・推進器翼汚損による推進性能の研究	25	船体における破壊の伝播及び防止対策の研究
5	わが国の造船工作に適した熔接技術確立の研究	26	船舶の不燃構造に関する研究
6	熔接性良好なる高張力鋼の研究	27	船舶の防蝕に関する研究
7	推進器翼の空洞現象、汚損及び腐蝕防止に関する研究	28	新型直流電動ウインチ試作研究
8	ディゼル機関の一体型クランク軸の強度に関する研究	29	船体用特殊鋼材の実験研究
9	タービン船の後進発停性能の研究	30	推進器翼強度の実測
10	実船航走時の強度試験	31	プロペラ軸のクラック発生防止対策の研究
11	上部構造の船体強度への影響に関する研究	32	熔接欠陥の非破壊検査による判定基準と熔接強度との関連性に関する研究
12	船体の熔接による変型並びに残留応力及び熔接構造法の研究	33	船体用特殊鋼板の研究
13	高温高圧蒸気用構造材料の研究	34	荒天における艦艀の性能研究
14	レーダーによる小物探知の研究	35	縦肋骨式構造の研究
15	大流量軸流循環水ポンプ腐蝕防止に関する研究	36	HT 60 厚板の熔接性及び加工性の研究
16	溶接船における船底凹損事故の原因の究明とその防止法に関する研究	37	超大型船の建造に際しての厚板の切欠脆性に関する研究
17	船舶の波浪中における復原性に関する研究	38	超大型船の構造法に関する研究
18	船体熔接における残留応力及び変型の軽減に関する研究	39	超大型船の建造に際しての厚板の熔接施工法に関する研究
19	熔接船体の脆性破壊の研究	40	東南アジア向け河川船舶に関する研究
20	船舶の陰極的防蝕法の研究	41	超大型船の運航性能に関する研究
21	船体用高張力鋼と熔接棒及び熔接法の研究	42	船体防蝕の研究
		43	海難防止に関する船舶の技術的研究
		44	実船航走時の波浪による甲板荷重の実験的研究

(27 ページよりつづく)

- Nr. 31 On the Influence of Form upon Skin Friction Resistance
- Nr. 32 A Short Account of the Establishment, Its Work, Equipment and Organisation
- Nr. 33 The Influence of Propeller Clearance and Rudder upon the Propulsive Characteristics
- Nr. 34 Seventh International Conference on Ship Hydrodynamics
- Nr. 35 Further Tests with Models of Coasters
- Nr. 36 Experiments with Tanker Models IV
- Nr. 37 Experiments with Tanker Models V
- Nr. 38 Systematic Tests with Models of Ship with δ pp=0.525
- Nr. 39 Systematic Tests with Models of Ship with δ pp=0.675 Part 1: Influence of Shape of Sections

- Nr. 40 Test with Geometrically Similar Models of the Victory Ship
- Nr. 41 Systematic Tests with Ship Models with δ pp=0.675 Part 2: Influence of Shape of Waterlines
- Nr. 42 Systematic Tests with Ship Models with δ pp=0.675 Part 3: Influence of Dimensions and Centre of Buoyancy
- Nr. 43 The Cavitation Laboratory of the Shipbuilding Experimental Tank
- Nr. 44 Systematic Tests with Ship Models with δ pp=0.600-0.750 Influence of δ pp at L/B=7.24

Holland
International Shipbuilding Progress
 No. 1~No. 57

日は未定である。本研究部会の研究項目は次の通りである。

1. 亜鉛の良否判定法の実験
2. 船底塗料浸漬試験
3. 建造船亜鉛取付状況の調査
4. 軟鋼の腐蝕疲労に及ぼす流電防蝕の影響
5. 油槽船タンク防蝕の研究
6. 船体防蝕に及ぼす航走の影響
7. 亜鉛板の取付個数に関する研究
8. 塗膜が鋼材の海中の疲労限度に及ぼす影響
9. 外部電源法による船体外板の防蝕実験
10. 燃料中の硫黄分による腐蝕防止に関する研究

研究項目 10. は特に本研究部会の中に小委員会を作り本年 9 月より文献調査、意見交換等を実施する予定である。

第 43 研究部会第 1 小委員会

「救命設備の改善に関する研究」

昭和 33 年 10 月 1 日より研究を開始し、36 年 3 月 31 日全研究を終了する予定である。

本小委員会の研究項目は次の通りである。

1. 膨張型いかだ
2. 簡易膨張型いかだ
3. レーダー・レフレクターの製作及び基礎実験
4. 携帯食糧の調査
5. 天幕付救命いかだの要件の決定、試作
6. 特殊型救命艇の調査（ニコール救命艇、ポリエステル救命艇）
7. 救命艇用主機関の調査
8. 救命艇の実験用モデルの製作
9. 漂流実験及び資料の解析
10. モデルによる復原性試験
11. 海洋におけるレーダー・レフレクターの効果確認試験
12. 携帯食糧の要件の決定、試作
13. 天幕付いかだの海洋における効果確認試験
14. 特殊型救命いかだの試作、海洋実験、復原性実験
15. 救命艇用主機の試作、海上運転
16. 救命艇の復原性試験

第 43 研究部会第 2 小委員会

「海難船舶の調査及び転覆機構の解明に関する研究」

昭和 33 年 10 月 1 日より研究を開始し、35 年 3 月 31 日全研究を終了する予定である。本小委員会の研究項目は次の通りである。

1. 海難統計、海難審判裁決録等資料の解析及び転覆に及ぼす因子（風、波、潮流、操舵、積荷等）の調査
2. 因子の船舶に及ぼす定量的な影響の研究
3. 船舶の保持する性能（復原性、操縦性等）の指示、

算出等の方法の研究

4. 転覆の機構の解明とその対策の研究

なお、第 43 研究部会は第 1 小委員会、第 2 小委員会とも日本海難防止協会からの委託研究である。

第 44 研究部会

「実船航走時の波浪による甲板荷重の実験的研究」

昭和 34 年 4 月 1 日より研究を開始し、一応 35 年 12 月 31 日までに「波浪による衝撃的外力の研究」を終了する予定であるが、当協会としては更に継続して研究したい計画を持っている。なお本研究の目的、内容の概要は次の通りである。

目的

最近船舶の高速化に伴い、荒天中を実船が航走する場合に船首、船尾等の部分に波をかぶり、その衝撃的水圧によつて、船首楼甲板、上甲板、あるいはタンカーの場合は船首楼甲板が凹入を生じ損傷する事故が屢々生じている。しかし、この水圧による外力の値は実船については現在までに測定された例が全くなく、従つて、この損傷を防ぐために船首楼等の甲板をどの程度補強すべきかわからない。この衝撃的水圧により損傷を防止するためには、現在まで未知である外力の値を知ることが必要である。この水圧は瞬間的には相当大きい値に達すると考えられ、実際の設計にはこの水圧の統計的な計測が必要である。本研究はこれら甲板上の水圧を長期間にわたつて統計的に計測する。またこれと併行して船体のピッチングの計測、航走中における船体応力の計測を統計的に求め、上記の衝撃的水圧との関係について調査する必要がある。

内容

航走中に実船が船首部に波をかぶつた場合、その衝撃的水圧により、最も損傷をうける船首楼甲板、上甲板、およびタンカーの場合は船尾楼甲板上等で水圧を調査する。

特にこの水圧は瞬間的な最大値ではなく統計的な圧力頻度分布を求めてその結果から実船に対する補強方法を検討する。また、同時に航走中における船体のピッチング、波浪による船体応力等を統計的に調査して、船の運動、船体応力等と上記の甲板上の衝撃的水圧との関係を調査する。試験研究の方法としては航路として数種類を選び実船によつて実験を行う。各航路の船について船首楼甲板、上甲板および一部の船で船尾楼甲板上に水圧計を配置し波による外力の甲板に垂直方向の圧力の統計的頻度分布を測定する。また併行して船体のピッチング、波浪による船体応力等を統計的に計測する。

以上の統計的資料に基づいて理論的解析を行い、設計資料および最良構造法の決定を行う。

行 事 表

(昭和 34 年 4 月～6 月)

4 月 1 日	第 39 研究部会	5 月 15 日	第 23 研究部会第 3 小委員会
4 月 3 日	第 38 研究部会	5 月 19 日	第 42 研究部会
4 月 9 日	第 23 研究部会第 3 小委員会	5 月 20 日	第 43 研究部会第 2 小委員会
4 月 14 日	第 43 研究部会第 1 小委員会	5 月 25 日	第 8 期年度定時総会
4 月 17 日	第 82 回技術委員会	5 月 25 日	第 28 回理事会
4 月 20 日	第 43 研究部会第 1 小委員会	5 月 27 日	第 43 研究部会第 1 小委員会
4 月 22 日	第 43 研究部会第 2 小委員会	5 月 27 日	第 23 研究部会第 3 小委員会
4 月 27 日	第 53 回常任理事会	5 月 31 日	第 31 研究部会
4 月 28 日	第 43 研究部会第 1 小委員会	6 月 9 日	第 43 研究部会第 1 小委員会
4 月 30 日	第 43 研究部会第 2 小委員会	6 月 10 日	第 41 研究部会
5 月 1 日	第 43 研究部会第 1 小委員会	6 月 11 日	第 43 研究部会第 2 小委員会
5 月 1 日	第 23 研究部会第 1 小委員会	6 月 12 日	第 43 研究部会第 2 小委員会
5 月 6 日	第 17 研究部会	6 月 18 日	第 43 研究部会第 1 小委員会
5 月 8 日	第 83 回技術委員会	6 月 19 日	第 43 研究部会第 1 小委員会
5 月 8 日	第 43 研究部会第 2 小委員会	6 月 20 日	第 39 研究部会
5 月 14 日	第 37 研究部会	6 月 26 日	第 43 研究部会第 1 小委員会

昭和 34 年 7 月 25 日印刷

昭和 34 年 7 月 31 日発行

造 船 研 究

Vol. 1, No. 1

発行所 社団法人日本造船研究協会

発行人 出 淵 巽
東京都中央区京橋 1ノ2
セントラルビル 電話 (28) 1409

印刷所 松 本 印 刷 所
電 話 (34) 4 8 5 3