

(昭和 22 年 5 月 18 日造船協會講演會春季講演會に於て講演)

合成樹脂を應用する木船虫害防除方策に就て

(第 1 報)

正 員 理學士 馬 渡 靜 夫*

准 員 香 川 忠 夫**

Abstract

A New Method of protecting Wood against Marine Borers.

By Shizuo Mawatari, *Rigakushi, Member.* and Tadao Kagawa, *Associate Member.*

During the last five years the authors have supervised 11 series of exposure tests, ranging from 6 to 25 months, of Japanese cedar samples tested in various ways to prevent attack by marine borers. Some of the new methods were applied to more than 20 ships sailing to the southern seas, but unfortunately most of them were lost or destroyed before adequate tests could be completed.

Protective methods generally in use for saving wooden ships from borers are either chemical or mechanical. The chemical method kills the borers by painting or injecting preservatives or toxicants into the wood. The mechanical method prevents borers from reaching the timber by sheathing it with sheet metal or specially treated fabric. Observation of exposure tests on materials treated by these two methods have given the following results:

1) Painting the exposed surface with a chemical substance harmful or disagreeable to marine borers such as copper paint, is commonly practiced as the most effective and practical method in use at present. This method is not permanent because the protective substance either gradually leaches out, or the coating itself is destroyed by abrasion in a very short time. Subsequently frequent docking and renewal are necessary.

2) Sheathing the bottom with an outer board with an intervening layer of tar paper has been considered resistant, but their experiments show it quite ineffective against both ship-worms and boring crustaceans over a two year period.

3) Impregnating the wood with preservatives and toxicants is considered better than coating, but the large amounts of impregnants necessary, and the increase of weight to the ship are undesirable.

4) So far as the weight is concerned, sheathing the bottom of a ship with thin wood impregnated with creosote or copper hydroxide is better than injecting the hull itself. But the impregnated boards lengthen the life of the ship only until the injected toxicants leach out of the thin wood, which is usually within a year.

No chemical method depending on toxicity lasts over one or two years.

Next they tested various methods of applying soluble urine resin compounds, which may be so treated as to make a hard, insoluble outside layer, giving mechanical as well as chemical protection. Results were obtained as follows:

* 資源科學研究所員

** 横濱ヨット工作所研究係長

1) Test pieces painted with urine resin compounds were not attacked by the borers after one and one half years, and after two years the test pieces were attacked slightly only at one corner where the coating abraded. The method is more effective than painting with copper.

2) The two year tests of an intervening layer of urine resin compounds give complete protection against the borers. Veneer plates with two or three protective layers of urine resin compounds may be applicable for the outer protective boards of ship.

3) Samples sheathed with thin boards injected with urine resin compounds lasted two years against borers.

4) Another important result of this method is the waterproof quality imparted to the wood itself. The weight of samples after two years test in the sea showed only 10-20% increase remarkably lower than that of the other methods which allow sometimes up to 120% increase in weight.

1. 緒 言

我國の木船がフナクイムシ及びキクイムシによつて喰害されるために生ずる損失は極めて大きいにかゝわらず、その防除に関する研究は遅々として進まなかつたが、今次の戦争を契機として漸くこの問題の重要性が認められ、各方面に於て活潑な研究が行われた。

筆者等も 1942 年以來この研究に着手し、以來短きは 6 ヶ月長きは 2 ヶ年に亙る前後 11 回の浸漬實驗を行つて、最近一應の結果を得たのでこゝに報告する次第である。

試作品の浸漬は主として横濱市鶴見區日本鋼管構内岸壁及び千葉縣小湊町水産講習所附屬臨海實驗場内水槽に於て行い、一部は千葉縣太海村地先、吳軍港、佐世保軍港及びトラック島に於ても行つた。又實際試驗としては上陸用舟艇約 20 隻、魚雷艇 6 隻及び 300 噸合板船 3 隻に諸種の處理を施した。しかし浸漬試驗標本の流失は 3 回に及び、試験船は全滅し、軍港關係の結果は焼失し豫期の結果を知り得なかつた部分が甚だ多く、従つて今回の報告は筆者等の意にみたぬ點が少くない。殊に我々の目的とした所は早急に有效な處理法を見出して實際に施行するにあつたがために、詳細な理論的系統的研究を取立てて避けた。この方面に就いては今年度より新たに研究計畫をたてて着手することとしている。

本文に入るに先だち、各種の援助を賜つた資源科學研究所岡田彌一郎博士、茅ヶ崎製作所長千葉四郎氏、同研究部中川毅陸氏、半井勇造氏、日本油化株式會社唐澤武雄氏、小湊實驗場猪野 峻氏に對して深く謝意を表し、又後半期に補助を與えられた日本學術振興會第 22 特別委員會、及び多くの示唆を與えられた全科技連研究隣組各位に對し感謝する次第である。

2. 防除方策の生物學的基礎

一般に或る生物による害を防除するためには、その生物自身の生物學的知識を正確に把握して置かねばならぬことは言うまでもない。今ここに木船を喰害するフナクイムシ、キクイムシ等の生理及び生態を要約すると次の諸點となる。

- 1 幼蟲は木材以外の物體にでも附着し得るが、木材以外の物を喰害することはない。
- 2 木材に穿孔するのは専ら介殼及び口器の機械的運動による。
- 3 穿孔によつて生じた木層は消化管を通過し、蟲は之によつてその榮養を保つている。
- 4 フナイヒムシはその侵入した木材の近くに他の木材があつてもその中間にわずかの空間がある場合それを越えて他の木材に喰入ることが出来ない。

以上の諸點を基礎として従來行われている諸種の防除法を再検討し、その長短を知ることは防除方策の方向を

* 資源科學研究所第二研究部業績第 108

木船虫害防除に関する研究 (Studies on the conservation of wooden ships against marine borers).
第 2

決定する意味に於て重要である。よつて我々は先ず此に對して幾つかの豫備實驗を行つた。

3. 塗料に對する豫備實驗

木船船底を塗裝することはあらゆる場合に行われ、その有毒成分として銅化合物が重用されていることは周知の事實である。塗裝は實際施行上最も簡便であり、理論的に言つても船底の全面を木材と異なる物質で被覆するのであるから、加害動物の最も幼弱な時期に之を防除することが出来るわけである。しかし實際問題として塗裝は必ず或る時間後には剝落し去つて、その後には無防備の木材面が露出する。従つて塗裝は塗膜が完全な限り極めて有効である代り、剝落による露出が時間の経過と共に増大するという點で極めて不安定な危険率の高い方法であり、その缺陷を補うには少くとも年二回の塗換を必要とする。従つて先ず剝落しない塗料を探求せねばならないこととなるが、一體剝落の原因は何であるるか。

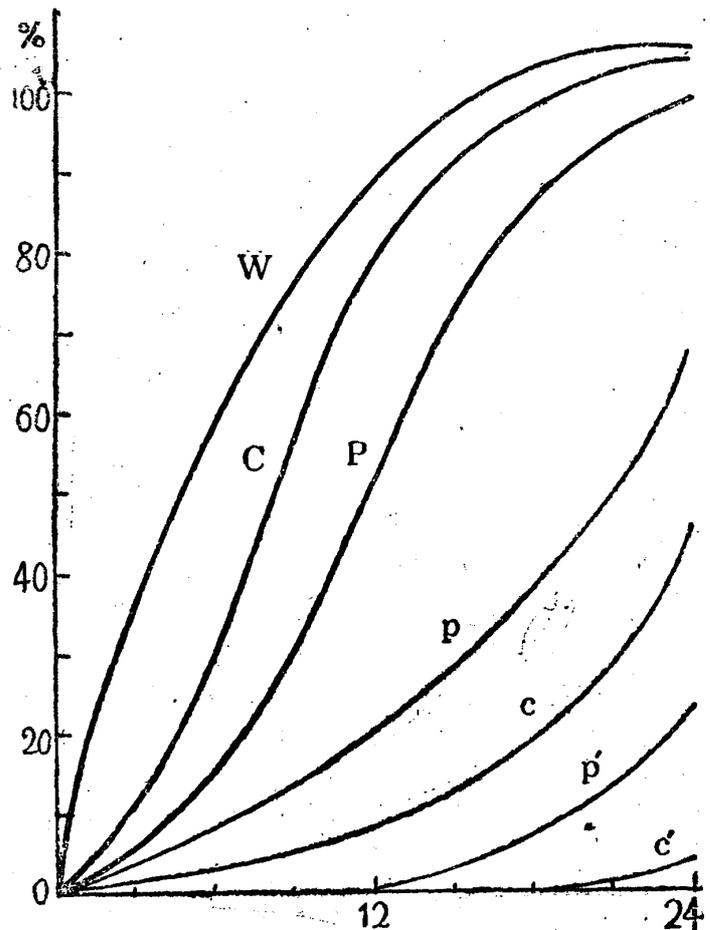
船體が航行による急激な水流に洗われ振動やひずみによつて動かされ、波浪や他の物體によつて衝撃をうけることは最も明かな剝落の原因であるが、今一つ重要な原因は塗膜自身の膨潤現象である。塗料を構成する油ワニス及び顔料が吸水性及び透水性を有することは周知のことであるが、そのために塗膜は膨潤して結

合力を減じ、これを透過した水は木材を膨脹せしめて剝落を容易にする。従つて従來の組成を以て製作された塗料を用いる限りこの防止の望みはうすい。しかも従來行われて來た毒物によつて防除しようという考えを基礎として塗料を構成する場合、この缺陷は寧ろ増大するようである。即ち塗膜内の毒物が附着する幼蟲に觸れて之を殺し、又は穿孔する成蟲の消化管に入つて之を殺すためには、少くとも水溶性でなくてはならぬ。易溶性の毒物は強力であるがその効力は急低下し、効力の永續性を志せば難溶性の毒物となつてその殺蟲力が減ずるといふ矛盾の外に、難易にかゝらず或程度の水溶性を有する以上時間の経過と共に吸水と溶出による効力の減退を絶対に避け得られぬという根本的な矛盾を克服することは出来ない様である。この意味に於て若し塗膜が剝落せねば無毒の塗料であつても剝落し易い有毒塗料よりも防除効果が大きい可能性がある。筆者等の得た結果の一例を第1圖に示した。

塗裝した木材の吸水による重量の増加を見ると (C, P) その吸水する早さは無塗裝の素材 (W) にやゝ劣るが結局は大差はない。又之を剝離しやすい外海に浸漬した場合 (c', p') と、剝落のおそれのない水槽中に浸漬した場合 (c, p') とを比べると、前者の喰害は明かに後者のそれより甚しい。そしてこゝで注目すべきは有毒塗料として最も有効だと考えられている銅ペイント塗裝片を外海に浸漬した場合 (c) の方が、無毒塗料塗裝片を水槽に浸漬した場合 (p') よりも喰害率が高いという點である。

この結果から見れば防除効果を左右するものは有毒物質の有無強弱よりも塗膜の剝落の有無であることは明か

第 1 圖



である。筆者等はこゝに於て毒物による防除方を避け別の方策をとることとした。

4. 中間層處理に對する豫備實驗

現在木船の浸水部分に厚さ2.5 ㎝程度の杉の包板を張る方法が廣く用いられている。之は第2章第4に記した生態學的事實を應用し喰害を包板に止めそれ以上船體へ侵入することを防ごうとするものであるが、現實の施工狀況を見ると、包板と船體との間に必要なだけの空間を置くことは困難であるため、單に包板をそのまま釘で裝着するか、或はコールタールを塗裝した上に包板を裝着するかの方法を執つている。

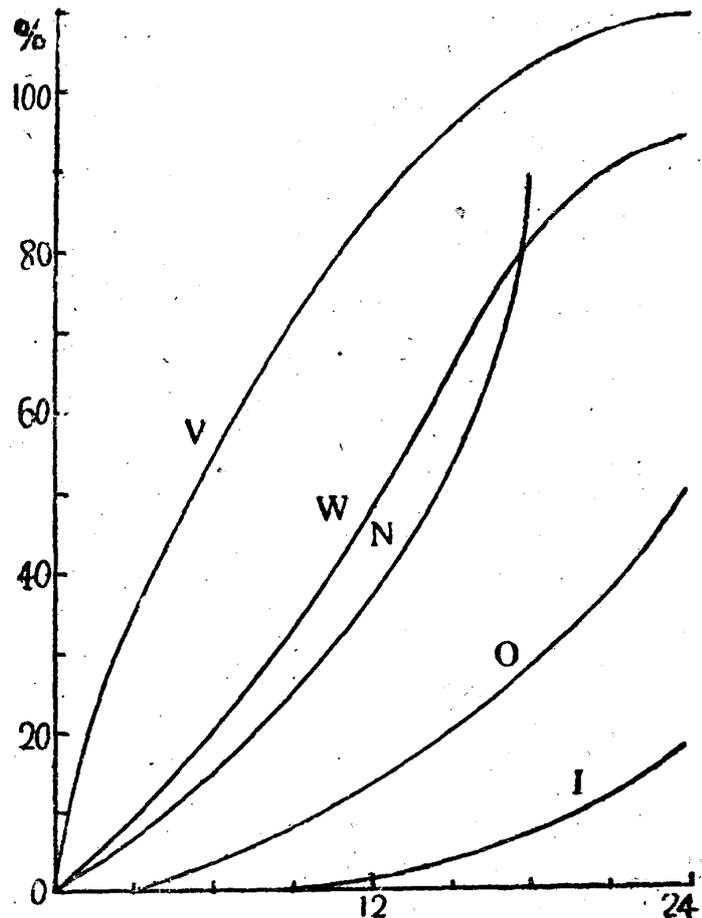
單に包板を重ねた場合、包板を喰害したフナクイムシ成蟲が容易に内板に貫通して行くことは既に大島泰雄氏の報告がある。コールタール塗裝の無効なことも猪野峻氏の報告があるが、筆者等もこれを追試して第2圖の如き結果を得た。水は包板を透しコールタール層を通過して内板に容易に浸入し、蟲も亦或る期間後にはこの層を貫通して内板に喰入る。圖に見る如く包板が完全にその使命を果し得るのは約9ヶ月間であるから、この方法によつて内板の喰害を未然に防ごうとするには頻りに之を更新するか、包板の厚さを増して内板に喰入るまでの期間をのばすかの二法しかなく、その何れも木材の浪費は甚しい。殊に2ヶ年後には内

板の断面喰害率が20%に近くなり船體強度の危険線を越すが、この様な狀況は有害性を確信されているクレオソート、コッパーペイントでも見られ、筆者等は一般に信じられている有毒塗膜の効果に就いては懐疑的な態度を持たざるを得なかつた。

5. 注入に對する豫備實驗

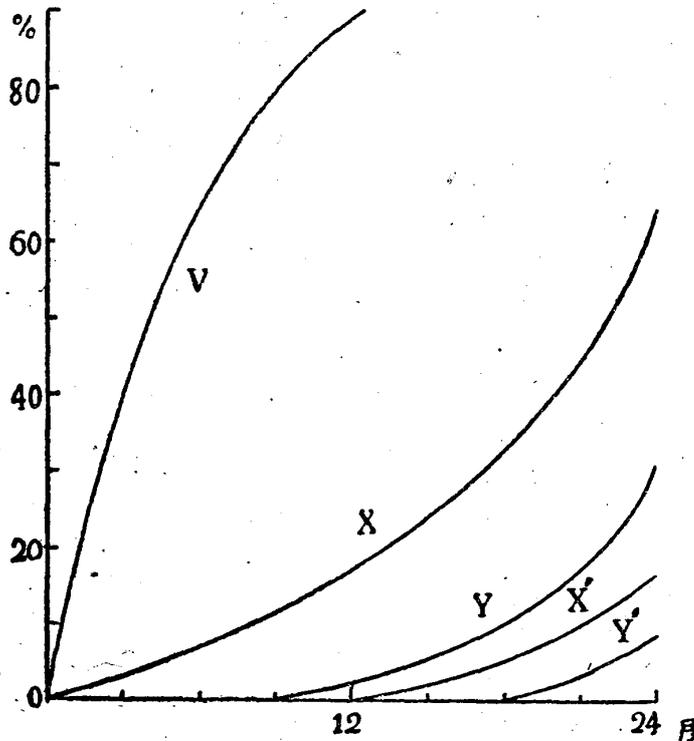
塗料が極めて剝げ易く、且つその剝落が塗料自身の構成に原因を持ち、又船の航行に伴う外的原因も之を避けることが困難である以上その効果が専らその塗膜の永續にかゝることは前述したが、之を解決するためには塗料乃至はその毒成分を木材内部に注入することが考えられる。純粹に防蟲効果を考える場合今後には塗裝による方法より注入による方法へと進むべきであるという議論は、日本學術振興會第22特別委員會に於ても壓倒的であつた。筆者等もこれに賛意を表するものであるが、この方法に於ても注入される物が水溶性の毒物を主眼とする場合、果してその効果は永續的であり得るかという點に疑問を抱いた。このために行つた實驗結果を圖示すると第3圖の如くである。即ち最も古くから有毒物質として防蟲効果の確認されているクレオソートを用い、之を厚さ2mm及び10mmの板に注入し之で杉材片を包んで浸漬し、2ヶ年間その狀況を觀察した。しかるに同一率で注入した二枚の板の中2mmのものゝ防蟲効果は1ヶ年を越すと限界點に達し、10mmのものはそれに

第2圖



半年おくれば同様な限界點に達する。この事はクレオソートの毒性が時間の経過に伴つて吸水するにつれて水中に溶出急低下して行くことを示す。即ち注入された毒物は板の表面から順次溶出し内方に向つて濃度の傾斜が

第 3 圖



こゝに於て第2章の第2項を回顧する必要がある。フナクイムシもキクイムシもその穿孔は介殻及び口器の摩擦乃至打撃によつて行われるものであるならば、これ等のものが穿ち得るものは此等のものよりも硬さの劣るものでなくてはならぬ。船用材たる杉板が喰害されることは一面に於てはその硬度が介殻及び口器よりも低くしかも之が吸水膨潤によつて急速に軟化することを示しているとも言える。従つて硬度の高い木材ならば喰害を受けぬであろうし、又硬度の高い塗膜を以て覆うか、木材を處理して硬化し得るならば防除のことも目的を達し得る筈であると考えられる。

事實南洋地方の様な強力な穿孔動物の多産する所でも材質中に珪酸を多量にふくむカジュー、ナニ、グリンウッド等の如き木材は長期間の浸漬に耐え又その地方に於ては防除のためにアスファルト、石灰等の如き硬い表面を興えるものを厚く塗つて用い、又歐米に於ても棧橋等の脚部をコンクリート、金屬板等で包むことが行われ我國に於ても同様な方法を以て防除効果をあげている例がある。

若し適當な硬度を得る塗料が得られれば、之は毒性を發揮する要がないから膨潤性を有する必要はなく、従つて剝落の最大原因の一を矛盾なく除去することが出來てその永續性は増すであろうし、之を包板の下に中間層處理として用いれば内板は殆ど完全に防蝕し得られ、又之を注入すれば木材の厚薄による效力差はなくなり従つて薄板を用いる場合にはその注入量を節約することが出來るであろうと思われる。

筆者等は毒物による防除試験に度々失敗した經驗よりして從來研究對象として殆ど取扱われていない此の硬度による防除方案に力を注いだ。

7. 木材の吸水問題

前記の諸章に於て筆者等は防除効果と關連して常に木材の吸水による重量増加の割合を問題として來た。

從來船底處理方法の研究が行われる場合に、殆ど吸水の問題が取扱われなかつたことはすこぶる不思議な事であつたと言つてよい。吸湿吸水の問題は陸上の木造建造物に就いては古くから問題とされ、建築用材の腐朽が吸湿をその根本原因とすることが明かにされている。木船に於ても船體の吸水は同様に腐朽の原因となるのみでなく、そのために起る用材の膨脹は船體組立の弛緩の原因となり、金屬釘を腐蝕し、強度を減じ、特に上架によつ

來、先ず最も重要な外表面が毒性を失い無防備となつて害蟲の侵入を許すことになり、之が次第に内部に及ぶのである。従つて注入毒物の効果を永續させるためには注入すべき木材は厚い程よく、當然の結果として注入物質は極めて多量とならざるを得ない。この事は注入法の一つの矛盾であり、しかもなお效力の漸減を避け得られぬ點は注目を要する。特にこの方法は航行の必要上船體重量の増加を好まぬ木造船には不適當であつて、この點は棧橋等の場合と同一視することは不可である。

6. 毒物によらぬ防除の可能性

以上の小實驗によつて毒物による防除が必ずしも完全でないことを明かにしたが、しからば毒物を用いないで防除することは出来るであろうか。

時々空气中に乾燥される場合等乾濕による収縮膨脹の繰返しによつてける船體の弛緩は甚しく、種々の不都合の因となる。その上吸水によつて船體の重量は約2倍にも達するから速度の減少、燃料の増加は免れず、寧ろ吸水による被害は明かに目には見えぬけれども却つて喰害を凌駕するとも思われる。

従つて船底處理の問題は防蝕と共に防水をかね得ることが望ましい。

8. 實驗の經過概要

筆者等は上記のような批判分析と平行してその實證を得るために次表に示す實驗を行ひに當つて處理前の素材の表面積、體積、重量を計り、之に各種の防蝕處理を施して海中に投入する際再び重量をはかつて處理によりて増加した重量を算出し、一定時日後引上の際には表面の附着物を掻き落とし水を拭き去つて三度重量を計り、之によつて浸水による重量の増加を記録した。

實驗經過概要

回	投入月日	引上月日	浸水期間	實驗場所	實驗内容	結果
1	'42 VII 25	'43 VIII 10	約13ヶ月	鶴見岸壁	素材, 塗裝, 包板, 中間層, 合板	流失
2	'42 IX 23	'43 X 3	12	"	注入, 合板	
3	'42 XII 25	'44 I 25	13	"	塗裝, 包板, 中間層	
4	'43 V 25	'43 VI 25	6	"	塗裝	
5	'43 V 25	'44 VI 1	12	"	注入	
6	'43 VII 2	'44 I 25	7	"	素材	
7	'44 V 10	'44 VIII 1	6	太海村	素材, 注入, 塗裝, 包板	流失
8	'44 X 26	'45 VIII 15	10	鶴見岸壁	素材, 塗料, 注入, 中間層, 合板	流失
9	'45 III 5	'45 XI 18	9	小湊水槽	素材, 塗料, 注入, 中間層, 合板	
10	'45 III 5	'47 IV 5	25	"	塗料, 注入, 中間層	
11	'45 XI 18	'47 IV 5	17	"	塗料, 中間層	

備考 流失したものの引上月日は最終回調査の日附を以て之れ當てた。

又その蝕害程度を表わすためには、引上後浸漬片の木理に直角な數個の断面をつくり、それに現われた蝕孔の數を算え、且つその孔の面積を算出して全断面積との百分比をとつて断面喰害率とした。

浸漬期間中にも一定時日後の重量と侵入した蝕の呼吸用に伸出する水管の數とは順次に計つて之を以て蝕害進行の指標とした。

行つた實驗は素材 16 種、塗料 25 種、注入 23 種、包板 13 種、中間處理 14 種、合板 11 種であつて之を數回繰返したが、その詳細の記録は日本學術振興會第 22 特別委員會報告及び資源科學研究彙報にゆづり、次にはその一部を記すに止める。

9. 塗裝實驗の結果の一例

塗料	重量 gr.			重量増加 gr.			2年浸水後断面積 10 cm ² 當り		断面剝離率
	處理前	處理後	2年浸水後	處理による	吸水による	合計	蝕害孔數	蝕害面積	
コーラール	148.5	169.6	312.2	21.2	142.6	163.7	76	8.3	100
クレオソート	151.2	161.2	329.9	10.0	168.7	178.7	25	3.1	100
無毒ペイント	146.8	161.1	302.6	14.3	141.5	155.8	18	2.3	10
コッパーペイント	149.1	165.3	318.4	17.2	152.1	169.3	1.5	0.4	3
硫酸銅苛性ソーダ	150.7	155.7	312.1	5.0	156.4	161.4	21	2.8	?
硫酸ソーダ, 亜鉛華	152.7	176.4	322.9	23.7	146.5	170.2	22	2.6	15
「油化」塗料	143.4	161.6	256.9	18.2	95.3	113.5	11	1.3	10
ビニローズ	155.2	167.1	213.7	11.9	46.6	58.5	6	0.9	3

ユカローズ	146.5	159.9	208.0	13.4	48.1	61.5	4	0.8	3
合成樹脂接着劑	151.9	172.2	195.6	20.3	23.4	43.7	0.5	0.1	1

- 備考 1) 硫酸銅、苛性ソーダとは硫酸銅 10% 液を塗布後苛性ソーダ 5% 液を塗布し、水酸化銅を沈着せしめたもの。
- 2) 「油化」塗料とは日本油化株式會社に依頼した試作品で松根油残渣を主成分とする。
- 3) ビニローズ、ユカローズは何れも硝酸纖維素塗料で夫々茅ヶ崎製作所及日本油化株式會社の試作品である。
- 4) 標本は 10×15×3 cm の杉材を用いた。以下特記せぬものはすべて同寸法である。

以上の中コッパーペイント、珪酸曹達・亜鉛華、油化塗料、ビニローズ、ユカローズ、合成樹脂接着劑の六種は1年浸水で全く蝕害を受けなかつたものである。この事は従來の實驗が殆んど1年間の結果を以て效力の判定をしていた事に對する反省を要求するものと思われ、今後の防蝕處理は數年間その效力を保ち得る様なものを探求え向わねばならないことを示唆するものである。

又蝕害の多少が塗料の剝離に關係あることもほぼこの結果によつて推測される。

10. 中間層處理實驗の結果

中間層	内板重量 gr.		吸水による重量増加	2年浸水後、斷面積 10 cm ² 當り			
	處理前	2年浸水後		包板蝕害孔數	包板蝕害面積	内板蝕害孔數	内板蝕害面積
コーラルタール	153.7	301.1	147.4	54	7.8	21	4.8
コッパーペイント	164.2	304.9	140.7	59	8.5	17	3.5
クレオソート	161.5	327.3	165.8	49	7.6	24	3.9
硫酸銅、苛性ソーダ	177.3	348.2	170.9	67	8.2	23	4.1
「油化」塗料	155.5	288.1	131.6	58	6.7	13	2.7
ビニローズ	151.9	193.4	41.5	62	6.9	6	1.4
ユカローズ	170.4	213.2	42.8	71	7.3	6	1.1
合成樹脂接着劑	168.4	195.5	27.1	63	8.4	0	0

備考 1) 杉材 15×10×3 cm を内板とし、その裏面に處理藥品を塗り之を 2 mm 厚さの無處理のブナ包板を以て覆うた。

この内1ヶ年後に内板が全く被害をうけなかつたのはコッパーペイント、ビニローズ、ユカローズ、合成樹脂接着劑の4種であつた。

11. 注入實驗の結果

藥劑	重量 gr.			重量増加			2年浸水後斷面積 10 cm ² 當り	
	處理前	注入後	2年浸水後	處理による	吸水による	合計	蝕害孔數	蝕害面積
コーラルタール	158.1	271.8	392.0	113.7	120.2	233.9	22	3.1
クレオソート	142.3	221.7	321.2	79.4	99.5	178.9	0.3	0.1
硫酸銅、苛性ソーダ	147.9	206.7	328.3	58.8	121.6	180.4	0	0
コッパーペイント	161.4	263.8	361.0	102.4	97.2	199.6	0	0
ビニローズ	167.9	246.9	268.2	79.0	21.3	100.3	0	0
鱧油	157.7	252.0	365.1	94.3	113.1	207.4	6	1.1
クレゾール	151.8	240.9	339.4	89.1	98.5	187.6	61	8.7
合成樹脂接着劑	148.8	259.3	269.5	110.5	10.2	120.7	0	0

注入が塗装や中間層処理よりも效力の大なることがよくわかるが、そのために重量が重くなり過ぎる缺點がある。1年目の成績ではコールタールとクレゾールを除く他全部が無被害であつた。クレオソート及び鱈油は注入量を増加することによつて防蝕性を増すことが出来るが、次第に流失して行く以上遠からずその效力を失うものと考えられる。

12. 包板注入実験の結果

木船の船體そのものに注入すればその效力の永續を望み得るかわり、薬液量が莫大となり重量増加も著しくなる。この矛盾を解決するために、薄板に注入した上之を防蝕包板として船底外部にはりつける方法が考えられる。これによれば重量も軽く、剥落のおそれもない點で兩者の長所を兼ね短所をすてたものといつてよい。

包板	重量			重量増加			2年浸水後断面積 10cm ² 當り			
	處理前	包板帖附後	2年浸水後	處理による	吸水による	合計	包板孔數	同喰害面積	内板孔數	同喰害面積
銅板 0.3mm	401	986	135.8	585	372	957	0	0	0	0
セルロイド板 1mm	387	531	702	144	191	335	0	0	0	0
コールタール注入板	162.5	199.7	321.7	37.2	122.0	159.2	65	6.6	29	4.7
クレオソート注入板	176.3	206.8	355.0	30.5	148.2	178.7	51	4.2	13	2.1
硫酸銅注入板	148.9	177.5	318.9	28.6	141.4	170.0	43	3.5	8	1.4
コッパーペイント注入板	153.0	191.5	304.9	38.5	113.4	151.9	4	0.1	3	0.4
ビニロース注入板	159.7	197.3	226.8	37.6	29.5	67.1	0	0	0	0
合成樹脂接着劑注入板	163.1	202.9	213.2	39.8	10.3	50.1	0	0	0	0
鱈油注入板	170.5	204.7	307.4	34.2	102.7	136.9	39	2.2	16	1.9

備考 1) 銅板、セルロイド板は 3×10×3 cm の杉板を内板とし、他は 15×10×3 cm の杉板を内板とした。

2) 銅板、セルロイド板はその取付の隙間より海水が浸入したため吸水による重量増加が大であつた。

1年間無被害のものは銅板、セルロイド板、クレオソート注入板、硫酸銅注入板、コッパーペイント注入板、ビニロース注入板、合成樹脂接着劑注入板であつた。

13. 合板處理實驗の結果

近年合板船の製作がようやく具體化し來つたが、之は木材利用率の高いこと、船體強度の大なることで將來益々使用されるであろうと思われる。筆者等が合成樹脂接着劑を選んで防蝕處理を試みた意味の一半は合板船製作の合理化にあつた。次にその結果を記すと

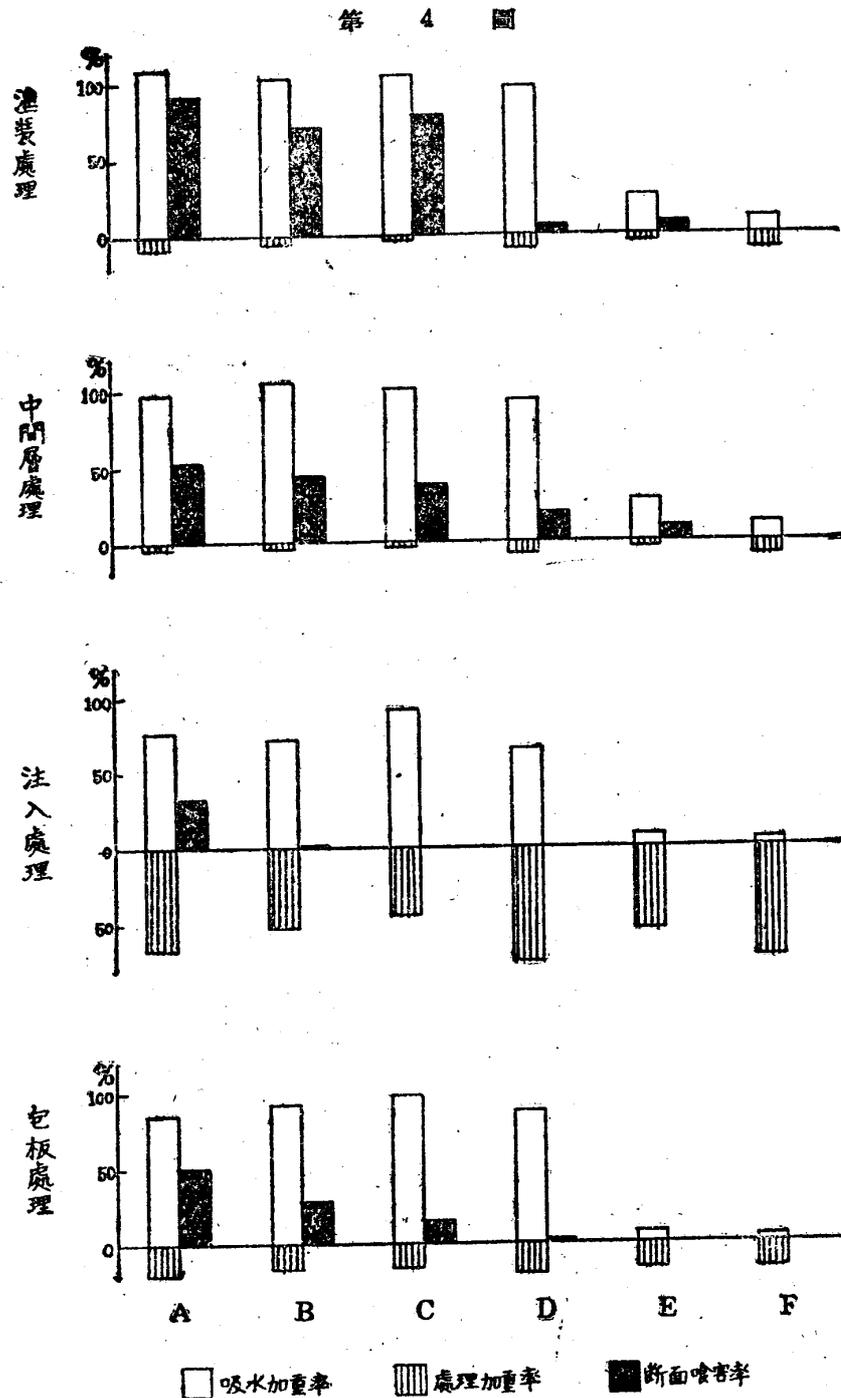
外側板	浸水時重量gr.	2年浸水後重量	吸水による重量増加	断面積 10cm ² 2年浸水後	
				内板喰孔數	内板喰害面積
クソゾール注入板	83	146	58	18	2.0
硫酸銅注入板	95	160	65	1	0.1
ベークライト注入板	142	147	5	0	0
合成樹脂接着劑注入板	137	143	6	0	0
鱈油注入板	109	151	42	3	0.5

備考 1) 三枚合せとし 10×20×0.5 cm とする。接着はカイゼインを用いた。

即ち合板船製作の際適當な外側板を選び之を合成樹脂接着劑を用いて接着し合板をつくとすれば塗装も包板も不用な耐水耐蝕性の船體をつくる可能性がある。

14. 結 語

以上述べた諸實驗結果を要約して圖に示すと第4圖を得る。之によつて合成樹脂接着劑の優秀な防蝕力と之に



伴う防水性を知らることが出来る。

本研究は早急に應用すべき目的を以てなされたために、合成樹脂各種に就ての系統的比較研究にまで着手し得なかつたが、本年度より之に着手して最も實用的な組成のものを知りたいと希望している。

15. 参照した主要な文献

Atwood, W. G. 1922 Marine borers. Am. Soc. Civil. Eng. Proc., 48, pp. 1408—1424, 7 figs.
 Atwood, W. G. and Johnson, A. A. 1924. Marine structures, their deterioration and preservation. Report of the committee on marine piling investigations of the division of engineering and industrial research of the National Research Council, 534 pp., 168 figs.
 Barrows, A. L. 1917. An unusual extension of the shipworm in San Francisco Bay, California. Univ. Calif. Publ. Zool., 18, pp. 27—43.
 Blum, H. F. 1922. On the effect of low salinity on *Teredo navalis*. Univ. Calif. Publ. Zool.,

- 22, pp. 349—368, 4 fgs.
- Calm n, W. T. 1919. Marine boring animals injurious to submerged structures. Brit. Mus. Nat Hist., Econ. Ser., 10, 35 pp., 21 figs.
- Christian, E. S. 1915. Destruction of timber by marine borers. Railw. Age, 58, pp. 162—163.
- Dore, W. H. and Miller, R. C. 1923. The digestion of wood by *Teredo navalis*. Univ. Calif. Publ. Zool., 22, pp. 383—400, pl. 18.
- Gardner, H. A. 1923. Marine borer paints. Paint Mfrs. Assoc. U. S., Tech. Circ., 176, pp. 217—219, 8 figs.
- Harrington, C. R. 1921. A note on the physiology of the shipworm (*Teredo norvegica*). Biochem. Journ., 15, pp. 736—741, 1 fig.
- Hill, C. L. and Kofoid, C. A. 1927. Marine borers and their relation to marine construction on the Pacific coast. Final report of the San Francisco Bay Marine Piling Committee, 357 pp., 143 figs.
- 今井丈夫, 畑中正吉, 橋本正雄 1944. 穿孔期の船喰蟲幼蟲に関する二, 三の觀察. 科學, 14, 285—386 頁.
- 岩佐正夫 1943. 船喰蟲に関する動物學的研究綜合抄録
- Kofoid, C. A. 1921. The marine borers of the San Francisco Bay region. Report on the San Francisco Bay Marine Piling Survey, 1, pp. 23—61, 36 pls., 1 fig.
- 近藤泰夫・石井文雄 1944—1945. 南洋産木材に関する研究 第1報—第5報
- 黒沼勝造 1931. 日本産船喰蟲 ヴィナス, 294—304 頁, 2 圖版.
- Miller, R. C. 1924. The boring mechanism of *Teredo*. Univ. Calif. Publ. Zool., 26, pp. 41—80, pls. 3—6, 6 figs.
- Miller, R. C. and Boynton, L. C. 1926. Digestion of wood by the Shipworm. Science, 63, p. 524.
- 森 圭一 1945. コールタークレンソート油注入材の木船喰害動物防除法としての利用, 京大生理生態 35 號
- 日本學術振興會第22特別委員會 1943—1944. 木船喰害防除研究者連絡通信, 1—11 號.
- 日本學術振興會第22特別委員會 1944. 中間報告
- 大島重義 194. 船底塗料
- 大島泰雄 1939. 木板被覆材に於けるフナクヒムシの貫通穿孔に就て, 水産學雜誌, 8, 347—348 頁.
- Schrenk, H. I. von. 1922. Destructive action of marine borers. Can. Eng., '43, pp. 360—392.
- Shackell, L. F. 1914. The comparative toxicity of coal-tar creosotes and creosote distillates and of individual constituents for the marine wood borers *Xylotrya*. Am. Wood Pres. Assoc. Proc., 11, pp. 233—247, 9 figs.
- Sigerfoos, C. P. 1908. Natural history, organization and late development of the Teredinidae, or shipworms. Bull. U. S. Bur. Fish., 27, pp. 191—231, pls. 7—21.
- Smith, C. S. 1903. Preservation of piling against marine wood borers. U. S. Forest Serv. Circ., 128, pp. 1—15, fgs. 1—5.
- 桐山正雄 1944. 木造船及び海中建造物の蝕害防止法 (豫報) 資源科學研究所彙報 7, 33—39 頁.
- 瀧巖, 波部忠重 1945. 日本産ニホガヒ超科の分類, 貝類學雜誌 14, 108—117 頁.
- Teesdall, C. H. and Shackell, L. F. 1917. Field tests made on oil treatment of wood against marine borers. Eng. News Rec., 79, pp. 833—837, 6 figs., 3 tabs.

討 論

○島津 成信君 船喰蟲の幼蟲の大きさはどの位でしょうか。又壁を自由に通るものでしょうか。実際に入つた孔が小さいのに中で生長している事があり, ある時には外側から孔が全然見えないことなどあつたのですが, その邊のことを御教示願ひ度いと思ひます。

○馬渡 靜夫君 幼蟲の大きさは大體 0.3 mm ペンの先位しかありませんから殆んど侵入した孔が見えない事

があります。然し中に喰入りますと日本にいる普通のもので直径 5~7 m 長さ 10~15 cm にのび南方では大きなものは直径 2 cm, 長さ 1 m を超すものもあります。南方のものは日本のものより強力で、内地で実験すると抵抗力の強い木材でも南方に持つて行くと効果がありません。例えば鐵木は日本では殆んど喰われませんが、南方では之も喰害されますし表面にビッチ層をかぶせても南方では殆んど無効になります。その幼虫は侵入する時ピサスと言う軟い紐の様なもの體をさゝえ小さな貝殻を動かして、その一部にあるギザギザした齒で孔を明けるのです。木造船の塗料をいゝ加減に塗つた所とか、塗料の剥げた所とか木と木との隙間などから喰い込んで害をする事が多いのです。幼虫は胎生又は卵生で解けると水中を自由に上下に泳ぎ木材の水やアルコールに溶ける成分に集ります。

- 南波松太郎君 船喰虫は眞水にはいないのですか。
- 馬渡 靜夫君 淡水には居ません。又之を淡水中に入ると温度に依り違いますが、冬は一週間位、夏季水温 25~26°位になりますと 2~3 日で死にます。又船を引き上げて乾燥させましても一週間位は生きて居ります。
- 南波松太郎君 そうすると時々川に入ると害を受ける事が少い譯ですね。
- 馬渡 靜夫君 淡水に入ると虫は水管を引込め 2 枚の バレット と言う石灰質のふたを閉めて仕舞うので直ぐ死んで仕舞うことはありませんし例え死んでも穿つた孔はそのまゝ残りますから船體強度は回復しません。
- 南波松太郎君 比較的堅い樹脂類を張つた時、かき、ふじつぼ、海蘘類は附着しますか。
- 馬渡 靜夫君 喰害と附着とは原理が全く違いますから別の方法をとるべきだと思います。附着物はやはり水銀系統の毒劑を使つた方がよく、クレオソートは幾らか好いと言う結果が出てまいりますが、2 號船底塗料には及びません。喰害防止法をとつた上に防汚塗料をぬるべきです。
- 島津 正信君 移動しているものと、海水に靜かに置いてあるものとは附着の仕方が違うと思いますがどうですか。木造船で燒玉が間にあわぬので 2~3 ヶ月進水後ほつて置いた所、南洋材、チーク等を使用しない限り海綿狀にズブズブに成つてしまつたと言う例が多くありました。
- 馬渡 靜夫君 機關が間に合わぬので繋いで置いた間に殆んど役に立たぬ位まで喰害されたと言う苦い經驗はしばしば戦争中繰返された所です。船喰虫の幼虫は矢張り沿岸に多く居るものですから大洋航行中はつきません。碇泊中に一旦附着すれば其の後は航行中でもドンドン成長して、何うにも仕様がなくなります。
- 座長(常松四郎君) 一言私から御禮を申し上げます。虫の害に就ては木船の方では以前から非常に悩んでいた事は事實で、之に對しまして合成樹脂が吸濕が少いと言う性質を兼ねて虫害防止上非常に有効であると言う實驗を確められた。只今發表していただきました事は木造船の將來に大なる光明を與えられた事だと思います。之が完全な防虫劑と折紙がつき併せて un i-fouling にも適當なものが得られたならば、木造船に對し非常な効果があると思います。今後も合成樹脂に就て成分を色々かえて實驗をされ、その成果があがりましたなら更に發表せられん事を望みます。然し工業的に安く供給していただける様なものでなければ具合が悪いのです。どうぞこの點をお含みの上今後御研究をお續けになられ成果をお舉げになる事を希望致します。拍手を以て皆様と共に著者に御禮を申し上げ度いと思います。