

THE SHIPBUILDING

船舶

第 19 卷 7 月 號

木造船建造・特輯

▷ 目 次 ◁

[時評] 中間賠償取立計畫について……………大庭嘉太郎…(250)

150噸型木造貨物船の設計に就て……………金子富雄…(252)

漁師及船主の立場……………矢代嘉春…(252)

[座談會] 木造船の缺陷と改善策……………山縣昌夫・大場龍男
上村光三郎・原田正道…(255)

金子富雄・小山捷

可變斷面棒の撓振動數に關する一近似的計算法……………渡邊正紀…(268)

造船協會講演會雜感……………山縣昌夫…(273)

高速度熔接 [2]……………佐々木新太郎…(277)

戰時計畫造船私史 [2]……………小野塚一郎…(287)

——太平洋戰爭中の建造計畫の推移——

木船船匠講座 [4]……………鈴木吹太郎…(296)

7

天然社發行

昭和五年十一月二十日 第三號 發行所 東京 印刷所 東京

昭和二十一年七月七日 印刷所 東京

時
評

中間賠償取立 計畫について

大庭嘉太郎

わが國、いな世界における労働運動の新模式ともいふべき従業員が生産管理の問題をめぐつて、官民、勞資の間において眞剣な議論が活潑に展開され、毎日の新聞を賑はせつつある。労働者側が生産管理を主張し、實行する最大の目的が資本家の生産サポの打開にあり、これによつて重要産業部門における生産の急速な復興を期し、敗戦後のわが經濟危期を突破して、食糧問題、インフレ問題、失業問題などの現下における難問題を一気に解決し、平和日本を確立しようとするのである。すなはち生産管理をもつて資本家の生産サポに對する唯一の非常手段であることを強調してゐる。これに對し資本家側は施設復舊用及び生産増強用の資金及び資材の缺乏、賠償問題などからむ斯業の前途に對する見透難、軍需補償問題の未決定など種々の理由を訴へて、生産増強に對する外的條件の極めて不利なるを説き、産業の急速な復興が實際問題として非常に困難である所以を力説し、生産増強の意欲において決して労働者側に劣るものでないことを辯明してゐる。

造船事業についても略々同様のことかいはるが、筆者はここに生産管理の問題を取りあげて検討論議しようとするものではない。しかしながら結果において生産サポとの非難を招いた原因に對する資本家側の所説を無下にしりぞけるのは決して妥當ではなく、一脈の眞理さへ見出すことが出来る。殊にわが造船事業の將來に對し文字通り決定的の役割を演ずべき賠償關係の具體的措置については官民、勞資の別を問はず、凡そ造船事業に關係するあらゆる人の最大の關心的であり、従つてこれが決定の一日も速かならんことを切望してゐるのが實情といへる。もつとも賠償問題のやうな將來に屬することは一應度外視して念頭にをかず、勞資ともその日の増産に一路邁進してこそ國家再建が期待し得られるとの議論に對して理論的にはなんら異論を挿む餘地はないのであるが、そこは神ならぬ人間であり、特にいまだ資本主義經濟から蟬脱しきらぬ現下の一般社會情勢下においては、前途に對する極度の不安を心に蔽したままの仕事に自ら氣合のかからぬことは無理からぬと遺憾ながら認めざるを得ない。

昨年 12 月に發表された對日派遣米國賠償委員長ポーレー大使の現物賠償問題に關する具體的措置に

ついての聲明は同大使の地位に鑑み、これが聯合國側の賠償委員會の基礎案となるべき性格のものであることは想像に難くないが、その内容が豫期されたこととはいへわが造船業の將來に對して致命的とも看做されるものであるだけに、その後の推移が極めて注目されつつあり、現にアメリカにおいて開催中の極東委員會においてこの問題が慎重に審議されてゐるとの情報もあつたが、ポーレー大使の聲明から半年を経過した去る 5 月 25 日發行の各新聞はワシントン 23 日發 U P 電報として極東委員會がわが國に對する中間賠償取立計畫を採擇した旨を掲載してゐる。すなはち冒頭に

「極東委員會は去る 13 日日本の財閥 11 會社、陸海軍造兵廠等を對象とする中間賠償取立案を可決したが、23 日の會議でこれに引續き日本の造船業、硫酸工業及び工作機械製造業を對象とした中間賠償取立計畫を採擇した。議長米國代表フランク・マッコイ氏は會議終了後、この計畫の賠償に充當される諸施設に關し次の通り發表した」

と前置をして、これら 3 重要工業に對する賠償取立計畫の内容を報じてゐるが、造船業に對する中間賠償取立計畫が

「1. 軍艦の建造及び修繕に使用された全施設

1. 造船業——年産 15 萬總トンの商船を製造し得る施設を超過するもの及び 300 萬總トンの商船隊の修繕維持に要する施設を超過するもの全部」なることを明かにし、さらにこれに關する發表文の最後に

「前記 300 萬トンの商船隊とは決して日本に最終的に保有を許可する船腹量を意味するものではない」と注意してゐる。

この電文の内容はかなり抽象的で、しかも曖昧であり、これが採擇された取立計畫案の原文そのままであるかどうかについては十分の疑問がもたれるがその後筆者はこの問題に關する情報を全く目に耳にしないので、一應この電文に對する感想を述べてみたい。もつとも本文が活字になる頃にはすでに取立計畫の具體的内容が明確になつてゐると推測され、従つて筆者のここに述べる感想が全くの見當違ひであつたり、無駄なものになつたりすることも豫想されるが、問題が今後のわが造船業の死活問題である

だけに敢て時評の對象とする次第である。

まづ「軍艦の建造及び修繕に使用された全施設」なる意味は單に海軍造船工廠のみを指すものではなく、廣く民間造船所におけるこの種施設をも含むものと想像されるが、造船工場内において軍艦と商船との造修施設を截然と分離することは全く不可能事に屬し、建艦、造船などの受注の比率乃至は工事の繁閑に應じて同一施設を適宜兩者に對して流用するのが實情であるから、觀念論としてはともかくも、これが實施には異常な困難を伴ふのは當然である。もつとも民間造船所中にも、例へば浦賀船渠、藤永田造船所などのやうに商船の造修に對し軍艦の造修がその割合において著しく上廻つてゐる過去の實績を示してゐるものがあり、これらの施設全部を中間賠償としての取立の對象とすれば問題は至極單純化されるが、舊關ボーレー大使によつて聲明された「賠償物資を日本から除去するにあつて財閥の所有乃至管理する財産から第一に除去すべきである」と併せ考慮するときは、主要造船工場の殆ど全部がその施設を撤去されることになり、わが造船業將來に對し由々しい重大問題といはねばならない。

「年産 15 萬總トンの商船を建造し得る施設を超過する造船施設」についても幾多の疑問が起り得る。第一に「商船」の意義であるが、軍艦に對する廣義の商船には漁船も含まれるが、一般にはこれを含まないのが通念である。従つてこの「商船」中に、今後大量建造を決定してゐる漁船、更にこれまた相當量の建造が豫定されてゐるいはゆる交通船と稱される小型旅客船が含まれるかどうか甚だ不明確である。建艦と造船との施設が分離し得ざると同様に、あるひはそれ以上に漁船と普通商船とに對する建造施設を區別することは絶対に不可能であるから、一應「商船」なる言葉は漁船をも含むと解するのが常識的であるが、「年産 15 萬總トンの商船」では漁船の 33 萬トン造船計畫の實施によつてわが造船能力は腹一杯となり、貨物船の建造などはこゝ當分望み得ないことになる。これと反對に漁船を除外すると假定すれば、貨物船などの商船を年間 15 萬トン建造し得る施設が國內に残存することが許される結果となり、造船業乃至は海運業の前途に明るい希望をもつことが出来るが、さて漁船建造用の施設を別途にどれだけ残存させるかの難問題に直面する。

つぎが「15 萬總トン」なる造船能力の判定であるが、造船能力は造船施設、すなはち船臺の寸法及び數、あるひは附屬設備などを調査して、簡単に造船

の實能力を決定することは困難で、建造すべき船舶の種類、大きさなどによつて船臺の回轉率が大に變化すべきは當然であり、殊に戰時中のやうな簡易化された標準型船の建造に對しては造船能力が倍以上に増加する。従つてこの「15 萬總トン」なる能力は凡ゆる角度から詳細に検討して判定しなければならぬ問題で、これが實行には彼我の間に類はしい問題の起る惧が十分に豫想される。

所要資材などの問題を離れ、單に施設の面のみからは「年産 15 萬總トン」の新造が一應許可された形となつてゐるが、政府は終戦後かつてのわが占領地域の大部分における海運をわが商船隊をもつて賄ふ計畫を樹て、これに必要なわが保有船腹を約 400 萬トンと見積り、毎年 40 萬トンの新造計畫を聯合國側に提示して、その承認方を懇請したことがあつたと聞いてゐる。しかしながらこの計畫は認められず、聯合國側の意向として差しあたりわが海運は沿岸航路のみに限定し、これがためには 100 萬トン足らずの船腹を保有すれば十分で、従つて年間 8 萬トン新造説が一般に流布されてゐた。しかるに今回これを遙かに上廻はつて 15 萬トンと發表されたことは、普通商船と漁船とを略々同量に合計 15 萬トン許可の方針を決定したのではないかと臆測される。「年産 15 萬總トンの商船を製造し得る施設」の存置が認められることになつたが、具體的に残存を許される造船工場をいかにして選定するかは明かにされてをらず、聯合國側においてこれを決定して天降り式にわれに指令することになれば、好むと好まざるとにかかはらず議論の餘地を存しないが、わが政府に原案を作成させ、これを聯合國側において審議決定するとなると、原案の作成に慎重を期さなければならぬ。比較的高級な技術を擁する工場を拾ふとなれば、15 萬トン建造用の施設は 2 工場見當となつてしまひ、まだ技術が低位にある町工場式のもの多敷残存せしめる方針はわが造船業將來のため絶対に不可である。従つて筆者は財閥關係などの當然除去すべき大工場を除外し、残存適格工場中から技術、立地などの諸條件を勘案して相當數を選定し、その各々の施設を適宜削減して合計 15 萬トンの能力に止めるの具體策を提唱する。

最後に「300 萬總トンの商船隊の修繕維持に要する施設」についても造船施設に對すると略々同様な諸問題が解決されてゐないことを附言しておく。

(21.6.5)

150噸型木造貨物船 の設計に就て

金子 富雄

戦争中は木造船の重要性が特に強調せられ、一般世人の機帆船に対する認識も相當に深まつた事と察せられる。終戦後の今日及び將來と雖も我國の特殊條件を考慮すれば、木船の重要性には豪も變りのない事を了解されるであらう。處で、戦時中新造された機帆船は、色んな關係から、その種類を統制された。例へば船の大きさの點を述べれば第一次標準船では、250, 200, 150, 100 及び 70 總噸の 5 種に定められ、第二次戦時標準方では 250, 150 及び 100 噸の 3 種に限定され、更に第二次改造型を経て第三次型では 200 及 100 噸の 2 種に制定された。而もこれらの機帆船は全國的に統一され、使用される地域や積荷の種類等も無視された。これには、戦時中の特殊事情も存在したであらうが、終戦となつた今日に於てはこの様な全國劃一的な統一は全く必要としない。

然し一面我國の木造船工業の規模及びその技術的水準等は何れも低く、木造船界全般に互つて、科學的に開拓すべき餘地が澤山ある。建造技術の指導も必要としよう、設計部門に就て見ても、唯在來の船の模倣にのみ甘んじ、何十年

このかた、科學的進歩の跡は少しも見當らない。これらの原因も多々あらう。學識ある有能者は、船といへば鋼船のみを頭に描き、小さな木船など眼中になかつた事、又一方業者側では木造船構造規程といふものに頼りすぎ或はそれに拘束せられて科學的な進歩に對する熱意を失つて居たことなどもあげられよう。ともあれ斯うした Level の低さは、戦時中の木造船界に直ちに結果となつて現れた。初期の戦時標準船の評判の悪さは今迄の木造船界の非科學性、研究の缺途等に基いて設計の面と建造の面の兩方から生じた當然の所産であつたとも言へる。今や戦時中の慌しい右顧左盼は終つたもの、今にして木造船界に科學性を注入しなければ、いつれは又戦前の非科學的な模倣工藝に惰して了ふ懸念が多分に存在する。然し進歩や發達は一朝一夕に成るものでは無く合理的なものと科學的なものに向つて、しつかり大地に足のついた絶えざる努力が必要である。現在の Level を考慮し、實情に沿つて徐々に確實に向上への指導が必要である。斯様に手放しの放任が許されない情勢下では、少くとも木造船の設計と建造技術とに

漁師及船主の立場

矢代 嘉春

船舶第十九卷第二號の漁船特輯號は現在漁船建造に没頭して居る船主として、且漁師として近來稀に見る有益な有難い企であつた。非常に裨益する所のもの多かつた事を編者に厚く御禮を申上げたい。

殊に漁船に關しての權威高木技師の官界よりの政策的見方と、技術者としての實體を把握せる見方が「漁船の現状と其の對策」及「座談會」に非常に判然と書かれて居るのが有難かつた。又岩本氏の造船所側としての苦衷、これもうなづけるものが多い。只惜しむらくは此の座談會及投稿に船主(造船主)及漁師が加はつて居ない

のが、非常に淋しい。現實に船を造るために夜もねず悪戦苦闘して居る漁師側の眞の聲をこの中に加へたらどんなに有意義な事か。高踏的な技術的専門誌として無理な所もあるだらうけれども、結局船を使ひ漁をするものは、無智な漁師であると云ふ事を解つて頂きたいと思ふ。

さてそこで漁師側として、造船主側として、一、二御願ひやら希望條件を申上げて見たい。
(1) さて筆者は戦時中 21 米型の例の戦時標準型を強制的にやらせられた苦しい憶ひ出をもつものである。

本號中にも見えるが如く「深さをもう少し深くしたい」との吾々の意向、これがどうしても聞き入れられなくて、やむなく水産局の御意のままの船を造らなければならなかつた。けだし漁師側の立場としては、船は決し

於ては適當な指導を必要とする。かうした見地から、木造船組合聯合會を始め關係者が集つて、木造船の質的向上に盡力することとなつた。

先づ現在の問題として、能率的な優秀船の設計を進め、之を御手本として、木造船界に提示し、逐次研究の結果を織込んで行つて、木船の質的向上を圖らんとするものである。手始めに最も希望の強いと見られる 150 噸型から着手されたので、以下この船の設計趣旨を簡単に述べることにしよう。

- (1) 既存の標準船は大體に於て、全國劃一的なものとした爲、加へて戰時中の諸事情に拘束せられた爲に、設計上、工作上、並に運航上缺點少なしとせず、これがため、新に始めんとする計畫に於ては豫め船の使用範圍や使用目的を多少細分して考へ、これらの條件に最も適應した船を設計する。
- (2) 外海(そとうみ)用、なかんづく、青森、北海道方面を主航路とする木造標準船は現在まで皆無の狀況に鑑みて、今回石炭運搬を主目的とする機帆船を設計する。
- (3) 設計に際しては、船主、運航業者、造船所其他木船に關する有識經驗者等の意見や希望を尊重し、之を充分に取り入れる。
- (4) 主機關は、差當り燒玉機關とするが、同一船體に「ディーゼル」機關裝備のものも設計し將來の木造船の質的向上を圖る。

てマス・プロの對象としてはならぬ、消耗品ではないのだ。この船に全生命を賭け、この船と共に生き、共に死ぬ吾等であつて見れば、思ふ存分の自己の意志を盛り込みたい。それでこそ船に對する限りない愛着を持つものであるのに……………

そこが本號では諸先生方に、非常に認識されて居たのは有難かつた。けだし木村先生の「船型統一の動機と目的」の「六項目の協議事項」あればこそ船型統一はさせたくないと思ふ。あらゆる社會の支配法則はそれ自體の經驗と理智と専門的な範疇内より、自然發生し、淘汰されて、押出された所の原則に従はねばならぬ。それを他より強制される事は本質的に間違つて居る。どうぞ諸先生方よ、今後の皆様のあり方は漁師自體の要望を中心に

(5) 設計に當つて、實際具體的に留意した諸點について次に述べる。

1. 速力は、滿載時平水にて 7 節以上の快速船とする事、従つて、所謂噸馬力程度の機關を備へることとなる。なほ推進性能の向上に努力し、實船完成の暁には、完全な海上試運轉を施行し、その成績は將來の設計資料として利用したい。
2. 主要寸法の決定に當つては、船體抵抗の見地より船の長さは、在來船よりも長くし又船の深さは船體縱強度の見地より稍大きくする。
3. 船體復元性の許す範圍内に於て、船幅を減ずる。小さい帆を備へるも實際の航海は殆んどすべて汽船として行動する。
4. 船體横断面の角型を廢し、丸型とする。勿論舷柱や梁矢は、適當量を附ける。
5. 滿載時、空船時等に於ける船の「トリム」状態を改善すること。この適當な「トリム」といふ事は、鋼船などでは特に取上げるまでもなく、當然さうあるべきものであるが木船では、arrangement はとも角として、浮心位置従つて線圖の作製には格別の注意を必要とする。それは木船では木外板を張り易い船型でなくてはならぬからである。
6. 我國現在の木船建造技術水準を考慮に入れ又多方面の要望にも應じて今回は特殊航

して、只指導に止まると云ふ事をもう一段ハッキリと認識して戴きたい。

- (2) もう一つ判然として貰ひたい事は、資材關係である。本號の高木技師の「漁船の建造とその對策中」の末尾の方にその系統らしきものの御指示はあつけれども、どの程度配給されるものであらうか。

筆者は戰時中 55 噸型 2 隻の建造許可權を得ても資材は殆ど貰はなかつた。そしてその 1 隻は全くの自力で 5 月中旬進水迄にこぎつけたが、あとの 1 隻は資材のあては皆目ない。各方面よりの御話によれば要するに自由建造なんだとの事であつた。然し現在 21 米型といへども 100 萬圓もする。何うして簡單に出來よう。まして經濟封鎖の今日、その所を何とか當局の善處を要望したい。

新な構造は、つとめて取入れない事にす
る。

この點については、一見して前述の経緯
や趣旨に悖る様に見えるが、現在の技術水
準に一足飛びの變化を促すことは、却つて
混亂を増長する結果に終ることを慮つて、
徐々に改善指導に向つて、進まうといふ譯
である。

7. 構造寸法等は、原則として木船構造規程
に合格するものとし、縦通材其他從來缺陷
の現はれ易い部分は適當に増強する。

木造船構造規程に關しては、夙にその不
合理性が認められ叫ばれてゐるが、未だ具
體的には結論に到達してゐないので、今回
の設計では、一應これに據ることにしてゐ
る。然し昨今この方面の調査や研究に着手
されたから、それらの結果は、將來多分に
織込んで行くべきである。

8. 長材の入手困難な場合には、膠着を應用
し、短材をも使用し得る様に配慮する。

木材接手の効率率は、優秀な膠着劑さへあ
れば、非常に高める事が出来る。現在の膠
着劑には、相當優秀なものもあるが、未だ
に充分な信頼はよせがたく、使用範圍を限
定せざるを得ない。資材的に見て、現今木

材の長尺物は僅少だから、これの入手困難
な場合には、使用箇所を定めて、短材に膠
着を利用して、長材と略等價なものとなし
之を使用することを許すべきである。

9. 大材の使用を節減し、各部材は許す限り
小材を組合せて構成する。

此の様にすると、ボルトや釘類を餘計に
必要とするが、大材を節約するといふ意味
以外に強度の平均化といふ意味から、必ず
好結果を得るものと考へられる。

10. 肋骨は資材上並に工作上の關係から二材
合せ肋骨とするが、接手の避距といふ意味
から、半肋根材式のもの、長短拔式のも
のを交互に配置する。

11. 他に荷役能率の向上、補機關係其他機裝
全般に互つて、検討せられたのであるが、
種々の事情から、結局顯著な大變化は見ら
れなかつたので、此處には述べることは省
略する。

以上今回設計中の150噸型幾帆船の設計基本
方針を記した。いづれ設計の完了次第機會あれ
ばその實態に就て具體的に發長されることにな
らう。木造船に深い關心を持たれる皆様の御指
導御鞭撻を賜はるを得ば幸甚である。

(272 頁より續く)

N. W. Achimoff, "On Vibrations of Beams of
Variable Cross Section," Trans. Amer. Soc. Nav.
Arch. & Mar. Eng., 36 (1918). T. C. Tobin, "A
Method of Determining the Natural Periods of
Vibration of Ships", T. I. N. A. 64 (1922) 等。

- 2) 梶原聖太郎, "斷面が變化せる梁の横振動數", 第
4 回工學大會, 昭和 15 年, 第 2 部會講演。

杉本修一, "棒の I 及び W がその彎み振動數に
及す影響", 航空學會誌, 第 9 卷, 第 28 號 (昭 17・2)。

高橋利衛外 2 名, "斷面が任意に漸變する片持梁
の横振動數に就て", 航空學會誌, 第 9 卷, 第 82 號
(昭 17・6) 等。

- 3) 例へば

横田成年, "On Vibration of Steamers", 東京
帝國大學工學部, 4 (1910)

T. L. Taylor, "Ship Vibration Periods", Trans.

of the North-East Coast Inst. of Eng. Shipbu-
ilders, 44 (1928).

- 4) 例へば

T. C. Tobin, "A Method of Retermining the
Natural Period of Vibration of Ships", T. I. N.
A. 64 (1922).

中村, 塚本, 硬式飛行船の横振動, 應用力學聯
合大會。松山武秀, 斷面一様ならざる柱狀體の固
有振動週期を求むる一近似計算法, 應用力學聯合
大會。

- 5) 脚註 (2) を参照

- 6) Todhunter & Pearson, A History of the Th-
eory of Elasticity, Vol. 2, Part 2, p. 92, 又は
S. Timoshenko, Vibration Problems in Engine-
ering, p. 378.

- 7) S. Timoshenko, 前掲 (6) 参照。

- 8) 松山武秀, 前掲 (4) 参照。

木造船の缺陷と改善策

1946.5.15

(記者) 今後の造船でございますが、従来のやうな大きな船の建造は、だんだんいけなくなると思われます。どうしても木造船のはうにわれわれ力を入れて研究しなければならぬといふ立場になつてをるので、今日は木造船の御研究の權威の方々においでねがひまして、木造船構造の改造とか、その他の點につきましていろいろお話ねがひたいと思ひます。山縣さんに司會をおねがひいたしたいと存じます。

(山縣) 昨年八月に戦が終りました時に、私すぐ感じたのは、今後木造船が戦時中にも劣らず重要度を増してくるんぢやないか、それは何故かと申しますと、當時の状況を見ますと、日本の製鐵能力が空襲その他によつて非常に落ちてゐること、それから戦に敗けた以上、聯合國側が日本の製鐵を今後抑へるんぢやないか、或一定限度以下に抑へるんぢやないか。また鑽石の輸入も困難となる、かういつたやうなことから、鐵鋼の自給が非常に窮屈化する、かういふことが一應理想されたのです。したがひまして鐵の船を造るといふことは當分非常に困難になるんぢやないか。また一面、聯合國側でもつて戦後果して日本へどれだけの鐵を輸出するかといふことにも關係がありますが、假令ある程度の輸出を許しましても、爲替の關係でもつて、國內の鐵の値段といふものは非常に騰る。さう致しますと、ますます鐵の船は造りにくくなる。かういつた事情から、木船の建造が一應考へられる。

もう一つ、當時の見透しとしまして、戦後暫くの間は、恐らく遠洋航路の大型船の建造は、聯合國側が許さない。従ひまして新造船は小型の沿岸航路に使はれる船ぐらゐに限定される。さうなりますと、木船で間に合ふものも多いでせうから、木船の需要が非常に多くなる。かういつたやうな見透しで、木船が今後相當量造られるのではないか、かう考へたんです。その後の事情を見ますと、必ずしも私が考へた通りにはなつてをらないのでありますが、しかし大體においては中つてをつた。

それで當時木船——戦時中に造りました所謂戦時標準船、これは例外でございますが、從來から木造船の構造その他が一向研究されてをらぬ、極端に申しますと、一世紀前の木船と現在の木船とは、構造

においてなら變つてをらない、かういつた感じさへ受けてをります。それで戦時中とちがつて今後はゆつくり構へて良い船を造らなければならぬ、また大型化する必要もある。それには根本的と申しますか、基礎的な方面から一應木船の構造を洗つてみる必要がある。

今日御出席の原田助教が戦時中から木船の構造についていろいろ研究になつてをられたことも存じてをつたのでありますが、私當時船舶試験所にをりまして、船舶試験所でも一應木船の研究をやつてみたいと思ひまして、御承知のとほり、船舶試験所は一部から四部にわかれてをりますけれども、それとは別個に張出し格の木船研究室をつくらう、かういふ計畫をいたしまして、部内の人ばかりでなしに、海事振興會の人々も御参加をねがつて始めたわけなんです。

かういつたやうな事情でございます。只今雜誌社のはうからお話がありましたやうに、木船の構造その他の改善といふことを今日話題にいたしますことは、たいへん意義のあることだと思つてをります。

◇木造船の缺陷とその原因

(山縣) 前置きはそのぐらゐに致しまして、話の順序として、現在の木造船これは戦時標準船、殊に改型と申しますか第二次型、これは例外ではございますが、從來の一般木造船の缺點、これは構造のみに限定する必要はないんですが、かういふ缺陷があると、いふやうなことを、實際的の方面から一つお話ねがひたいと思ひます。大場さん、いかがですか。

出席者 (發言順)

工學博士	山縣昌夫氏
船舶運營會 木船造修課長	大場龍男氏
日本木造船組合 聯合會造船課長	上村光三郎氏
東大助教	原田正道氏
運輸技官	金子富雄氏
日本海事振興會 船舶研究部	小山捷氏

(大場) いま山縣さんのおつしやいましたやうに、戦時中の木造船は、實際木造船の標準にならないわけなんです、それにしても一應戦時中の木造船を洗つてみる必要があると思ひます。

ところが、この戦時中の木造船が生んだ初めての新熟語だと思ふのですが「未稼働船」といふ妙な言葉がこん度の戦時中にできました。それは新造受渡後、甚しいのになると、使へなくて二年も造船所につないである。造船所はでき上つたとして渡しても實際上、船に荷物を積みますと水が漏つて船が動かない、かういふ船が非常に戦時中多うございましてこれを果して船といへるかどうかわかりませんが、それを一括して「未稼働船」といふ名前で處理してきたのでありますが、さてどういふ理由でさういふやうに動かないのかと申しますと、大體主な原因は戦時中の材料の粗末の點、設計の不充分、設計の不充分といふのは結局戦時中の濫立した造船所の能力を考へないで、一應の基準を示した設計が充分消化されなかつた點、工作の不良等で、それに木造船の監督官廳が地方廳に移管されて、二元的の統制機關になつた、かういふやうなことが重なり、結果にあらはれたところは、結局船體縦通力が足りなくて、延いては機械の故障も派生して出てくる。現に終戦後におきまして、戦標船發注機關の産業設備營團から受取つた船がどうしても使ひものにならない。これはいろいろ諸般の狀況は、結局船主が責任を負ふべきものでないから、これは國家なり營團なりに引取つてもらひたいといふ船が相當數あつたやうな實情なのでございます。

(山縣) 只今の戦時標準船の不成績につきましては當時その行政に携つてゐた關係から責任を痛感してゐるのですが、ああいふ船ができたといふことについては、戦時といふ特殊な條件も考慮しなければならぬと思ひます。

(大場) さうなんです。

(山縣) 上村さんは何十年と木造船の實際方面に携つてをられるんですけども、あなたの感じとして戦時標準船におふれになつても結構ですが、一般的に從來の機帆船についてなにかお氣づきの點はありませんか、かういふ點が弱いとかいふやうな……

(上村) 只今大場さんからいろいろ戦時標準型船について批判がありました。これは受入側の心構へが悪かつたんぢやないか。これは船主側の心構へ、あるひは造船所の心構へといふものが悪いために、さういふ結果に陥つたんぢやないかといふ氣がします。いかに優秀な設計圖ができて、これが受入側が全面的に忠實に實行しなければ決して優秀船といふも

のができないといふことになるのであります。

たとへば、造船所側の心構へを申し上げますと、木造船の建造に長い経験を有することが一番大事なことでもあります。戦時中雨後のたけのこの如く濫立して造船所が出来た結果、如何に優秀な設計圖を作つたところで、職工たちが素人ばかりでは、到底立派な船はできない。そればかりでなく、船主側の意見を充分に理解をもつことができないためにさういふ結果になつたんぢやないかと、かう思つてをります。

また、木造船の建造に長い経験を有する技術者が各工場に比較的少かつたそのためにいろいろ工作上の缺點を生じたんぢやないか、また工具にいたしましても、不熟練のため粗製濫造な船を作らざるを得なかつた。その上技術者の指導が宜しきをえなかつたといふ點にもふれてくるんぢやないか。

もう一つは運航業者側となつた氣持で船を造るといふ心がまへがなかつた。ただ船さへ造ればいいんだ。實際運航部門のはうの氣持になつてみずに、ただ圖面そのままを造り上げてしまつたために、ああいふ結果になつたんぢやないかと思つてをります。佛造つて、たましひのはいらぬ船を造つてしまつた。木造船の設計仕様書といふものは從來から比較的簡單で詳細な點は工作者側の判断を必要とするのでありまして、仕様書中に相當固着方法など書いてありますが、その固着方法がよろしきを得なかつたために、外板の漏洩する部分があつて、引渡しに支障が出来たとか、軸心がうまく出てゐないために、主機の軸受が過熱して運搬が出来ないとかいふやうなことがあります。さういふやうに造船所の心構へが悪かつたといふことが、大きな原因ではないかと思つてをります。なほ船主側の心構へとして、今までは産業設備營團から船主へ引渡すやうな機構であつたため、造船所と船主とのつながりがなかつた。なほ一方的な命令で船價を決定され、建造費が安かつた。ですから、どうしても造船所は手抜きが出来た結果となりますから、造船所に不安のない建造費を支拂ふといふことが、一番大事な點ぢやないか。産業設備營團の支拂ふ建造費では到底造船所が受入れできない價格であつたといふことが、船主側の不利であつたといふ點にも歸因する。それから、船主側が割合に造船所との協調がなかつた。船主は今まで大きな船ばかり作つた。木造船といふものに對して認識がなかつた。そのためにどうしても大きな船を造る氣持で木造船所へぶつかつてゐたので、どうしても協調的でなかつたといふ點がだいふあるのぢやないかと思つてをります。それには仕様書の不備もありませうが、船主側が充分その仕様書を造船所

と打合せして納得のいくやうな協議をしなかつたといふことが大分あるのぢやないか。造船所は仕様書の重要度をあまりに軽く見てしまつたために、いろいろトラブルができたのではないかと思つてをります。それから工事の進行中に、船主の要求で改造とか変更とかをした。それが進行中にうまくやつてくねればいいんですけども、でき上つたものをバラして造り變へることもあつた。その費用は全部造船所持で、ますます造船所の負擔が重なつて兩者の間で引渡しにトラブルを生じる。さういふことのないやうな監督をすることが必要ではないか。さういふ點があるために、今後の優秀船の建造にあたりましては、造船所側の心構へ、あるひは船主側の心構へといふものを兩者間で充分に辨へ、今後こんなことのないやうにするのが指導者として注意すべき點だと考へます。

(山縣) 造船所なり、船主側の心構へが悪かつたといふこと、これは御説のとほりですがもつと逆つて、私最初に申し上げましたやうに、現在の木造船の構造が舊態依然たるもので、戦時中千葉君のはうでやつてみた合板船などもあります、一般の木造船の構造は、舊態依然である。これに對しましてどういふ點が悪かといふやうなこと、いかがですか、原田さん、いろいろお調べになつてをるやうですが……。

(原田) 私は實際に船を設計したことも造つたこともありませぬし、運航上の實情もよく知りませぬ。ただ計算一點ばりでやつてみたので、それも今までやつと一般の船について計算をやつてみただけなので研究は不足でありますから、構造上あるひは計算上どこが悪かといふやうなことを指摘することはできませんので、むしろ實際に船をお造りになつた方、あるひは設計された方から、どういふ所が悪かといふ具體的のことを御指摘ねがつたはうが、私も話しいと思ひます。

◇縦強力の不足◇

(山縣) 金子さん、何かありませんか、氣が附いたこと。たとへば、これは僕は素人でよく知りませぬけれども、横強力は割合にあるが、縦強力が不足してゐるとか、さういふことをよく話に聞きますが、さういつた問題についてなにかお氣付きの點はありますか。

(金子) 縦強力が足りないといふやうなこともときどき言はれるのですが、そのことがどういふ現象に依つて具體的にあらはれてくるのかといふことが伺へれば。

(山縣) 上村君はいろいろな實際の場合に出會つて

ませんか。今の縦強力の弱いといふやうな點、船が非常に撓つたとか……。

(上村) 一番多いケースは木造船は、船首尾が垂れる。これは木船構造規程以上に木材を使用しても、補強しても、どうにもならないですから、内龍骨嵌接に缺點があらはれる。

(山縣) それは工事の関係ですか、設計そのものが悪いのですか。

(上村) 木船構造規程に合格しても、それだけでは足りない。

(山縣) だから従來は木船構造規程といひますか、あれよりよほど大きな材料を使つてゐるのですね。

(上村) それで一次型船型でも、内龍骨には規程以上に材木を使つてやつてをります。

(山縣) しかし小型の船はさういふことは、あまりないわけだな。

(上村) 百五十噸以上は特に甚だしい。

(山縣) さういふ現象のない船もありますか。

(上村) さうですな。まあ百噸以上のは往々かういふ傾向があるのですが……

(大場) 二百五十噸となると、致命的に……

(山縣) 少し脱線しますが、じつは船舶局長をやつてゐる時分に、木船について話をしろといふ高松宮さまからの御話で、御殿に参りまして、三時間半ぐらゐお喋りをしたんですが、そのときに、今度の戦時標準船は二百五十噸を限度とする。これは前の大戦のときに、千噸などの木船を造つて非常に成績が悪かつた。その後長い材木は少なくなつた。これらの事情から二百五十噸を限度としてをります、といふことを申し上げましたら、お叱りを受けました。前の大戦から二十年も経つてゐるぢやないか、その間に、學問なり、技術なりは相當進歩してゐる筈であるのに小さな木造船しかできないんぢや、戦にならんぢやないかといふお言葉なのです。しかし實際のところ木造船については殆ど研究されてをらなかつたといふのが實情なのです。

(上村) さうです。鋼船建造に重點を置かれた。

(山縣) 話を元に戻しますが、強度關係において、小型船ならば大して問題はない。比較的大型船になるといふと、縦の強力に缺陷が出てくる。その根本的原因は設計そのものが悪いのですか、工作法がよければさういふことはないんですか。もつとも今みたいに長尺物の良材が少なくなつてるといふことも一面考へなければならぬのですが。

◇固着の問題◇

(金子) それは結局構造規程以上の寸法をもたせても

まだ縦強力が足りないといふ問題は、要するに木材の寸法そのものを重んじすぎて、固着といふことを重視してゐない傾向があるからですね。

(山縣) そこなんですわ。しからば、木船の固着を改善する方法ありやなしやといふ問題。木材を今のやうに釘でもつて、主として鉄の釘でもつてつなげてをるといふ方式では、この問題は絶対に救へないかどうかといふことなんだと思ふな、結論として。

(金子) それで、今のおつしやつた問題と離れるかも知れませんが、それぢや木材の固着をよくすれば、どの程度にすれば、縦強力がもつかといふ問題にもなるんです。ところが現在の研究程度といひますかさういふものでは縦強力材に對して、これだけの固着をすればいいんだといふ的確に計算でもつて定めることがまだできない状態にあるのですね。できない状態といふよりも、したことがないといひますか相當問題が複雑なんですな。

(大場) しかし三次型では大體船舶試験所として自信のある固着を一應御指示になつてやつてみたんぢやないですか。

(金子) 固着は大體木船構造規程では、經驗上から、あれでよからう、といふことになつたものと思ひます。それで三次型ではそのよからうといふ固着にもつていつて研究の結果を取入れて、規定の固着法へもつてきて、研究の結果をプラスしたんです。ですから、實驗結果とも相俟つてこれなら大丈夫だらうといふ、確信といひますか、その程度なんですな。個々の縦強力材の各々について固着までも一々勘定してやつたといふほど細に入つてはをりません。話がすこし横道にそれるのですが、現在の構造規程でも、木材の断面の寸法といふものを重視しすぎる。あの構造規程を読んでみますと、結局まづ第一に断面の寸法を規定してるんですが、固着は第二の問題になつてるやうにしか考へられないのです。さういふふうな感じをもつんです。それが造船業者の頭にこびりついてゐて、断面の寸法さへ増せば、非常に強い船ができるといふやうな考へが弘まつてるんぢやないかと思はれる點が多々あります。

(山縣) 根本問題として、船の場合に材木と材木を鐵の釘でつなげるといふことに、なんか缺陷があるのぢやないですかね。

(上村) 早い話が、螺釘と敲釘とどつちがいいかといふことを實際の船で見て結局螺釘を使つたほうが結果がよかつた。だから、工作上釘の使ひ方、使ふ場所によつて影響がある。

(山縣) なるほどね。追つかけるやうだけれども、使ひ方が悪かつたといひますが、使ひ方がよければ…

(上村) 完全に固着してをれば……

(金子) しかし、いくら完全に固着させても、ある程度以上の固着を釘に要求することはできない。

(上村) 木造船にはその點が難しい。

(金子) ですから、いくら完全に釘でもつて固着したつもりでも、非常に低い効率であることは確かですな。

(大場) だから山縣さんのおつしやるのは、鐵板の溶接のやうに百パーセント以上継手にスリレングスをもたせなければならんといふわけですか。

(山縣) 結論はさうだけれども——僕はかういふことを言つてゐるんですよ。木鐵船についていろいろな悪口をきく、鐵と木とを組合はせた船は、どうしたつて具合が悪いといふのですが、現在の木船といふものは廣義の木鐵船ぢやないか。材木を鐵の釘でつなげてゐるのですから、立派な木鐵船ぢやないかといふも言ふんですがね。なにか原田さん、たまたま固着の問題になつて來ましたが、なにかお氣づきの點はありませんか。改善といふやうなことはあと廻しにしまして、總論として……

(原田) 木と木を釘で打ちつけるといふことは、これは見當ですけれども、ある程度行くんぢやないかと思ふんです。又、ほかに大して良いことが考へられないとすれば、その研究を進めて一步でも良い方向へ持つて行かなければならんと思ひます。

◇膠着の將來性◇

(山縣) 千葉君の合板船だけれども、例へば木材と同じ性質の糊ができれば非常に強いものぢやないかと思ふんですな。それで、今までにできてをります合板船の糊は木材と全く性質がちがつたものだ、これでは鐵の船のウェルドと非常に意味がちがふんですな。木材と同じやうな性質の糊ができれば、これは非常に強い木船ができるんぢやないか。

(大場) それは確かですな。

(山縣) それは理想論かも知れませんが——小山さん、なにかお話ありませんか。

(小山) 私も理想はそこだと思ひますが、そこに向つて進まなければならぬのですが、現實がどうも…

(原田) たとへ糊の良いのがあつても、現場の工作の方に尋ねて見ると、文句がでるといふか、木船ではそんなことできないよつていはれたことがある。現場で壓着するとか、熱處理をするとかがうまく出來ないといふ意味ですが……

(小山) で、釘といふものも、當分は一つの方法としてずつと残る。糊のやうなものもできて、それは高級な船に用ひられ一般の船といふものは、やはり

鐵釘その他釘類でいくといふことが考へられる。ちよつと近い將來には、釘がなくなるやうな革命はないと私は思ひます。

(山縣) 陸上の建築物、木造家屋とちがつて、船はいろいろな複雑な力を受けます。だから、陸上の家屋は釘でいいからといって、船に對してはやはりなにか考へる必要があるだらうと思ひますがね。これは觀念論かも知れませんが……

(小山) しかし今の釘では、なにか違つた締め方で行けるといふことも考へられると思ふのですが、私なんかも、今ははれましたやうに、糊の崇拜者なんですけれども、どうもまだ自分で使つてみても、物足らないところがやつぱりあるんですね。所謂一抹の不安をもちながら使つてるといふやうな状況でありまして、とくに最近の糊の状況をいろいろあちこちで聞いてみましたところが、なほ悲觀的なんです。將來に對して。

(山縣) それは需給状態ですか。

(小山) はあ、もちろん石炭事情もありますが。とくに耐水性の糊といふものは、量的に悲觀的狀態であるといふことと、それから糊が大型のものにどうも使へないですね。今のところ。そこで標準船あたりの問題になりますと、相當遠い將來になりはしないかと思ひます。

(山縣) 大型に使へないといふことは、プレスがきかないといふことですか。

(小山) プレスも非常にやりにくいのですが、大きな角材と角材と一本につないで使ふといふことはむづかしいのです。だから合板船式に薄板の合成にすることになります。

(山縣) なにかプレスの工合をうまくやる手はないのですか。

(小山) それが壓縮力のみならず、生木がなかなかつきにくいのですね。それで乾燥させるためにスライスする必要があるので標準船あたりのキールの角材を糊で一撃につなぐといふことは考へられないのです。

(山縣) さうですか……

(小山) ほんたうは、そこまで行けば非常に理想的なんです……

(金子) しかし非常にいい性質の糊を使ふのなら、今のキールの寸法をずつと落していいと思ひます。キールに限りませんが……

(小山) 合板船などそこを極度に狙つてゐるわけですね

(金子) 結局は、優秀な耐水性のある、強力をもつた膠着劑さえあれば、相當な船までは……

(小山) 膠着劑といふよりはむしろ合成木材の人工樹

脂とでもいふべきもので、おが屑を集めてこれで練つてステムでもなんでも好きな型を作る。そこまで行かなければならぬわけですね。

◇船體の撓み◇

(山縣) 話をもとに戻しまして、縦強力の不足の問題ですが、これに伴つて船體に撓みが起り、これがいろいろのトラブルの原因となる。

(大場) 實際製作者間でもいつも問題になるんですが機械の故障が起きますね。それがほとんどシャフトのセンターが狂つてゐるのに起因してゐる。更に元をたざせば船體の縦強力の不足から來てるんですね。

(上村) それは工作上の缺點が主たる原因でせう。

(山縣) それは工作の問題か、デザインの問題か、それを知りたいんだがね。木船には絶対に現在の構造方式ではそれが救はれないのですか。工作さへよければ、さういふ問題は避けられるか、ここが議論の岐れ路ぢやないかと思ふのだな、いかがですか。

(原田) 撓みのことは、工作がかなりよくてもあいつた構造法では撓みは自然に多く出て來ることが理論上いはれる。あいつた構造といひますのは、つまりシームがずつとリベットしてゐないといふことです。しかし、また釘のことにになりますが、釘の固着さへよければ、その撓の量はほとんど鋼船とほぢがはない處までは行ける筈なんです。固着がわるいといふことは、工作がわるいのではなく……

(山縣) 固着の方式ですか。

(原田) さうではなく、計畫、たとへば釘の寸法が小さいとか、さういふことで、その固着する釘が足らなければ、固着部分の變形が大きくなつて、より一層自然に船の撓みが大きくなることになります。これも計算からいつてのことです。ですから、工作をよくしても、今の釘の寸法ではやはり撓みが大きいといふことは自然に出てくるんぢやないか。

(山縣) 普通のストレングスの方面では、撓みが大きいといふことはさう氣にする必要はないが、船については撓みが大きいと水が漏る虞れがあるのですからね。

(原田) ストレングスからいけば問題ないのですけれども。

(山縣) 只今のお話ですが、固着の方法と申しますか釘をたくさん使ふとか、大きな釘を使ふとか、さういふことである程度防げるわけですか。

(原田) ある程度防げます、それは先程もちよつとお話が出ましたけれども、大きな材料を、断面の寸法ばかり氣にしまして、大きな材料を通すとすると、釘では充分な固着はどうしてもできません。むしろ

材料を小さくするか、釘を打ちやすいやうな寸法にする。どういふふうにしたら打ちやすくなるかといふことは、まだそこまで研究が具體的に行つてをりませんけれども、さういふふうに考へて行つたら、相當強くなるんぢやないかと思ひます。

(山縣) 結論としてかういふことがいへますか、今の木船は横強力は比較的充分だが、縦強力が不足してゐる。撓みが大きい。これをたとへば木船のイッシャーウッド・システムといふやうなことをやつたつて縦強力が弱いといふことは陸げない、かういふことはいへますか。

(原田) さうだらうと思ひます。

◇横強力の問題◇

(金子) それから木船の横強力が充分あるともいへませんですね。

(山縣) さうですかね。それぢや一つお話下さい。

(金子) 別に話はないんですが、強いともいへませんですね。ハッチが壊る例がかなり多く、又ビラーの固着部が開く例も多いですからね。

(大場) それに対しては、直接痛痒を感じないですからね。その點で關心がうすい。

(金子) 現實に、それは怖いと思ふぐらゐに感じませんから、さう表面に立たないだけです。縦強力ほど大きな關心はもたれてゐないわけです。

(山縣) 理窟からいへば、横強力と縦強力とに分けるといふことが假定であり、嚴密な意味では間違つてゐるといへる。木船を造つてるところを見ると、肋骨といふ柱がベター面に並んでゐるやうな感じがする。今のお話はローカル・ストレングスの問題ぢやないのですか。横方向に對するゼネラル・ストレングスは充分あるものとは考へられませんか、どうですか。舳などの特殊なものは別として。

(金子) 結局は、横強力も固着の問題にきてしまひます。ですから、縦強力が固着の如何によつて弱いと同樣に、横強力も、たとへば二材合せ肋骨といふものは固着だけでもつてるんですから、結局横強力でも固着の缺陷は當然あらはれるわけです。

(小山) しかし、それは孔のある所だけといふ關係ではないのですか。

(金子) それはさうですね。

(小山) それは案外簡單に防げるんぢやないかと思ひます。

(金子) 結局は、固着を充分に、といふやうなところにいきま。

◇縦強力の強化策◇

(金子) それから一つ原田さんに質問があるんですが、先程釘でも相當な固着にもつていけるとおつしやつたんですが、その點は木材についていへば長い木材といふやうなことを制限なしに考へてをられるんぢやないですか。たとへば實用上は、あまり大きいスカーフをとつては木材が非常に損になりますが、さういふことを考へに入れしないで、木材のスカーフを非常に長くして、非常にたくさんの釘を使用するなり、あるひは寸法の大きい釘を使用するなりした時のお話ぢやありませんか。

(原田) さうではないのです。木材のスカーフといふことは、これはどうもあまり強くないと思ふのです。それで先程言ひましたやうに大きな縦通材を通して、それでそのスカーフをよくして、それに頼らうといふのはこれは危険ぢやないか。ですからむしろみんなの縦通材を、どれが重要だといふことなしに、お互ひに接手になりつこするといふ恰好にしたほうがいいんぢやないかといふことです。

(金子) さうですか。船全體として考へた場合のお話だつたのですか。

(原田) ええ。

(金子) さうですか。

(原田) 一本一本のスカーフはどうしてもさう強くないと思ひます。

(金子) それを勘らひひまして、一本一本のスカーフなり固着なりを、釘で相當なところまでもつて行けるといふお話かと思ひまして……

(上村) それから實際の方面で、縦強力が弱い點をカバーするために、規程以上に、ほとんど縦通材は大きくしてをります。さうして外板などの釘など規程よりも太くしてゐます。外板の釘は規程では細いやうです。さういふ船が割合にたれる氣味が少いやうに思つてをります。さういふ點がある程度規程を改善しなければならぬのぢやないかと思つてをります。

(原田) 的確にかうとはいへませんけれども、斷面のふやし方も、斷面ばかりふやして、それに固着が伴はなければダメだらうと思ひます。たとへば、曲げ應力、さういふものを計算して見ますとこれは木船は餘つてゐるのですから。それ以上斷面——鋼船の考へのやうな I/y をふやす必要はないと思ひます。

(山縣) それは確めにさうですね。ただ、かういふことはいへませんか。材料の寸法を大きくすれば、固着がらくになるといふやうなことはありませんか。

(原田) たとへば板を打ちつけるのに、同じ釘に對して、板を厚くしたら却つてわるいことになりはしませんか。

(大場) 板はさうですが、たとへばキールの場合なんかはどうですか。

(金子) その寸法が増したら、それに相當した釘の徑なり数をもつてくればいいんですがただ固着釘を同じにしてゐて、寸法だけを増して強くなつたとはいへないんです。却つて弱くなる傾向にあります。

◇第三次型船の新固着方式◇

(山縣) 固着の問題が非常に多く出てゐますが、木船の固着をなにか丈夫にする新しい方法はないんですか。

(大場) 船舶試験所の御命令で私の關係してゐた陸軍の工場で作つた三次型の試作船の固着は、船舶試験所の御指導を受けてやつたんですが、非常にむづかしい方法でしてね。實際上の工作の部面として、果して一般の經濟的にみてかういふことができるかどうかは別として、非常に固着としては立派なものだと思ふんですがね。

(山縣) それはどういふのですか。

(大場) それは設計擔當者の金子君から……

(原田) 三次型に固着を規程よりふやしたといひますか、研究の結果を附加せられたといふやうなお話でしたが、どういふ點ですか。

(金子) 要するに、釘を使つて固着の能率を上げるんだつたら、建築でいふジベルの考へを入れるより仕方がないといふ考へから出てきたわけでありました。ところが、建築方面で使つてゐるジベルには、いろいろな恰好のものがありますが、いきなりあれを造船に採用するのは、今までの經驗から非常に工作者が慣れてゐないといふやうな點がありまして、できるだけ簡単なもの、簡単な形のものといふことから出發しまして、例のまるい、丸栓といひますか、スカーフの所にジベルの代りに丸栓をはめる。丸栓だつたら工作が容易だらうと思つて採用したんです。丸栓を使つた場合でも、固着の效率は相當高まることゝ實驗で以て分りましたし、工作も簡単だつたから、それを採用しました。ところでスカーフの部分の固着は、一應は木船構造規程によつてをります。さうしてそのほかに丸栓を加へただけは固着に對してプラスだといふ考へでやつたわけです。時間的にも制限を受けましたから、いちいち詳しくやつてをる暇はありませんでしたが、とにかくプラスの考へで入れた次第なんです。

(山縣) 私當時試験所につて、かういふ質問をするのは甚だ申譯ないのですが、ジベルを入れたためによほど強くなつたことが實驗で立證されたのですか。

(金子) それは進水時の歪み一例のごとく進水するときに一ぺんサグになつて、それからホッグになりますね。この歪みの關係を二、三の船について測つてみたことがあるんです。それは上甲板の梁壓材のスカーフのところを計器を使つて測つたんですがその結果によりますと、いはゆる普通のスカーフの船と、三次型とでは非常な差が出てきました。この差の全部が必ずしも例の丸栓をはめたが爲とはいひきれないですけども、固着がいいといふことは確かであります。それは、三次型といふものは木材の断面の寸法といふものを、そんなにたくさん増してゐるわけではありません。異つてゐるのは要するに主として固着部分だけなんです。ですから、歪みあまりあらはれなかつたといふ大部分の原因は、固着方法がよかつたからだらうと思つてをります。

(山縣) 試験所の二部で接手の實驗を相當やつた記憶がありますが……

(金子) はあ、ございました。その結果も丸栓を使つたものが鉤型の供節、あれよりはいい結果が出てをりますし、それから四角なジベルを使つた場合に匹敵する成績が出てをります。それではじめて丸栓を使ふスカーフを採用してみたんですが……

(山縣) 今大場さんからお話があつたんですけども丸栓を使ふといふことは相當工作上厄介ですか。

(大場) 丸栓以外に、特殊なスカーフを御要求になつたわけです。

(金子) 三次型では特殊のスカーフも採用してをります。

(大場) 斯様な工作のために陸軍の工場では能率がいろいろな點で多少落ちるといふことを考慮に入れても、普通の工數の一・五倍です。

(山縣) 五〇%増し。

(小山) それは外板もですか。

(金子) いま大場さんのお話の工數を喰ふといふことで今思ひついたことは、たとへば曲げや引張を受けるやうな場所の接手、それを普通のスカーフにしないで、特殊なスカーフにしたところがあります。普通のスカーフは傾斜があいふふうになつてゐますがあの傾斜と反對に、材の先のはうが寸法が大きくて、もとの方を小さくします。要するにスカーフの傾斜が反對なんですね。さうしてこれを曲げや引張を受ける所に使用します。例へばこれを曲げますと常識で考へてもわかりますやうに、回轉しにくいのは確かであります。ところがその特別な接手は非常に工作がしにくいといふやうな箇所が出てまゐります。これは三次型で工作しにくかつた接手の一つの例であります。多分にフリクションをきかせようと

いふ考へを入れたんでありますが……

◇縦強力と外板◇

(原田) スカーフのことはそこへジベルを入れれば強くなるといふことは當然で建築のはうでも盛んに使つてゐるわけですが、私が再三働きを少なくするために固着をよくしたらといひますのは、たとへばスカーフの効率が百パーセントになつてつても縦強力材、外板とかなんとか、それと肋骨とを打つてをる釘の固着、それが悪かつたらダメだといふことなんです。ですから、あそこにジベルを入れることを考へて見るといふことになると思ふんですが、あそここの釘のことは、現場でお造りなつてゐる方はどういふふうにお考へなんでしょうか。外板を肋骨にとめてをる釘ですね。あれは外板が剥れないために打つのだといふ……

(上村) さういふ観念ですね。

(原田) ところがあれは縦強力材つまり鋼船のリベットの代りをしてゐるわけです。あそこが既に計算的にいきますといけないことが出て來ます。少くともあそこが今の二倍ぐらゐの強さがあつたらばだいたいぶもつだらうと思ふのです。

(上村) ですから、私が先程申し上げましたやうに、今の規程の固着釘の徑では足りない。實際は太い釘を使つてをるのです。

(大場) しかし、その點はたとへば障害のゴムの外板の船は全然縦の強力をゴムの外板によらず船舶試験所で御設計になつた、その効果は割合によかつたんですが、さうすると、ほかの強力を増せば、實際上できる程度の釘で設計のはうで補ひうるんぢやないでせうか。

(原田) しかしそれは外板を縦強力材に使はないとすれば、今のお話のやうにスカーフをうんと丈夫にしてうんと大きな材料を通してそれに頼るといふことでつまり骨でもたせるか、皮でもたせる應力外皮にするかといふことの違ひ、即ち設計方針の違ひになります……

(大場) 工作上兩方を考へて外板のはうで半分もたせそのほかのはうでも別にもたせるといふふう設計すれば、補ひうる問題ぢやないかと、思ふんですがね。

(原田) それはスカーフが非常に強くなれば、そちらにもたしていいと思ふんですが、どうも大きな内龍骨のやうなスカーフを百パーセントにもつていくことはむづかしいとすれば、むしろ外板のはうにもたしてしまつて、ああいふ薄い、比較的薄い板をしつかりとめるはうがやさしくはないかと思ひます。

(山縣) 結局ゴムの船は別として、折角外板があるのだから、それをロンジチュージナル・ストレングス・メンバーとして縦強力に貢献させよう、それには釘を丈夫にすることがいい、かういふことですね。

(大場) さうですね。それには限度があるのぢやないでせうか。その限度をよそのはうを補ふはうにしたら、今の縦強力の問題がやや解決できるのぢやないか。

(山縣) それは振合ひはありませうね。

(原田) 振合ひはありますね。

(金子) いま大場さんのおつしやつた船は、どちらかといふと、外板よりも縦通材にストレングスを持たせようといふわけですね。外板の上にゴムを張つてるといふ關係上、外板は勿論普通の船よりも薄いんです。縦通材は例へば寸法を増し固着も相當嚴重にやらしてあります。それから上甲板上に縦通材をとらせてゐるんですが、これがまた上甲板の上の縦通材ですから、仕事やしやすといふ關係もありませうし、相當効いてゐるんぢやないかと考へてをります。

◇第三次型船の構造◇

(山縣) その點は、三次型は相當御研究になつて新しいことをやつてをられるのですが、それを一應お話ねがひませうか。縦強力をいかにあの船に強くしたかといふことを。

(金子) 三次型の計算上の縦通力といふのは、それまでの船の縦強力と比較して、相當強いといひますか適當なところを睨んだといふぐらゐしかいへないのぢやないでせうか。

(山縣) だけれども、今の上甲板上に縦通材を通したといふことは、非常に新しいことでせうな。

(金子) それは三次型ではやりませんでしたかただ三次型で非常に變つたことをしたと思つてゐるのは、ピラーを二列にしたんです。木船であれを大々的にやつたのは初めてぢやないでせうか。

(大場) またピラーの固着を特殊な方法でやられてをるわけですね。

(金子) はあ。ピラーの固着を特殊なものにしましたし、ピラーの關係もありますが、アンダーデッキに縦通材を通してをります。

(大場) 三次型の非常にいいのは、圖面が非常に懇切丁寧にディテールまで、工場の工員がわかりやすいやうな詳細の指導方法がしてあることですね。あの方法は、一片の仕様書で固着をどうしてといふことを書いてあるのより、試験所があれほど懇切丁寧に書いて工員を指導されるといふことは今後共ああいふふうにいかなければいかんぢやないかと思ひま

すね。それだけにごまかしやうがなかつたわけで恨みがあるのです。

(山縣) 要するに、従来の木造船工業は、工業ぢやなくて、工藝だつたんですな。

(金子) あれは構造が多少變つたものですから、圖面に丁寧にあらはすべきだといふ考へで作つたんです。構造が變つたといひますと、一番大きく變つたのはピラーを two row に置いたこと、而も widely spaced なんです。ピラーの数が少いわけなんです。ですからピラーの立つ場所のフレームを、鋼船のストロングフレームまでに考へてをります。ピラーの固着部やピラーの立つてゐるフレームも特殊な構造になつてをります。たとへば二材合せ肋骨といふものは、理論的に考へますと効率が非常に悪い。だから三材合せにし固着釘を double sheer に働かせよう——實際は bend に近い状態だが——といふやうな着想で構造をしてをります。このやうな關係で工作がむづかしかつた點もあるんぢやないかと思つてをります。

(原田) 肋骨を三材合せといふことは、私も効率の點からいきましてもいいと思ひますが、現場ぢや困らせうね。

(大場) 實際現場は泣いてゐましたよ、試験所の嚴重な監督があつたものですからやつたんです。

(原田) 肋骨の木取をする時に困らせう。二材合せの時にはモールドを合せ面の處の形で作るのですが、三材だともう一つモールドを使はなければならぬわけでありまして。

(金子) 三材といひましても、両面に當て板をするといふ考への三材なんです。

(原田) ああさうですか。

(金子) 普通の二材合せでは固着釘はシングルシャーの働きなんです、それをダブルシャーの働きになるやうに當て板を二つにしたといふわけですね。

◇縫釘と目板◇

(上村) それからさつき縦強力のことでいろいろお話がありました、鋼船は外板と外板とがすつかり固着できてをりますね。ところが木造船は、外板一つ一つが肋骨固着してるだけで、相互間の區着といふものが全然ないんです。さういふ點が規程に書いてない。外板相互間に縫釘を入れることによつて縦強力を増加し得る。

(山縣) 戦時標準船で縫釘を入れたものがあるのですか。

(上村) あります。

(山縣) 木鐵船は入れましたが、普通の木船でもあり

ますか。

(上村) あります。

(原田) それが入られるならば強度が上がることは當然なのですが……

(山縣) しかし仕事が大變でせう。

(上村) いや、簡単に入れられます。

(原田) しかし今までそれを入れるといふことが、非常に工作上厄介だからといふ工作者側の意見が強かつたやうですが……

(上村) 厄介ぢやない、和船造は殆んど縫釘を以て固着する。

(山縣) 和船はさうだけれども。

(上村) それを應用すれば、むしろ縦強力は多くなるんぢやないかと思つてをります。

(大場) 造船所が好意的に入れたので、一般的にやらないですから、さういふふうには指導されなければいけないわけですね。良心的な造船所はやつたのですね。

(小山) 成績はどうですか。

(上村) かういふことをやつた造船所は工作上相當注意してをりますから、成績がよい。

(原田) 私が先程から言つてるのも、結局木船とは鋼船のリベットの間が間のびして肋骨の間になつたやうなものなので、その間にまたリベットを打つてやれば、鋼船の程度にいくと思ふんです。

(上村) だから肋骨と肋骨の間が二本くらゐ入れれば理想的でいいんです。木鐵は縫釘を入れるといふことになつてをります。戦時標準船型には外板に縫釘を入れるといふことが書いてないんです。造船所で好意的に入れた船は成績がいいです。

(山縣) 戦時標準船の前、戦争のまへの機帆船で縫釘を……

(上村) ずるぶん入れてをります。瀬戸内方面の船はほとんど入つてるといつていいと思ひます。

(山縣) 今後の木造船の新しい標準型にさういふ方式をとつたとしてもさう文句は出ないわけですね。

(上村) 文句は出ません。むしろ造船所はかりするのが當り前だ。

(原田) さうなれば、縦強力の改造には、それが一番いいわけなのですが。

(金子) 外板のシームのつながりに今の縫釘をつかふ方法と、もう一つ、これは大型の船に適用されるかと思ひますけれども、シームに目板を當るといふやうな考へからシームのところに更に外板を張る。要するに外板を二重張りにしたらといふやうなことはいかがでせうか。さういふ考へは成り立ちませんか。

(原田) それも結構だらうと思ひますね。

(大場) 工作上むづがしいのぢやないでせうか。

(山縣) それは合板船の考へ方だ。

(金子) さうですね。ただそれを、糊を使はないで、釘で二重張りにする。

(原田) さつきの縫釘の話ですが、使ふときにはすこし細かい検討をしてみる必要があると思ひます。縫釘を入れたために、縫釘のところの木がまるつてしまつたり、あるひは今までそれで助つてゐた外板が剪断應力を受持つことになるんですから、そのはうでこんどは參つたりすることがあるかどうかといふこまかな検討が必要なのですが、大雑把にいつて縫釘を入れることは非常にいいだらうと思ひます。

(山縣) ですから、全般的に外板の厚さを厚くするといふやうな問題は必ずおこりますね。

◇木鐵交造部材◇

(山縣) すこし話を變へまして、縦通材のお話が出ましたが、われわれの先輩に小川良平さんといふ方がございまして、この方は眞剣になつて、たとへば内龍骨の上下に鐵板を當てましてそれでもつて内龍骨を丈夫にする、かういふ考へ方を考案されました。特許になつたのですかね……

(上村) 特許になつてをります。

(山縣) おあいふ考へはどうですか。ある程度鐵板なりなんなりを使つて、部材のストレングスをまづ増す。

(金子) それは接手部分だけですか。

(山縣) 全體。

(金子) その考へはいいんぢやないか、木鐵交造船といふやうなものになるかも知れませんか。

(山縣) 木鐵交造船とはすこし違ひますね。部材自身がもう木鐵なんですな。

(金子) 船全體としては木鐵交造船の部類に……

(山縣) それは考へ方だけだね。内龍骨の上面と下面に……

(小山) 全體に亘つて入れるわけですね、接手だけでなくて。

(金子) 上面と下面に入れるよりは、サイドに入れるほうが工作の方から……

(山縣) さうでせうね。

(上村) 内龍骨の両側に入れた船もございませう。

(金子) 今の木鐵交造船の構造を變へるならば、お話し部の材を用ひてやつていくといふ考へも非常に面白いんぢやないかと思ふんですが……

(山縣) その場合疑問をもてるのは、結局さういふ構造では木といふものはただ鐵板の位置をきめるだけ

に使はれたことになりはしないか。木がストレングス・メンバーになり得ますか。

(原田) 木があそびますね。

(山縣) さうでせう。木材は鐵板を所定の所におく、この役目だけになる。

(原田) とにかく、木はあそびます。

(金子) ある程度あそびますけれども、鐵板の方は木と木との固着の役目をももつのでありますから、ある場合には考へて見る價值があるんぢやないかと思ひます。

(原田) それは結局木船の縦強力材の鐵を混ぜたといふことになりませう。

(金子) さうなりますね。

(原田) さうすると、鐵が大きな應力を受持つから、これは損だといふことは定説ではないでせうか。

(小山) 私は八十噸級の、相當長い木鐵の高速艇をやつたのですかね。戰時中外洋を高速で航走している、ろ缺點も現れたんですが、木鐵が混用された部分では鐵がもつてるけれども、それからある程度離れた木ばかりのところでは木だけがしよつてるといふやうなことも考へられさうなんです。これはまだ見當だけで、たとへばキールの邊とかストリンガーの邊だけ鋼鐵を使ふと、その邊は鐵がしよつてるけれども、途中の外板あたりになるとやはり木船の構造の特性上ズレが非常に出来ますから、木がある程度しよつてるといふやうな考へ方が一つあります。それからもう一つは、テンションは鋼材が背負ふけれども、コンプレッションの場合は木材がスチフナーの役目をしてくれるので、相當にうすい鐵板を使ふといふことが出来ます。それは實際缺點がでた所を見てわかつたのです。われわれは鐵でやつてゐるので安心して損木などしなかつた。ところがコンプレッションでバックルしまして、損木が沿つてゐたところはどうもありません。このやうな輕構造の船では考へられますが、鋼材が大きくなつてわざわざスチフナーに木を使はなくてもいいといふ場合には却つて損だらうと思ひます。

(山縣) いかがですか、原田さん。

(原田) どうも僕は鐵を縦強力材に混ぜて使ふといふことは賛成できない。鐵と木を組合せて兩方ともに使はうとすると、例の斜帶板になります。鐵を斜に使つて、見掛のヤング係数を小さくして木と鐵との應力の比を兩方の許容應力の比の程度に揃へるといふやうなことになるんぢやないかと思ひます。

(小山) 斜帶板がショートカットしようとするのですが、それをいかに木でおさへておくかといふことについても問題があるんです。特に輕構造の船ではブ

レームとフレームの間ショートカットしてしまひます。

(原田) コンプレッションを受けた時にですか。

(小山) さうです。さういふときに木を添はしておけば、さういふことがおこらない。

(山縣) 私、素人でよくわからないですけども面白い問題ですね。

(小山) 有効だといふのは、単なる私だけの勘です。大體木船は非常にルーズですから……

(山縣) 實際の船について一ぺんやつて結果を調べてみたらどうかね。

◇木鐵交造船◇

(小山) 木鐵混交船も捨てたものぢやないと思ひますが、なかなか設計がむづかしいと思ひます。ほんたうに木と鐵との適材適所を辨へないとできません。

(原田) さうですね。結局そこに行くぢやないかと思ひますね。

(山縣) 木鐵交造船の話が出ましたが、あれは本來鐵船ができた初期に、當時の長い航路といふのはヨーロッパからインドにお茶を取りにくる。それでインドにきて、鐵船ですと、ドックの設備がない。したがつて、ハウリングをやつてスピードが落ちるといふことと、それから鐵の出來初めの頃は鐵が非常に高かつた、かういふやうなことで、むしろ鐵船に木の外板を張つて、それで銅の板を張る。かういつたわけで出來たんですね。ですから現在木鐵船をやるといふことになる、昔の考へ方ぢやいけないので根本的に考へ直さなければいけません。

(金子) さうすれば、木船を主にして考へた木鐵交造に進まなければならぬといふ……

(山縣) だからね、僕はいつも言つてるんだけど、昔の木鐵船はコンポジット・ジップですが、現在われわれが必要とする木鐵船はレインホースト・ウッド・シップでなければいけない。

(原田) 戦時中木鐵交造船の研究はだいたい方々でやられてゐましたかあの考へも結局今のと似てるんぢやないですか、とにかく鐵を節約するためにするんだといふことだつたと思ふんですがね。

(山縣) それはさうなんです、ただ鐵の節約の仕方ですね。百何十年前の考へ方ぢやいかにといふのですよ、僕は。

(原田) あの種類の一研究會に顔を出したこともありませんが、損なことはわかつてゐるけれども、なんでもかんでも鐵を節約するためにやるんだ、といふやうな考へ方だつたですね。

(上村) ですから、今後の優秀船などは、弱いところ

をどんどん鋼材でカバーしていくといふことで進んだほうがいいんぢやないですか。

(山縣) どんどんはいいのだけれども、理窟に合つたことをやらなければならぬから。

(上村) 一番弱いところは内龍骨方面と艙口の兩側で尙バイブレーションの補強等に鋼材を使用したら、木造船の缺點が相當少くなるのではないかと思ふ。

◇水止めの問題◇

(山縣) 數日前ある會合がありまして、その席で、私にかういふ要求をされた人があるんです。現在木船で一番問題になつてゐるのは、水が漏れるといふ點です。これにはいろいろ原因がありませうが、合板船は別としてホーコンを打つことなしに水が漏れない方法はないかか、かういふことを研究してくれといふのです。大場さんが苦勞された陸軍の船、これは外板にゴムを使ふから問題はないけれども、なにか他によい方法はありませぬかね。

(小山) いろいろな充填劑がアメリカあたりでさかんに作られてをりましたですね。プラスチック・ウッドとかなんとか名をつけて、やはり樹脂系統のものですね。しかしなかなかいいものがないやうですね。

(上村) 日本海方面では漆を使用してをります。ところがその漆が現在市場に少いのですから使つてをりませんが、今後研究をしていただきたいと思つてをりました。

(金子) 漆は一面に塗るんですか。

(上村) 接手に。ですから昔の大和型です。大和型船には槓肌といふものを使用しない。

(山縣) しかし漆を塗つても船が濡ふと飛びだすといふことはないでせうか。

(上村) 密着して絶対に離れない、外板全體が一體となるから。

(小山) 接着劑として使つてゐるわけですね。

(山縣) 考へ方は合板船と同じですね。

(小山) 漆もやはり樹脂ですからね。

(上村) 槓肌ではすぐ飛びだしてしまふから、さういふものを考へなくてはならない。

(山縣) 結局ものを塗るといふことだね。

(上村) かういふものを考へていただければ、もつと進歩するんぢやないですか。

(山縣) リジッドにつけてしまつた時、ゆとりがなくなつて困るといふことはありませんか。

(原田) 全體的にくつつけば、それでいいと思ひますね。全體的にくつついてしまへば、鋼船と同じことになりますから。さうすれば結局鐵船と同じ意味の

剪断力を受持つといふことになります。それをちよつと計算してみましたが大丈夫なんです。木の剪断強さ以下になりますから。

(山縣) それなら問題ないわけですね。

(金子) さうしますと、木材自身の伸縮率といふものをどういふふうにお考へになりますか。そのために、非常な内力が出てくるといふことは、木材の外板の幅に對して伸縮が非常にあるから。

(原田) それは今まで考へてをりませんでした。

(山縣) それはある。

(金子) 非常な内力をもつといふことが考へられるのです。ですから充填剤では伸縮性のあるものの方がいいんじゃないかと考へられますが……

(小山) 糊を使つた板なんかでも、糊ではいだ所は參らないで、間が乾燥で出てきて割れてるのがたくさんあります。

(原田) よく乾燥させればいいわけですね、その點は。

(小山) 生木なんかは。

(原田) 木が乾いて収縮するのがいけないといふことになるのでせうから、よく乾いた木を使つて常に膨脹する傾向にしておけば問題はありませんでせう。

(金子) さういふことになりますね。さうすれば内力はコンプレッションとして抑へるわけですからね。

(原田) そのコンプレッションは木の繊維に横の方向のものでせうから、木はかなりよく壓縮の歪を起して相當な内力にも耐へると思ひます。

◇膠着剤について◇

(山縣) 先程小山さんからお話があつたのですが、糊の問題は非常に悲觀的だといふ、さうするといふと今後の木造船に糊を使ふといふことはダメですか。

(小山) 私は當分はよほど部分的に使ふか、それとも例へば瀬戸内海あたりに使ふローカルな木造の高級な客船でも造る場合に使へるわけです。標準船や機帆船あたりにもつていくといふことは、まだちよつと無理ぢやないかといふ氣がします。しかし膠着剤の関係者は増産意欲はあるやうですから、糊用途の開拓をぜひやるんですね。

(金子) 小山さん、現在の合板船、あれについてなにかその後の成廣といふやうなことを聞いてをられますか。

(小山) 先般試験所で千葉さんが報告された以上のことはまだうかがひません。

(原田) 糊の使ひ方で、いま外板あたり、木の長いのがない、そこで小さい木をつないで長い木にして現場にもつていくといふことはできませんか。

(小山) できると思ひます。當然やらなければいかん

と思ひますが。現在、設計者、造船業者、運用者のすべてが心配してるのはやはり耐水性で強度ぢやないのです。これさへだれかが折紙をつければ安心するだらうといふので船舶試験所ではまつさきに糊の試験をやり出しました。

(山縣) しかし、耐水性については千葉君の所で研究したのぢやないですか。

(小山) しかし千葉さんの所でははれた位ではどこも一般の人は信用しないのです。やはり試験所あたりが折紙つけなければいかんといふわけです。

(山縣) 私は耐水性の問題は餘り氣にしてゐないのですが、ただ老化といひますか、あの問題は千葉君の所で餘りやつてゐなかつたやうですね。

(小山) 耐水性や老化性についても、圓筒型以外には永く漬けておくやうな船ではやつたことがないので、せいぜい二十噸ぐらゐの上架する機会も多く、それでも糊でつけたのはまだ不安があります。それを解決してしまはうといつて努力してをります。それからフレームと外板の接合部の如く回轉する剪断力の出るやうな所へ糊をちよつと入れて釘を締めてしまふといふやうなことをやつて……

(大場) 併用するといひんでね。

(小山) 併用すればズレが生まれませんから糊をチペル式ズレる所に使ふと非常にいいものだと思います。

(山縣) 千葉君はそれに反對してる。

(小山) 千葉さんは壓縮用の釘すら抜いてしまふ主義でした。實驗してみると、ほんたうに膠着がついてをれば釘はあそぶのですね。しかし、人情としてなにかバラバラになりさうで、萬一膠着が抽かつた時に困るといふので、心配して釘を残してをるわけです。

(金子) 今度設計してをる優秀船といひますか、それについても先程原田さんのおつしやつたやうに、短材を長材にして使ふといふ考へを入れようと思つてをるのですが、一番不安に思ふのは、耐水性もあるんですが、耐久性、糊の老化といふやうな問題、その問題で多少不安に思ひます。たとへば試材なんかで放置しておいても糊が剥れてしまふ。

(小山) ああの當時は消耗品だから、何ヶ月かもてばいいといふ頭でやつてをりましたが、今後はさうはいかんですからね。

(山縣) 合板船の一番の難點は、やはり高くつくといふことですね。戦時中なら値段といふことは考へなくてもいいですが、今後は値段が一番物を言ひます。

(小山) 一般の大工は木を小さくしたがりませんね。いちいち割つて仕上げ、また張るといふやうなこ

とは毛頭考へないやうです。

◇木船研究會の設立提唱◇

(山縣) いろいろ有難うございました。恐らく木造船に關してこれだけまとまつたお話を伺ひ得る機會はほかにはないと思ひます。今お話を承つてをりまして今後木造船に關していろいろ研究すべき問題が澤山あると思ふんでございますが、一つこれを機會としまして、大學、船舶試験所、運營會、木船聯などが中心になりまして、木船に關する研究會を造船協會あたりでつくつたらどうかと思ふんでございますがいかがでございませうか。

(大場) 結構ですね。今までの技術規程を運輸省のはうから取つて、どこか民間の團體がやつたらいいと思ひますね。

(山縣) 海事協會も木造船の検査に進出するやうですから海事協會が技術規程を制定すべきでせう。それには原田さんのはうの研究なり、試験所の木船研究室の研究なりで、ある程度基礎的の根據をつくつてその結果を技術規程に採用させなければね。ただ觀念的に議論してもなかなかウンと言はないですか。

(大場) それは船舶運營會なり、木船協會なり、使用者の意見ならびに使用者側の實際の經驗の結果を取り入れていただいて、その都度どどんルールを變へていかなければダメだと思ひますね。技術規程なんかを大體省令なんかでしばつておくのがいけないと思ひます。

(上村) 私の奉職致してをります木船聯にも技術委員會といふものがあるのですが、その中にかういふことをやつていただいたらいいと思ひますが……

(山縣) 同じことをあちこちでやるのは詰らんから、造船協會なり、木船聯なり、とにかくどこかに一つの集りをつくつたらどうですか。

(原田) (大場) 結構です。

(山縣) 木材はその性質上、これに關する實驗の數値がバラバラするものですから、研究室だけでは不充分で、是非とも實際の方面と連絡をとつていかなければならない。理論と實際の方面とが結び合はざつた研究會が欲しい。その主催は造船協會でも、あるひは木船聯でも結構ですが、一つ私お世話いたしますから、皆さんの御参加を願ひたいと存じます。

(記者) それではこの邊で……。どうもありがたうございました。(終)

技術文化

編輯・技術文化研究會 發行所・天然社
定價4圓(〒10錢) 年極概算48圓

4・5月合併號(第1卷・第2號) 目次

技術史が與へてくれる歡び 1	三枝博音
ガリレオ・ガリレイの特許申請	加茂儀一
ゲーベル LIBER DE SEPTUAGINTA	エーレンボス 共譯
〔討論〕技術と政治	五十嵐宣子
社會技術としての政策	會田・稻村・武田・坂入
賠償問題と農村工業	武田良三
文化のすすめ 1	坂入長太郎
地方文化についての感想と空想	會田軍太夫
カデソツア 2	田中實
カツシラー“實體概念と關係概念”	稻村耕雄
	武谷三男

6・7月合併號(第1卷・第3號) 主要目次(特價5圓)

〔討論〕科學と認識論	岡・古在・佐藤・武谷
アメリカ工作機械發達史	加茂儀一
勞働醫學と勞働技術	石井金之助
技術論ノート	岡邦雄
ディーゼル“技術論”	會田軍太夫

可變断面棒の撓振動數に關する 一近似的計算法

渡邊正紀

1 緒言

可變断面棒の撓振動に關する問題は塔狀柱體の振動、船體の撓振動等に關聯して古くより研究せられて居り¹⁾、又最近は別の方面から多數の有益なる研究がなされてゐる²⁾。然し任意の可變断面を持つものにありては、その断面の慣性モーメントと並びに断面積は一般には數式を以つて表す事が出来ない爲にこれが嚴密解を得る事は出来ない。依つてこれらの多くの研究は断面が任意の特定函数(指數函数又は冪級數)を持つて表し得る場合について數學的嚴密解を求めて置きそれに近き断面變化をなすものと考へて行くか、或は圖式解法に依り基礎微分方程式を解かんとするもの³⁾、又はエネルギー法と圖式解法とを混用して近似解を求めんとするもの⁴⁾等、種々なる試みがなされてゐる。

尙近時高橋氏は断面が連續函数なる場合を、Sturm-diouville 型固有値問題として論じた⁵⁾。

筆者は任意の可變断面棒に Rayleigh 又は Ritz のエネルギー法を適用するに當り、最も初等的な考へ方を以て多數の階段的断面變化をなす棒に置き變へてみた。その結果割合に簡單なる數値計算を以て嚴密解にくらべて相當精度のよい結果を得る事が出來た。

2 一般論

一般に可變断面棒の振動の微分方程式は

$$\frac{\partial^2}{\partial x^2} \left(EI \frac{\partial^2 y}{\partial x^2} \right) + \frac{A\gamma}{g} \frac{\partial^2 y}{\partial t^2} = 0 \quad (2.1)$$

である。但し茲に γ は單位體積の重量にして g は重力の加速度 E は材料のヤング率 I 及 A は夫々断面の慣性モーメント及断面積を表すものとす。然るに (2.1) 式の嚴密解を得る事は困難なる爲、振動數の算定には近似解法としてエネルギー法が多く採用せられてゐる。即ち振動中の撓形を

$$y = X \cdot \cos pt \quad (2.2)$$

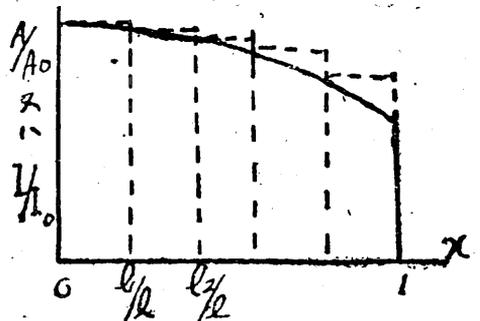
とすれば $\max. P. E. = \max. K. E.$ の理に依り Circular frequency p は次式に依り求められ

る。

$$p^2 = \frac{E \cdot g}{\gamma} \cdot \frac{\int_0^l I \left(\frac{d^2 X}{dx^2} \right)^2 dx}{\int_0^l A \cdot X^2 dx} \quad (2.3)$$

上式に於いて振動數の算定には實際の撓曲線より少し異つたものを假定するとその影響は少い事がしられる故、近似法として断面一樣なる棒の撓曲線又は端部條件を満足する任意の他の撓曲線に依る X を採用するとすれば、 X 及び $\frac{d^2 X}{dx^2}$ は x の函数として表す事が出來ず。然し任意の可變断面棒に對して A 及 I を一般には x の函数として表す事は出来ない。依つて次の如き便法を考へた。

今或る基準となるべき断面積 A_0 及慣性モーメント I_0 を假定し、各位置に於ける断面積及び慣性モーメントに關する $\frac{A}{A_0}$ 及 $\frac{I}{I_0}$ 曲線が第1圖の如く表されたとする。この場合これら



第 1 圖

の曲線を多數の階段を持つ曲線(即ち Stufenkurve)を以つて置き換へたとしても大した誤差は伴はない。従つて (2.3) 式の積分は變域を夫々分割して考へれば行ふ事が出來る譯である。

圖に於いて變域 $0 \leq x \leq l$ を n 分割せる場合各區間に於ける A/A_0 , I/I_0 の値を夫々 $\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_n$; $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n$ を以つて表す事にし、且各階段位置を座標原點より近き所より始めて夫々 l_1, l_2, \dots とするならば、(2.3) 式は次の如く書換へる事が出来る。

$$p^2 = \frac{Eg}{r} \frac{I_0}{A_0} \frac{\sum_{i=1}^n \lambda_i \int_{l_{i-1}}^{l_i} \left(\frac{d^2 X}{dx^2}\right)^2 dx}{\sum_{i=1}^n \mu_i \int_{l_{i-1}}^{l_i} X^2 dx} \quad (2.4)$$

茲に $l_0=0$ $l_n=l$ なり。

因に均一断面棒 (断面積 $=A_0$, 慣性モーメント $=I_0$) の振動数 p_0 は一般に次式に依り表はされる事が知られてゐる。

$$p_0^2 = \frac{EI_0 g k^4}{A_0 r} \quad (2.5)$$

茲に k は

$$k^4 = \frac{p_0^2 A_0 r}{EI_0 g} \quad (2.6)$$

と置き、基礎微分方程式より導びかれた振動方程式の根を表すものとす。

依つて今各分點を等分點にとるとし、(2.4) 式を (2.5) 式の関係を用ひ替換へるとすれば、次の如くなる。

$$\frac{p^2}{p_0^2} = \frac{1}{k^4} \frac{\sum_{i=1}^n \lambda_i \int_{\frac{i-1}{n}l}^{\frac{i}{n}l} \left(\frac{d^2 X}{dx^2}\right)^2 dx}{\sum_{i=1}^n \mu_i \int_{\frac{i-1}{n}l}^{\frac{i}{n}l} X^2 \cdot dx} \quad (2.7)$$

故に豫め各種の端部条件を持つ棒に就きその振動形を假定し夫々の場合の次の積分値を計算し表示しておくならば λ_i, μ_i ($i=1,2,\dots$) は直に決定出来る故、(2.1) 式は容易に計算する事が可能な譯である。

$$\left. \begin{aligned} k_i &= \int_{\frac{i-1}{n}l}^{\frac{i}{n}l} \left(\frac{d^2 X}{dx^2}\right)^2 dx \\ J_i &= \int_{\frac{i-1}{n}l}^{\frac{i}{n}l} X^2 \cdot dx \end{aligned} \right\} (i=1,2,\dots,n) \quad (2.8)$$

次に上式を片持梁の振動数の算定に應用してみる。

3 片持梁の撓み振動数の算定

前述の如く振動数の算定に當り實際の振動曲線より少し異なるものを假定するもその影響は少い事は知られてゐる故、近似撓み曲線として断面一樣なる棒の撓み曲線を假定した場合に就

いて計算を試みてみる事にする。

断面一樣なる棒 (その断面積を A_0 , 慣性モーメントを I_0 とし、その Circular frequency を p_0 とす) の振動方程式の一般解は周知の如く

$$X = C_1 (\cos kx + \cosh kx) + C_2 (\cos kx - \cosh kx) + C_3 (\sin kx + \sinh kx) + C_4 (\sin kx - \sinh kx) \quad (3.1)$$

$$\text{茲に } k^4 = \frac{p_0^2 A_0 r}{EI_0 g}$$

に依り表はされる。

勿論積分常数 C_1, C_2, C_3, C_4 は端部条件に依り決定せらるべきものにして、 $x=0$ に於て固定せられ、他端部自由なる棒に對しては次の条件より決定せられる。

$$\left. \begin{aligned} (1) & (X)_{x=0} = 0 \\ (2) & \left(\frac{dX}{dx}\right)_{x=0} = 0 \\ (3) & \left(\frac{d^2 X}{dx^2}\right)_{x=l} = 0 \\ (4) & \left(\frac{d^3 X}{dx^3}\right)_{x=l} = 0 \end{aligned} \right\} \quad (3.2)$$

而して最初の2個の条件より $C_1=C_3=0$ となり他の二個の条件より振動方程式

$$\cos kl; \cosh kl = -1 \quad (3.3)$$

及び正規函数として

$$X = C_2 [(\cos kx - \cosh kx) - q(\sin kx - \sinh kx)]$$

$$q = \frac{\cos kl + \cosh kl}{\sin kl + \sinh kl} \quad (3.4)$$

を得。

(3.3) 式の各根 $k_i l$ 並に それに相當する q_i の値を表示すれば第1表の如くなる。

第1表 $k_i l$ 及び q_i の値

i	1	2	3	4	5	6	7
$k_i l$	1.875	4.694	7.855	10.996	10.996	14.137	17.219
q_i	0.734	1.021	0.999	0.999	1.00003	0.9999	0.9999

然し我々の特に必要とするものは基本振動数に對する $k_1 l$ 及び q_1 の値である。

依つて

$$\left. \begin{aligned} \alpha &= \tan^{-1} q_1 = \tan^{-1} 0.734 = 0.66332 \\ \beta &= \tanh^{-1} q_1 = \tanh^{-1} 0.734 = 0.9375 \end{aligned} \right\} (3.5)$$

と置く事に依り基本振動に對する (3.4) 式は次の如く書き換へられる。

$$X=C_2 \left[\frac{\cos(\alpha+k_1 x)}{\cos \alpha} - \frac{\cosh(\beta-k_1 x)}{\cosh \beta} \right] \quad (3.6)$$

(3.6) 式を (2.7) 及び (2.8) 式に代入すれば

$$\frac{p^2}{p_0^2} = \frac{\sum_{i=1}^n \lambda_i k_i}{\sum_{i=1}^n \mu_i J_i} \quad (3.7)$$

$$k_i = \int_{\frac{i-1}{n}l}^{\frac{i}{n}l} \left\{ \frac{\cos(\alpha+kx)}{\cos \alpha} + \frac{\cosh(\beta-kx)}{\cosh \beta} \right\}^2 dx$$

$$J_i = \int_{\frac{i-1}{n}l}^{\frac{i}{n}l} \left\{ \frac{\cos(\alpha+kx)}{\cos \alpha} - \frac{\cosh(\beta-kx)}{\cosh \beta} \right\}^2 dx \quad (3.8)$$

となる。

而してこの時 $k_i J_i$ ($i=1, 2, \dots, n$) は或る特定の n に就て豫め計算し得る所のものである。例へば $n=10$ とせる場合の夫々の値を計算すれば第2表の如くなる。

第2表 $k_i J_i$ ($i=1, 2, \dots, n$) の値 ($n=10$ の時)

i	1	2	3	4	5
k_i	0.6499	0.4148	0.3210	0.1913	0.1225
J_i	0.0002	-0.0012	0.0054	0.0393	0.629
i	6	7	8	9	10
k_i	0.0596	0.0297	0.0107	-0.0049	-0.0111
J_i	0.1142	0.2102	0.3304	0.4720	0.6471

4 数値計算例

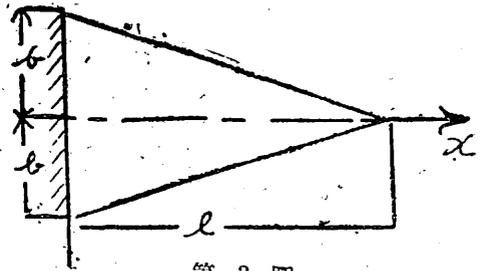
既に厳密解の知られてゐる二、三の例題に就いて比較計算を行つてみる事にする。

(1) 楔形の片持梁

第2圖に示す如く単位厚さを持つ楔形の片持梁を取扱つてみる。かかる例に對しては正規函数は Bessel function で決定せられ次の如き厳密解がしられてゐる⁶⁾。

$$p=5.315 \frac{b}{l^2} \sqrt{\frac{Eg}{3r}} \quad (4.1)$$

圖に於いて $x=0$ に於ける斷面積及び慣性モーメントを夫々 A_0, I_0 とせば、



第2圖

$A_0=2b, I_0=\frac{2}{3}b^3$ となり任意の x 斷面に於ては

$$\left. \begin{aligned} \frac{A}{A_0} &= 1 - \frac{x}{l} \\ \frac{I}{I_0} &= \left(1 - \frac{x}{l}\right)^3 \end{aligned} \right\} \quad (4.2)$$

となる。

今變域 $0 \leq x \leq l$ を 10 等分し、 A 及 I 曲線を階段曲線に置換へるとせば、 μ_i, λ_i ($i=1, 2, \dots, 10$) は夫々次の如くなる。

$$\begin{aligned} \mu_1=1.0 \quad \mu_2=0.9 \quad \mu_3=0.8 \quad \mu_4=0.7 \\ \mu_5=0.6 \quad \mu_6=0.5 \quad \mu_7=0.4 \quad \mu_8=0.3 \\ \mu_9=0.2 \quad \mu_{10}=0.1 \end{aligned} \quad (4.3)$$

$$\begin{aligned} \lambda_1=1.0 \quad \lambda_2=0.729 \quad \lambda_3=0.512 \\ \lambda_4=0.343 \quad \lambda_5=0.216 \quad \lambda_6=0.125 \\ \lambda_7=0.064 \quad \lambda_8=0.027 \quad \lambda_9=0.008 \\ \lambda_{10}=0.001 \end{aligned} \quad (4.4)$$

依つて本計算方法に依れば第3表の如く

$$\frac{p^2}{p_0^2} = 0.7503 \quad (4.5)$$

となる。

第3表 楔形片持梁の振動数算定

i	1	2	3	4	5
λ_i	1.000	0.729	0.521	0.345	0.216
k_i	0.6497	0.4748	0.1913	0.3210	0.1225
$\lambda_i k_i$	0.6499	0.3461	0.1644	0.0656	0.0265
i	6	7	8	9	10
λ_i	0.125	0.064	0.027	0.008	0.001
k_i	0.0596	0.0297	0.0107	0.0049	-0.0111
$\lambda_i k_i$	0.0075	0.0019	0.0003	0.00004	-0.00009

$$\sum_{i=1}^{10} \lambda_i k_i = 1.2621$$

<i>i</i>	1	2	3	4	5
μ_i	1.0	0.9	0.8	0.7	0.6
J_i	0.0002	-0.0012	0.0054	0.0393	0.0629
$\mu_i J_i$	0.0002	-0.0011	0.0043	0.0275	0.0377
<i>i</i>	6	7	8	9	10
μ_i	0.5	0.4	0.3	0.2	0.1
J_i	0.1142	0.2102	0.3304	0.4720	0.6471
$\mu_i J_i$	0.0571	0.0841	0.0991	0.0854	0.0647

$$\sum_1^{10} \mu_i J_i = 0.4589$$

$$p^2/p_0^2 = \sum_1^{10} \lambda_i k_i / \sum_1^{10} \mu_i J_i = 2.7503$$

然るに p_0 は (2.5) 式に $A_0 = 2b$, $J_0 = \frac{2}{3} b^3$,
 $k = \frac{1.875}{l}$ を代入する事に依り

$$p_0 = 3.5156 \frac{b}{l^2} \sqrt{\frac{Eg}{3\gamma}} \quad (4.6)$$

に依り表される故に p の値は次の如くなる。

$$p = 3.5156 \times 1.6583 \frac{b}{l^2} \sqrt{\frac{Eg}{3\gamma}} = 5.830 \frac{b}{l^2} \sqrt{\frac{Eg}{3\gamma}} \quad (4.7)$$

この値は (4.1) 式に比較して 9.68% の誤差となる。

(2) 圓錐形の片持梁

本問題は Kirchhoff に依り取り扱はれ基本振動に對して

$$p = 4.359 \frac{R}{l^2} \sqrt{\frac{Eg}{\gamma}} \quad (4.8)$$

を興へてゐる。

因に同じ長さ同じ底面を持つ柱體の振動数は

$$p_0 = 1.7578 \frac{R}{l^2} \sqrt{\frac{Eg}{\gamma}} \quad (4.9)$$

なり。

但し上の二式中の R は底面の半徑を表すものとす。

$x=0$ に於ける面積及慣性モーメントを夫々 A_0 , I_0 とすれば、任意の x 断面に於ける A 及 I は夫々次式に依り表される。

$$\frac{A_0}{A} = \left(1 - \frac{x}{l}\right)^2$$

$$\frac{I_0}{I} = \left(1 - \frac{x}{l}\right)^4 \quad (4.10)$$

依つて A 及 I 曲線を階段級數を以て置換へるとすれば、 $\mu_i \lambda_i$ ($i=1, 2, \dots, 10$) は第4表に示す如くなる。尙同表中に p^2/p_0^2 の計算を行つた結果

$$\frac{p^2}{p_0^2} = 7.1637 \quad (4.11)$$

が得られた。

第4表

圓錐形片持梁の振動數算定 (3.1 の方法)

<i>i</i>	1	2	3	4	5
λ_i	1	0.6561	0.4096	0.2401	0.1296
k_i	0.6499	0.4748	0.3210	0.1913	0.1225
$\lambda_i k_i$	0.6499	0.3115	0.1315	0.0459	0.0159
<i>i</i>	6	7	8	9	10
λ_i	0.0625	0.0256	0.0081	0.0016	0.0001
k_i	0.0596	0.0297	0.0107	-0.0049	0.0111
$\lambda_i k_i$	0.0037	0.0008	0.0001	-0.00001	0

$$\sum_1^{10} \mu_i \lambda_i = 1.1593$$

<i>i</i>	1	2	3	4	5
μ_i	10	0.81	0.64	0.49	0.36
J_i	0.0002	-0.00012	0.0054	0.0393	0.0629
$\mu_i J_i$	0.0002	0.0010	0.0034	0.0193	0.0226
<i>i</i>	6	7	8	9	10
μ_i	0.25	0.16	0.09	0.04	0.01
J_i	0.1142	0.2102	0.3304	0.4720	0.6471
$\mu_i J_i$	0.0286	0.0336	0.0297	0.0189	0.0065

$$\sum_1^{10} \mu_i J_i = 0.1618$$

$$p^2/p_0^2 = \sum_1^{10} \lambda_i k_i / \sum_1^{10} \mu_i J_i = 7.1637$$

即ち (4.9) 式より

$$p = 1.7578 \times 2.676 \frac{R}{l^2} \sqrt{\frac{Eg}{\gamma}} = 4.704 \frac{R}{l^2} \sqrt{\frac{Eg}{\gamma}} \quad (4.12)$$

を得る。

此の値を (4.8) 式と比較すれば 7.9% の誤差となる。

(3) 煙突の振動数算定

茲で数値計算を試みんとする煙突は大森博士が實測せられた 550 呎の鉄筋コンクリートの煙突にして、これに對して既に松山氏が Tobin の行つた船體振動数算定法を應用して數値計算を試みられたものである⁸⁾。

煙突の各部の A, I 及 $\lambda_i \mu_i$ ($i=1, 2, \dots, 10$) は第 5 表に示しておいた。これより p^2/p_0^2 の値を計算すれば第 6 表の如くなる。

第 5 表

項目 位置	慣性 モーメント I_n (呎) ⁴	性 λ_n ($=I_n/I_0$)	断面積 A_n (呎) ²	μ_n ($=A_n/A_0$)
0	63.040	$\lambda_1=1.0$	310.70	$\mu_1=1.0$
0.1 l	44.710	$\lambda_2=0.6997$	250.20	$\mu_2=0.8015$
0.2 l	31.440	$\lambda_3=0.4995$	200.10	$\mu_3=0.6440$
0.3 l	22.930	$\lambda_4=0.3681$	165.90	$\mu_4=0.5319$
0.4 l	16.860	$\lambda_5=0.2667$	136.30	$\mu_5=0.4389$
0.5 l	12.750	$\lambda_6=0.2025$	113.10	$\mu_6=0.3675$
0.6 l	9.890	$\lambda_7=0.1555$	95.11	$\mu_7=0.3062$
0.7 l	8.010	$\lambda_8=0.1269$	82.94	$\mu_8=0.2670$
0.8 l	6.540	$\lambda_9=0.1038$	70.84	$\mu_9=0.2282$
0.9 l	5.340	$\lambda_{10}=0.0848$	58.83	$\mu_{10}=0.1894$
l	4.440	—	49.32	—

第 6 表

煙突の振動数算定 (3.1 の方法)

i	1	2	3	4	5
λ_i	1.0	0.6997	0.4995	0.2681	0.2667
k_i	0.6499	0.4748	0.3210	0.1913	0.1225
$\lambda_i k_i$	0.6499	0.3322	0.1604	0.0704	0.0327
i	6	7	8	9	10
λ_i	0.2025	0.1555	0.1269	0.1038	0.848
k_i	0.0596	0.0297	0.0107	-0.0049	-0.0111
$\lambda_i k_i$	0.0121	0.0046	0.0014	-0.0005	-0.0009

$$\sum_{i=1}^{10} \lambda_i k_i = 1.2622$$

i	1	2	3	4	5
μ_i	1.0	0.8015	0.6440	0.5319	0.4389
J_i	0.002	0.0012	0.0054	0.0393	0.0629
$\mu_i J_i$	0.0002	0.0010	0.0035	0.0209	0.0276
i	6	7	8	9	10
μ_i	0.3675	0.3062	0.2670	0.2282	0.1894

J_i	0.1142	0.2102	0.3304	0.4720	0.6471
$\mu_i J_i$	0.0420	0.0644	0.0882	0.0974	0.1226

$$\sum_{i=1}^{10} \mu_i J_i = 0.4657$$

$$p^2/p_0^2 = \sum_{i=1}^{10} \lambda_i k_i \bigg/ \sum_{i=1}^{10} \mu_i J_i = 2.7101$$

$$\text{即ち } \frac{p^2}{p_0^2} = 2.7101 \quad (4.13)$$

然るに最下部と同一断面を持つ場合の p_0 の値は (2.5) 式

$$I_0 = 63.04 \text{ 呎}^4 \quad A_0 = 310.70 \text{ 呎}^2$$

$$l = 550 \text{ 呎} \quad k = \frac{1.875}{l} \text{ を代入すれば}$$

$$p_0 = 11.62 \times 10^{-6} \times 1.00 \times 10^4 \times 14.25 = 1.6558$$

となるが故に

$$p = 1.646 \times 1.6558 = 2.725$$

となる。

故に振動数 n 並に振動週期 T は夫々次の如くなる。

$$n = \frac{p}{2\pi} = 0.4337/\text{秒}$$

$$T = \frac{1}{n} = 2.304 \text{ 秒}$$

此の値を松山氏の計算値 $n=0.414/\text{秒}$, $T=2.42\text{秒}$ と比較すれば, n に於いて 4.83% 大きくなつてゐる。

尙大森博士の實測値 2.53~2.55 秒に比較すれば 9.75~10.6% の誤差を含む事になる。

本稿の数値計算は大坂工專造船科第一回生諸君の行つたものである事を附記する。

脚 註

- 1) J. W. Nicholson, "The Lateral Vibrations of Bars of Variable Section", Proc. Roy. Soc., 1917, p. 506; "The Lateral Vibration of Sharply-pointed Bars," Proc. Roy. Soc., 1920, p. 172. 物部長穂 "塔状構造物の震動並に其耐震性に就て", 土木學會誌, 1919, p. 561. 小野鑑正 "Lateral Vibrations of Tapered Bars", 日本機械學會誌, 第 28 卷, P. M. Wrinch, "On the Lateral Vibration of Rods of Variable Cross-section", Phil. Mag., 46 (1923), p. 273.

(254頁へ續く)

本邦唯一の造船造機學會たる造船協會は一昨年(1945)の11月に講演會を開催して以來、戦局の苛烈化、敗戦後の社會情勢などの外的條件による集會の困難乃至は不可能に基づいて、協會本來の使命であり、最大の行事である學術講演會の開催を中絶するの止むなきにいたり、「本會は毎年春秋2期に講演會を開催す」との協會規約を貫し得ず、學會としての機能を全く停止したかの憾があつたが、その後における協會當事者の努力は、幾分なりとも好轉し來つた四圍の情勢と相俟つて、この5月5日に東京帝大第一工學部講堂において講演會を再開するの運びとなり、1年半振りに斯界の渴望をいやした。もつとも從來講演會に常例的に附隨してゐた工場見學、晚餐會などはまだ開催困難な事情にあり、この點講演會參加者のすべてに一抔の物足りなさを感じさせたのは致方ない。

協會は事務所の罹災によつて會員名簿を焼失し、今なほこれが再調の途上にあり、従つて住所不明のため講演會開催通知狀の郵送不可能の會員も相當數にのぼり、また通知狀の印刷に手間どり、しかも郵便物の遅配により講演會期日前に通知狀を入手し得なかつた會員も多々あると聞いてをり、さらに鐵道、宿所、食糧など各般の事情に災ひされて地方よりの出席者が殆ど皆無に近いのではないかと推測されるなど、幾多の悪條件が重り合つて講演會出席者が極めて少數であると懸念されてゐたが、時節外れのうすら寒い小雨にもかかわらず、豫想を全く裏切つて前例のないほど多數の出席者が場内に見られ、正午頃は文字通り堂に滿つた盛況を呈したことは驚くの外なく、殊に學生を含み、比較的年少の會員の出席者が目立つて多かつたことは今回の講演會の特長ともいへ、わが造船造機學界及び業界將來のため洵に慶賀すべき現象と感じた。

講演會は井口會長の開會の辭に始まり、筆者の閉會の辭に終る間において13名の講演者により研究論文の發表が行はれ、これに對して質疑討論が活潑に繰返された。講演者及び討論者

の熱心さは協會の豫定した所要時間を著しく超過させ、晝食のための1時間足らずを除いては休憩なしに講演討論を連続強行したが、なほ前後10時間餘を要し、閉會は豫定より1時間半も遅延して7時半にもなる有様であつた。これは講演者及び討論者の熱意の反映として喜ぶべき事實には相違ないが、その反面において短時間をもつて講演者鏝骨の研究成果を出席會員に理解させ、討論させやうとする協會の企畫に根本的な無理が存在することを端的に物語つてをり、講演會を2日間に互つて開催し、講演者及び討論者にその意を十分に盡くさせることが學會としての責務であり、この點協會當事者の再考三思を要すべきであると信ずる。かつて筆者が出席して講演したイギリス造船學會講演會は14の講演を半日づゝ3日に互つて續行し、論文の發表、特に會員の討論に對し十二分の時間を用意するとともに、難解にして貴重な學術論文と長時間連続して取組まねばならぬ出席者の精神的及び肉體的過勞を避けるやう計畫されてゐたことはわが學會の學ぶべきことと思ふ。

本講演會において發表された論文は前記の通り13篇で、海軍解體後といへども過去の講演會に較べて、その數において優るとも決して劣つてゐないことは、講演會が暫く中絶されてゐたといふ特殊の事情が幾分なりとも手つたつてゐるとはいへ、意を強うするに足りる。これら論文をその取扱つてゐる問題によつて分類すると、強度關係6篇、流體力學關係3篇、船用機關々係2篇、その他2篇となつてをり、強度關係の論文が全體の略々半數を占めてゐる。講演會に出席した誰もが感じたであらうことは、問題を主として純理論的方面より考察した論文が著しく増加したことで、造船關係の科學的研究においてとかく缺陷とされてゐた實驗的研究と理論的研究との跛行状態の弊が是正されやうとする濃厚な機運が窺はれ、殊に敗戦に基づいて航空科學の研究を禁止された今後の造船科學は國內航空科學より理論の輸入を期待し得ず、自力をもつて理論的方面の開拓にあたる必要に直面し

たわけであるから、この一般的傾向は極めて高く評價されるべきものである。

13 篇の論文中、その 6 篇は東京帝大関係者より、また 5 篇は三菱重工工業関係者より発表され、この意味において、今回の講演会は東大及び三菱の合同講演会といふも決して過言ではなく両者に最高の敬意と感謝を表するとともに、他の學校、造船所などの関係者の奮起を切望して止まない。なほ講演会ごとに貴重な實驗的研究を數多く發表して斯界に絶大の貢献をなすべしあつた海軍の消滅により今後この方面の研究に大きな孔が豫想される實情に鑑み、戦争の影響を受けてこれまた暫く中絶のまゝとはなつてゐるが、數年前から獨力をもつて講演會を開催し、研究報告を公刊してゐた船舶試験所の全面的乃至は部分的参加による本講演會の補強工作が當然考慮されるべきで、協會及び試験所の兩當事者間において改めて再検討されるべき重大な課題と考へられる。

本講演會において發表された諸論文の内容をその梗概の前刷と臆氣な記憶とを辿つて簡単に紹介してみよう。

乾崇夫君の「浅水及び制限水路に於ける造波抵抗——特に其の不連続性に就いて」は昭和 19 年 11 月に發表した木下助教授との共著「没水楕圓體及び一般水上船舶の造波抵抗に對する浅水影響の理論並びに計算」の續篇で、水深ばかりでなく水幅も制限されたいはゆる制限水路を航行する船の造波抵抗の特性を理論的に論じたものであり、水幅が無限で水深のみが浅い場合には孤立波速度において速度に對する造波抵抗の一次微分商が不連続であるが、造波抵抗の値は連続であるに反し、水幅も狭くて水路が制限された場合には造波抵抗そのものの値が不連続となることを示し、造波抵抗に及ぼす浅水及び制限水路の影響の本質的相異を明確にし、試験水槽において水深を浅くして行つた模型試験の結果は水槽の兩側壁すなはち水幅の影響を受けやすく、これがために實船が浅水を航行する場合に受ける抵抗とは著しく相異することがある旨を注意してゐる。

木下昌雄助教授の「船體抵抗に對する制限水路影響に就て」と題する論文は乾君の論文と同様に制限水路の問題を流體力學的に取扱つたも

のであり、その主目的は制限水路を航行する船が受ける抵抗の絶對値を算出する方法を求めらるにあつて、この場合の水抵抗を便宜上摩擦抵抗、造波抵抗、造渦抵抗、堰返し波に基く抵抗の 4 種類に分割し、その各々が水深及び水幅の制限によつていかに變化するかを、主として船體の周圍における水流状態を基礎として數量的に究明するとともに、さらに適當なる修正項をも挿入して、任意の制限水路を航行する船が受ける抵抗、従つて有效馬力に對する半實驗的算定方法を考案してゐる。

制限水路の問題は實際的には船が運河河川などを航行する場合に起るもので、水深のみが制限された場合に較べてその適用分野が著しく狭く、殊にわが國においては船舶が航行する運河河川が比較的尠いため従來餘り研究の對象となつてゐなかつたが、試験水槽における模型實驗に對しては極めて重要な問題である。すなはち水槽の水幅は水深が無限と看做される場合に對し水幅の影響がないやうに決められてゐるのであるから、水槽において浅水影響を實驗的に研究する場合には必然的に水量が模型の抵抗などに影響を及ぼすことが想像される。航空力學關係においては早くから風洞の境界影響の問題が取りあげられ、理論的にも實驗的にも徹底的に研究されてゐるにかゝらず、水槽においては制限水路の影響が殆ど取扱はれたことがなかつた。今回乾及び木下の兩君が發表した 2 論文はこの問題を理論及び實驗の兩方面から掘下げて論じた極めて貴重な文献で、世界造船學界に誇るに足る研究と確信する。

谷口中君の「船舶推進問題に關する二三の簡便解法」は (1) 推進器直徑の簡便決定法、(2) 抵抗、速力、推進器回轉速度、推進器の微小變化間の關係、(3) 速力の僅かな變化に對應する馬力の變化の 3 部から成るもので、これらを簡単な理論と多數の資料の解析とによつて手ぎはよく論じ、初期設計などに際し實際家の使用に便ならしめてゐる。特に (1) の主機の馬力、推進器の回轉數、船の速度などによる推進器の最良直徑の算定式は兼ねてから筆者が知りたいたと思つてゐたもので、著者の簡便式の利用價値は極めて高く、一般に甚だ有益であると考へられるが、さらに慾をいへば、問題が推進器設計

の根本であるだけになほ正確な最良直徑値の算定式について研究を進められんことを期待する。

奥田克巳博士及び田川信夫君共著の「鐵系推進器の電氣的防蝕法」は同君等が昭和 19 年 4 月に発表した「海水中に於ける鋼板の電蝕並に推進器の電氣的防蝕法」の續篇と見るべきもので、まづ海水中における軟鋼の電氣的性質について研究し、この結果に基づいて外部より電流を供給して鐵系推進器の腐蝕を防止する方策を樹て、模型推進器について實驗を行つて好成績を得、さらに進んで 2 隻の實船にも應用して豫期の効果を確めてゐる。戦時中銅資源の不足により従來一般に常用されてゐた青銅製推進器を製作することが出來ず、すべて鐵系推進器を使用したためその著しい腐蝕に苦しみ、現に造船協會においてもこれが對策に關する研究委員會を組織して調査研究したが、いまだなんらの成果を得るにいたつてゐない。筆者は戦時標準船のすべてにこの簡易なしかも完全な防蝕法を實施し、その推進器を保護することが現下の急務であると信ずる。

酒井彦四郎君の「電氣的防蝕法の數學的考察」はまづ基礎的の假定を設けて、分極電壓のない場合及びある場合の各々について電氣的防蝕法に對する基本式を求め、それらの應用例を示した極めて基礎的な理論的研究で、奥田博士等の前論文と併せて三菱長崎造船所における電氣的防蝕法の最近における研究結果を公表したものである。

山本善之君の「平面構造物の振動について」は、直筋部材からなる平面構造物の振動に對する普通の振動方程式は行列式で、その計算に非常な困難を伴ふため、これを簡易化する目的で行はれた純理論的取扱である。

原田正道助教授の「釘の一設計法」は昭和 19 年 4 月及び 11 月の兩度に互つて本協會に発表した「木船の縦強度」などとともに同助教授の木船に關する強度研究の一部をなすものである。2 箇の木材を固着してゐる釘に剪斷力が働くやうな力を加へた場合に、釘の孔に起る最大の面壓力が木材自體の面壓比例限界以上になると、2 材の相對的たり量が力に比例しなくなるといふ事實を、極めて多數の試験材を使用して行つ

た系統的實驗により確め、この結果を基礎として著者はつぎのやうな釘の新設計法を提案してゐる。すなはち固着しやうとする木材自體の面壓比例限を豫め求め、これに適當な安全率を考慮して許容面壓力を定め、釘孔の最大面壓力をこれに等しくすることによつて釘に許すことの出來る安全荷重を計算する方法である。鐵鋼事情が極度に窮屈化し、しかも航洋大型船の建造が許可され難い現状において木船は戦時中に劣らず益々その重要度を加へつゝあり、その反面において木船の構造に關しては従來各方面において基礎的になんら研究されることなく、舊態依然たる實情に鑑み、原田助教授の木船構造についての廣範に互る學理的研究は洵に時宜に適したものといふべく、殊に今回の論文が木船構造における最弱點である固着の問題を取扱つてゐることは極めて有意義である。同助教授の今後における一層の研鑽を期待して止まない。

林毅助教授の「補強板の應力解析」は縦横に補強された補強板について純剪斷場を假定し、主として弛緩法の適用により應力分布の計算法を考案した理論的研究結果の報告で、著者はこの方法を使用して一般直交異方性板、特に有孔帶板の應力分布の近似解析が可能である旨を附言してゐる。従來航空機關係においては屢々應用されてゐた弛緩法による補強板の應力分布に關する研究を林助教授が本協會において發表した意途は恐く船體の構造にも適用し得ると考へたためと想像され、これを契機として造船關係學者のこの計算法及びその船體構造への應用に關する徹底的研究が望ましい。

吉識雅夫教授及び淺野順一君の共著「無肘板式船底縦通材に就て」はイッシューウッドの無肘板式船底縦通材が船底からの水壓によつて曲げを受ける場合に、横隔壁の下部に船の幅の方向に張られた二重張、すなはち隔壁が縦通材を支持するための中継體として取附けられてゐる二重張がいかなる作用を及ぼすかを理論的に究明した報告で、これによると二重張は單に縦通材の縦強力連續性の保持の觀點からばかりでなく、曲げによつて相當の應力を受けるといふ見地からも、設計上に考慮を拂はなければならぬとの結論を得てゐる。この論文の討論において二重張を船の幅方向に無限に長い帶板と看做

し、その自由長邊に等間隔に縦通材が固着されてゐるとの著者の假定に對し、二重張の幅を無限と看做さず、有效幅に限定して、これと縦通材とによる組立桁を考へて強度計算を行つてはとの意見が注目された。

伏見榮喜君の「波型鋼板の強度に就いて」は船體の構造において外板、隔壁板などのやうに、縦横に桁を取付けて補強した補強板を波型板で代用しやうとする場合の設計上の資料を得るために波型鋼板について強度實驗を行つた研究報告である。波型鋼板の波方向を水平とし、これに間隔を自由に調節し得るやうに堅桁防撓材を取付け、この試験材に水壓を加へて堅桁防撓材の撓み、波方向及びこれと直角方向の各點における撓みを測定し、その結果を計算値と比較して、實驗壓力すなはち挫屈荷重以下においては波型板断面の1心距の断面係数をもつ波方向の梁として取扱つて大差ないことを明かにした。従つて波型板構造においては波型板1心距の断面係数を従来の縦横補強板構造における防撓材の1心距の断面係数に等しくなるやうに設計すればよいわけである。この結果横防撓材の末端の固着及び縦横防撓材の相互固着に要する多數の部材が不必要となり、重量は約20%輕減され、工數も著しく節約されると著者はいつてゐる。船體の構造に波型鋼板を使用する着想は外板の片側の縦縁をフランジしてこれを縦通材に代用させやうとする考案と略々同じ性質のもので、その實施には研究の餘地がまだ多分に残されてゐるものと思ふ。

加藤守及び岡部利正兩君共著の「A及びTL戰時標準船に對する強度的検討及び對策」は強度土種々問題が存在する戰時標準船のうちからA及びTLの兩型船をとり出して、その縦強度、外板、外板接手及び船底構造について強度的検討を加へ、TL型船はこれになんら補強を施すことなく十分運航に耐え得るが、A型船に對しては外板接手部の補強及び船側外板下部の防撓材の新設を必要とする旨の結論を得たものである。元來戰時標準船、殊ていはゆる改型ものは戰時中における特殊の事情に基づいて鋼船構造規程を相當程度離れて比較的輕構造に設計され、しかもこれに形狀吃水を附與してゐるが、これはあくまで戰時中の臨時的應急措置と

見るべきで、従つて平時に復歸した現在においてはその構造強度を再検討し、國際的に制定されてゐる標準強度以下であると認められるものについては、これに對し補強工事を施すか、あるひは指定満載吃水を改訂して減少させることが必要となつてくる。特に航洋大型船については將來國際航路に従事すべき關係からこの處置が絶対に必要である。しかるにこの當面の責任者たる政府もしくは船級協會からこれに關する研究結果が發表されたことを聞かず、筆者はこの點において甚だ不満であつたが、加藤及び岡部兩君がこの検討を行ふとともにその對策を考究して本協會に報告されたことは洵に有意義のことと思ふ。しかしながらその結論を果して普遍的のものと看做し得るか否かについては多分の疑問がもたれる。すなはち船體の強度計算は種々の假定から出發し、その計算方法も一定してゐないのであるから、計算結果を政府なり船級協會なりがそのまゝ承認することは必ずしも想像し難く、従つて學問的には兎もかく、實際的には政府もしくは船級協會が先頭に立つて眞剣にこの問題を検討することが必要である。例へばこの論文の著者は外板の腐蝕に對する厚みの餘裕を考慮するときは自ら問題が別になると附言してゐるが、實際問題としては必ずこれを考慮して強度なり満載吃水なりを決定することが必要であるのは當然である。兩君の論文の發表を機會として政府もしくは船級協會が即刻この問題の徹底的調査研究に着手せられんことを切望する。

妹尾三郎君の「戰後標準貨物船用機關部」は戰後における標準貨物船として、遠洋用總噸數6000噸、近海用3000噸、沿岸用1000噸の3種の船型を選定して、これらに對する經濟的機關の比較研究を詳細に行つたものである。結論として主機にはタービン、汽罐には水管罐を採用し、また補機は電化すべしとの從來の觀念よりすれば劃期的とも見るべき具體案を提唱してをり、これによつて從來の設計に較べて機關部の重量が約20~30%、燃料消費量が約10~20%節約され、しかも製造價格において餘り相異がないことを指摘してゐる。平時における標準船制定の可否については議論の餘地の存すると

(295頁へつづく)

高 速 度 熔 接 ② 佐々木新太郎

(VIII) 純自働熔接

ユニオン=メルト

米國は總ての工作機械を通じて、自働、自働という自働が好きでありますから熔接もその選に漏れず、自働熔接機と稱せられるものが以前に澤山出たのであります。それが日本にも輸入せられました。その主なるものはウエスチング・ハウス式、リンカーン式、及び G. E 式等でありましたが、何れも廣告を見てよささうに思ひ買ひましたけれども、實際使つて見ると廣告程にうまくゆかんで、どこでも買うたままで實用に使つてはをりません。どこに行きましても自働熔接機は邪魔物扱ひにされて、工場の隅に擲り放しになつてをります。私の所でもウエスチング・ハウスのを買ひましたがやはり現場では使ひませぬので只今は實驗用として研究室に置いてるといふ有様です。斯くの如き現象を呈する原因は何れの自働熔接機にも共通的な二つの缺點を有して居るからであります。その一つの缺點は裸棒でなければ自働熔接は出来ぬといふことでありまして、自働熔接機で熔接をしますと、棒が熔けて短く減ります。この減つただけを自働的に棒を送り出して補はねばなりません。

この送り出し速度を棒の減り方の多少に應じて、速くしたり、遅くしたりして、電弧の長さを一定に保つのであります。この熔接棒の送り出し速度を加減するのは棒を兩側からしつかり噛んで居る 2 個の齒車の回轉數を増減して行ふのであります。熔接棒に被覆がしてありますは、被覆が粘土の様に軟い脆いものですから齒車が熔接棒を噛みましてもしつかり噛むことが出来ぬ。従つて、齒車の回轉數を増減で棒の送り出し速度を加減することが鋭敏に行はれないのであります。其結果、電弧の長さを一定に保つことが出来ぬから、電弧の長さが短くなりすぎて、棒と鋸とが短絡して互に膠着して熔接が中止される。又電弧が長く延び過ぎて電

弧が消えて熔接が中止される。こんなことが繰り返されて、自働的に熔接を続けることが出来ぬ。故に被覆棒を用ひることが出来ぬので裸棒を用ひ、之を齒車でしつかり噛まして、棒の送り出し速度を鋭敏に加減して電弧の長さを一定に保たしめなければ自働熔接は出来ぬ。以上の理由で自働熔接機は裸棒を用ひなければならぬのである。それで總ての自働熔接機は全部裸棒を用ひて居る。その中でも多少智慧を出してやつたのがリンカーン式である。リンカーン式は赤崎式同様に棒を開先の溝の中に寝かして其上に熔劑を載せ、炭素棒を自働熔接機で走らせ、其電弧で溝の中に入れて棒を熔かして、自働熔接をしようといふのであります。これは棒を寝かしてやるのですから、別に齒車で噛んで被覆が剥げるといふ心配はありません。故に棒に被覆を使ふことも出来ぬ。然し之でやりますと、開先の底に於ける熔込が悪い。又熔接線が蛇の様にうねつて居りますので、この中に眞直ぐな太い棒をきちつと嵌め込むといふことが出来ません。9 耗もある太い棒を熔接線の曲りに合ふ様に曲げて溝の中に嵌め込むことは非常に困難であります。又鋸が上下に波を打つた様になつて居るから、この上に棒を寝せましても棒が鋸に接觸した部分や、離れた部分を生じて離れた部分の熔接はうまく行きません。以上の様な困難が、實際の場合には起つて來て、リンカーン式自働熔接機も實用に供せられるに至らなかつた。

結局總ての自働熔接機は裸棒を用ひなければならぬと結論されるに至りました。裸棒の熔接は悪い、是非被覆棒で熔接しなければならぬといふのは今日誰も知つて居る熔接上の常識であります。故に裸棒でなければならぬ自働熔接機で熔接したものは熔接部の材質が悪いと考へられるのは、當然であります。即ち自働熔接機では良質の熔接が出来ぬといふのが一つの大きな缺點であつたのです。

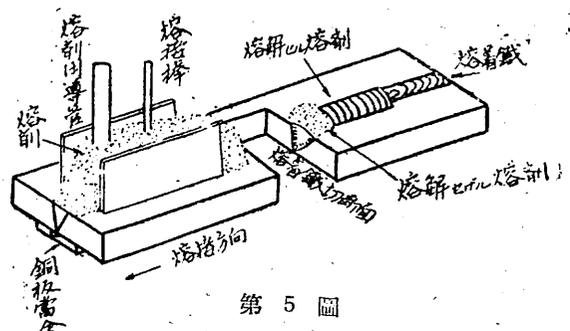
自働熔接機の尙一つの大きな缺點は熔接棒の

送り出しを加減する歯車の回轉數を増減せしめる基になる制御装置の作動が、鋭敏でなかつたことであります。熔接棒が電弧で熔接される量は常に一定でありませぬ。夫に伴つて電弧の長さは變動する。この變動を放任すれば熔接を繼續することが出来ないのは明であります。此變動を制御して電弧の長さを一定に保ち、熔接を繼續せしめる點が、自動熔接機の生命であります。此の生命を活かす爲に棒の送り出し速度の加減を敏活ならしめ、電弧の長さの變化に即應して棒の送り出し速度を加減し以て電弧の長さを一定に保つ様になさなければならぬ。此手段の一つとして自動熔接機は裸棒を用ひなければならぬといふ結論に達した。然しこれでは自動熔接をなす目的を達するには充分であるが、これにて熔接された熔接部の材質が粗悪に陥るといふ大なる缺點を残して居ることは上に述べた如くである。この缺點を有して居ることを保留して棒の送り出し速度の加減をする歯車の作動を鋭敏ならしめる爲に裸棒を用ひてこの點は解決されたものとして、次に考ふべき問題は、歯車の回轉數を増減する原動力となる發動機回轉數を、電弧の長さの變化に即應して増減する制御装置の敏感度である。從來の自動熔接機はこの制御装置の感度が悪く、電弧の長さの變化に即應して發動機回轉數を増減することがおくれる。従つて之に連結せる歯車の回轉數を増減することがおくれる。棒の送り出し速度は歯車の回轉數の増減に依つて行はれるから、棒の送り出し速度の加減がおくれて電弧の長さに變化を來たして居るのを調整する間に合はぬといふ結果になる。今電弧の長さが長く延びつつある。之に即應して棒の送り出し速度を速くして、電弧の長さを短くする様に調整しなければならぬのに拘らず、此作用がおくれて間に合はない爲に、電弧は續けて長く延び、遂には電弧が消えて熔接が中止される。今又電弧の長さが短くなりつつある。それに即應して棒の送り出し速度を遅くして、電弧の長さを長くする様にして短くなるのを防がなければならぬのに拘らず、此調整が間に合はぬ爲に電弧は短くなり續け、遂には棒が鋭に短絡して電弧が消えるのみならず、棒が鋭に膠着して熔接が中止されるに至る。斯く

の如くして熔接が度々中止されて連續して熔接を行ふことが出来なければ自動熔接の價値を失ひ、むしろ手熔接でやつた方が熔接が速く來るといふ結果になる。熔接電弧の長さは僅に3耗内外である。此短い距離の間にて上に記した如くに熔接を中止せざる様に電弧の長さをある一定距離に維持するには制御装置が餘程鋭敏に作動されなければならぬことは容易に想像されるであらう。又制御装置が鋭敏さを缺いたなれば如何に度々熔接が中止されるであらうことも亦想像するに難くないであらう。從來の自動熔接機は此制御装置が不鋭敏であつた爲に熔接を度々中止し、連續して行ふ能はず、自動熔接機としての價値を没却して居つたので、實用に供せられるに至らなかつた。之が第二の大きな缺點である。

ユニオン=メルトは此二大缺點を克服して、自動熔接機としての性能を充分に發揮し得る様に改良せるが故に今日廣く實用に供せられるに至つたものである。即ち以前の自動熔接機が裸棒を用ひなければならぬので、熔接部の材質が不良であつたといふ第一の缺點に對し、ユニオン=メルトは被覆棒を用ひたと同一の効果を擧げ得る様になし、熔接部の材質を良好ならしめることに成功した。

又制御装置が不鋭敏なりし爲に熔接を度々中止しなければならなかつたといふ第二の缺點に對して、ユニオン=メルトでは近來發達せる眞



第 5 圖
ユニオン=メルト熔接要領圖

空管と電氣弁とを利用して制御装置の作用を鋭敏ならしめることに成功した。

以下ユニオン=メルトの構造を説明してこれ

等を明にする。

第5圖はユニオン=メルトの熔接方法の要領を示したものである。熔接棒の送り出し速度の加減を鋭敏ならしめる爲に裸棒を用ひてゐることは以前の自動熔接機と變りはない。然し之を被覆棒を用ひたのと同じ効果を擧げる方法として開先の溝の上に熔劑を盛り上げ、其中に熔接棒の先端を没入し、熔劑中にて電弧を飛ばし熔接を行ふ様にしている。之に依つて熔解された熔着鐵が空氣に接觸するを遮斷し、熔着鐵が空氣の爲に悪化せられるを阻止し、恰も被覆棒を使用せると同一効果を擧げ得るに至つたのである。

第5圖の左側は熔接をなす状態を示してゐる。裸熔接棒に先驅して、熔劑貯藏筒から熔劑を開先線に送り出す熔劑の導管が走行し、其後に熔接棒が走行し、棒の先端を熔劑中に没入し乍ら熔接を行ふのである。圖の右側は熔接終了後の状態を示すもので、其切断面を見るに開先は熔着鐵一層で充填されて居る。其の上を熔劑が硝子状に熔解された鱗滓で覆うてゐる。更に其上を加熱せられずして元の熔劑の状況を維持してゐる熔劑の粉末が覆うて居る。斯くの如くして、熔接は全然熔劑で包まれた中に行はれるから被覆を用ひたと同様の効果を擧げて居るのである。

又熔劑中で電弧が飛んで居るので電弧の光は外に漏れない。故に無電弧熔接とも稱せられて居るのである。

以上の如くして以前の自動熔接機の第一の缺點即ち裸棒で熔接しなければならぬといふ問題も解決してゐる。

次に第二の缺點たる制御作用の不敏活なる點に關し記すことにする。

從來の自動熔接機の制御装置が不敏活であつたのは制御する動作を機械的機構に依ることが多かつた爲である。一例を示すと熔接電流に直列してコイルを作つて磁場となし、之にマグネチック・リレーを入れる。熔接電弧の長さが變化すると熔接電流に變化を來たし磁場の強さに變化を來たす。之に應じてマグネチック・リレーが上下運動を起す、此運動を槓杆にて擴大し擴大された先端を抵抗器の上に載せ先端は抵抗器に接觸し乍ら抵抗の上を走り、リレーの運動に應じ、抵抗の大小を加減する様になつてゐる。

此抵抗器は棒の送り出し速度を調整する直流發動機と同一回路にあつて抵抗の増減に應じて發動機の回轉數が變化して棒の送り出し速度を調整することになつてゐる。以上の如くして熔接電流の變化に依り棒の送り出し速度を加減して熔接電弧の長さを一定に保つ様にしているが此操作の中に槓杆の運動及び抵抗器面上の滑動といふ如き機械的機構が存在してゐる。機械的機構では今迄なせる運動より新なる運動に轉向せんとするには今迄の運動の惰性に打ち勝ちて新なる運動に移らなければならぬ。此惰性に打ち勝つ爲に或る時間を費さなければならぬ。又各部に存在する摩擦抵抗にも打ち勝たなければならぬから、これにも或る時間を費す必要がある。斯くの如き時間が各部にて消費せられ、其合計されたものが相當量に上り制御作用を不敏活ならしめる結果となるのである。然るにユニオン=メルトに於ては機械的機構を廢して全部電氣的に制御することに改めたが故に制御作用が極めて敏活に行はれることになり、此點に於ても成功したのである。

此制御作用が敏活になつたことは電弧の長短に應じて起る電弧電壓の變化と、それに即應して齒車の送り出し速度を調整する直流發動機の電流の變化とをオスグラフにて調査比較して明瞭に知ることが出來た。又實際にユニオン=メルトを使用して熔接途中に以前の自動熔接機の如く熔接が中止されることなく、連続して熔接をなし得る事實から見て、制御作用が敏活に行はれて居ることが證明されて居ると見做すことが出來る。

制御装置の要領を記すことにする。熔接電流の回路に平行に制御装置の回路を入れる。之は熔接電流は強電流で制御装置は弱電流を用ひるからである。従つて熔接電弧の長短の變化を夫に基く電壓の變化として制御装置の回路は受け取るのである。之を次の徑路を通過せしめて制御用直流發動機に送るのである。

(イ) 電壓の變化として受けとつたものを電流の變化に轉換せしむ

電氣的變化を回轉數の變化に轉換するには直流發動機を用ひてこれに送る電流を變化せしむることが最も鋭敏に行はれる。故に制御用發動機には直流を用ひて之に送る電流を變化するこ

とにしてゐる。然るに熔接電弧の長短の變化を電壓の變化として受け取つてゐるから、之を電流の變化に轉換せしめる必要がある。此目的にサイラトロンを利用してゐる。

(ロ) 交流を直流に整流せしむ

熔接電流は交流であるから制御用回路に受取つたものも交流である。制御用發動機は直流であるから、交流を直流に整流せしむる必要がある。

(ハ) 電流の變化を増幅する

發動機の回轉數を電流にて變化するに當り電流の變化を増幅せしむれば夫れだけ回轉數の變化が鋭敏に表はれるから増幅を行ふ。

以上の経過に依り、熔接電弧の長短の變化を制御用發動機の回轉數の變化となし、此變化を熔接棒送り用齒車に傳へて熔接棒送り出し速度を増減し、熔接電弧の長さを一定に保つ様に調整するのである。而して此調整をなす迄の各階梯は皆電氣的に行はれることになつてゐるから、調整が敏活に行はれユニオン=メルトが自動熔接機として實用價值ありと認められるに至つたものである。

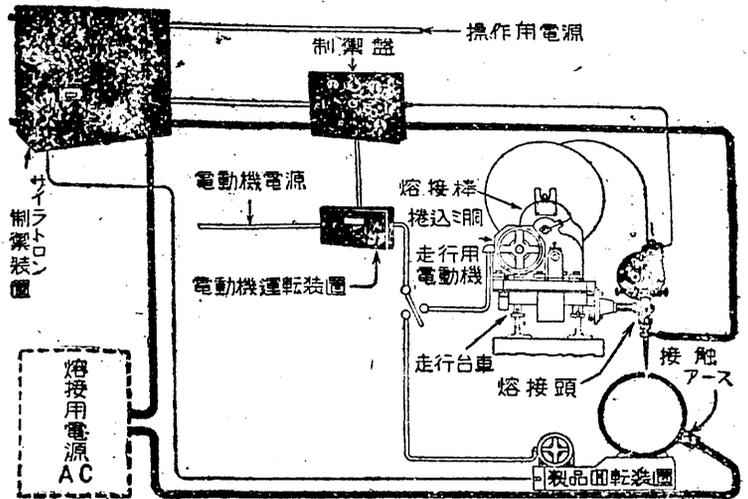
上記の制御方法は筆者が採用した方法である。然るに我國當時の状況ではサイラトロンが電波兵器に吸収されて他の目的には入手困難であるといふのでサイラトロンを用ひざる制御装置が考案される様になつた。サイラトロンに代りにタンガー電氣弁を用ひたるもの、電氣弁を用ひず、真空管のみを用ひたるもの、又電壓を電流に變へるに電氣弁の代りに光電池を利用せるもの等である。これ等の各々を構造上から比較すると各自一長一短があるがこれ等の種類が生れた根本は入手の容易なるものを用ひんといふ點から出發してゐるから現状としては構造上の理論的比較は暫く措き、入手容易なるを第一としてこれ等の制御装置の何れを採用するかを決定すべきであると考へてゐる。これ等の中、何れの装置も制御する性能は充分である。

上のサイラトロンを用ひず制御装置の尙詳細

な記事は熔接協會誌、昭和18年8月號、及び造船協會雜誌第251號、昭和18年3月號、佐々木新太郎「ユニオン=メルトの實驗」に記してゐるから参照され度い。

第6圖はユニオン=メルトの結線状態を示したものである。

ユニオン=メルト熔接機の中で一群に纏められてゐる部分の名稱を挙げると、熔接頭、走行臺車、操作盤、サイラトロン制御装置、熔劑の供給並に回收装置及び被熔接物回轉装置等である。第6圖は蒸汽罐胴の縦方向接手をユニオン



第6圖 ユニオン=メルト結線圖

メルトにて熔接せんとせるものを示して居る。

熔接開始前に操作用電源より製品回轉用交流發動機に電流を送りローラーに乗せられた罐胴を任意に回轉せしめ、熔接頭より送り出される熔接棒の先端の運行方向と罐胴縦接手の熔接線とが一致する様に調節する。之を終ればスイッチを切り換へ電源を走行臺車の走行用發動機に連結する。走行臺車はレールの上に乘せられて走行用發動機が運轉を始むればレールに沿つて走行を始める。臺車の上には熔接頭、熔接捲込機、熔劑の供給並に回收装置が乘せられてゐる。又時にはサイラトロン制御装置も乘せられることがある。

熔接頭は熔接を行ふものであつて、熔接棒と之を嚙んで棒の送り出しをなす齒車と、齒車の運動を司る直流發動機とを一括してゐる。熔接頭は直接熔接を行ふものであるから、自動熔接を簡便に然も自由に行ひ得る様に充分に研究を要

するものであるが 餘りに工夫を巡らし華奢な構造にすると實用中に破損して故障を起し熔接を中止しなければならぬ様なことが起るから；熔接頭の構造は簡便で小柄であつて自動熔接を行ふに取扱の容易なるを必要とする。然も構造が頑丈であつて使用中に破損の惧れなきものたることを必要條件とする。熔接頭は臺車から突出せる支腕に支へられ、此支點に於て熔接棒の傾斜角度を任意に變へられる様に作られてる。又臺車がレール上を一直線に走行するとは無關係に熔接頭が任意の方向に振子運動(首振運動)をなし得る様にして熔接線が少し位曲線を呈して居つても夫に沿うて熔接をなし得る様に工夫されなければならない。

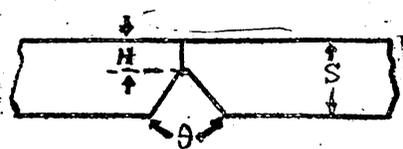
ユニオン=メルトで自動熔接を圓滑に行はしめるには制御装置の制御作用が敏活なるを要することは前に述べたが、熔接頭が熔接迄の準備工作でなし得ざる所に策應して準備工作のなし得ざる所を補うて熔接を圓滑に行ひ得るだけの構造とする必要がある。例へば準備工作に於て熔接線を完全に一直線に作り得ずして多少の曲りを残して居ることは免れぬ。此場合に走行臺車はレールの上を一直線に走るが、それと無關係に熔接頭は首を振つて多少の曲りもそれに沿うて熔接出来る構造にする必要があるが如きである。熔接を圓滑に行はしめる爲に制御作用を敏活にする研究は今日の程度で充分であると考へられるから制御装置の研究は最早や打ち切つて可い。將來の研究は熔接頭の構造を研究するに在ると信ずる。米、英の例に於て述べた様に米國に於けるユニオン=メルトの利用率が未だ充分の域に達して居らぬこと、又英國ではユニオン=メルトを輸入した直後に於て之を造船工事に利用することが出来ず、造船工事に利用し得る迄には數年間の研究を重ねなければならなかつた。これ等は皆熔接を始むる迄の準備工作の精度を合理的に向上せしむると共に準備工作に於て爲し得ざる所は熔接頭の構造を改良して補ふ必要あるの、に對し相當の研究を積まなければならなかつたこと、及び此點に關し未だ解決されずに殘されてる問題も澤山あることを物語つてると認むべきである。従つてユニオン=メルト今後の研究は準備工作の向上と相俟つて熔接頭構造の改良に進むべきものと信ずるもので

ある。臺車に乗せられてゐる熔接頭以外のものに就ては説明する迄もない。

操作用制御盤は臺車の走行開始並に停止、及び熔接の開始並に中止を行ふものであつて臺車外の適當な位置に固定されて居る。これと臺車上の走行用發動機又は熔接電流の連結は長い電纜にて結び合はされ、臺車の走行に應じ電纜が延ばされる様になつて居る。

サイラトロン制御装置は臺車に乗せられてるものもあるし、第6圖に示す様に臺車外の位置に固定されてるものもある。用途に依つて何れを採用しても可いが、装置の占める體積は小さなものであるから、臺車に乗せて熔接頭と共に走行せしめる様にした方が熔接頭と制御装置とで作る回路の長さを短くして、便利である。然し臺車の走行に依つて生ずる衝撃を受けてサイラトロンや真空管が破損され易い惧れがある。然し筆者はサイラトロン制御装置を臺車に乗せて使用して居るが、今迄 衝撃を受けてサイラト

第5表 ユニオン=メルト熔接の條件



母材ノ厚 S耗	肩ノ厚 H耗	角度 °	電極棒		熔接電流 アンペア	熔接電圧 ボルト	熔接速度 耗/分
			直徑	消費電量 瓦/米			
5	3	60	5	0.196	575	36	840
8	3	60	6	0.450	900	36	735
10	3	60	6	0.526	1000	37	685
16	3	45	6	0.870	1250	38	480
22	3	40	8	1.426	1500	40	330
28	3	30	8	1.875	1650	41	255
32	3	30	8	2.400	1700	41	225
38	3	30	10	3.000	2000	41	205
51	3	30	13	5.550	2900	42	150
61	3	27	13	8.700	3200	42	125

電極棒消費量は一米の長さを熔接するに要する電極棒の重量を瓦にて示す。

熔接速度は一分間に熔接し得る長さを耗にて示す。

ロンや真空管を破損したといふ経験は未だ有して居らぬ。

ユニオン=メルトを使用する条件は第5表に示して居る。又第6表にはユニオン=メルト熔接

をやつて熔接せる儘のもの、之を630度で内部応力除去の焼鈍を行へるもの、及び900度で標準化焼鈍を行ひたるものの機械的性質の試験結果を示して居る。

第6表 ユニオン=メルト熔接部の機械的性質試験結果

試験種類	引張試験						屈曲試験		アイソット衝撃値	ロックウエル B. 硬度			比重	
試験片種類	接手試験片		熔金試験片				接手試験片		接手試験片	接手試験片		熔金試験片		
試験細目	抗張力 kg/cm ²	破断位置	抗張力 kg/cm ²	降伏点 kg/cm ²	伸 %	絞 %	屈曲伸 率 %	屈曲角 度	二番 kg/cm ²	熔金 kg/cm ²	母材	二番	熔金	
接溶セル儘	49.0 49.0	原銀	46.9 46.8	32.5 30.3	38.6 34.3	57.7 61.6	55.0 55.0	180°密着 裂なし	8.4 7.5	8.2 8.1	69- 73	72- 82	78- 83	7.82-7.83
630°C 焼鈍 応力除去	45.7	"	48.1	33.2	34.3	57.9	56.8	"	8.3 12.3	6.3 6.0	65- 73	70- 79	74- 79	
900°C 焼鈍 標準化焼鈍	46.7	"	47.1	32.3	37.7	64.0	58.3	"	12.9	6.5	-	-	-	
蒸気罐規格	母材規格 最小値以上	-	母材規格 最小値以上	-	20以上	-	180°屈曲して 裂を生ぜざること	-	4.0 kg/cm ² 以上	-	-	-	-	7.80 以上

熔接協會誌 昭和18年8月號 山野井正一、黒川常夫「ユニオン=メルト法に依る熔接部の機械的及び冶金の性質」参照。

第6表の試験結果は全部汽罐熔接規格に合格して居る。

ユニオン=メルトの熔着鐵の顯微鏡組織は普通の手熔接のものより急冷されて居るので、手熔接の熔着鐵の示す顯微鏡組織とは異つて居る。即ちユニオン=メルトの熔着鐵は柱状ペーナイト組織を示して居る。従つて硬度も手熔接のものより高くなつて居る。ユニオン=メルトの熔着鐵の組織が柱状を呈して其硬度が高いので材質は脆質で悪いと云ふ人が相當ある。私は悪くないと考へて居る。

ペーナイト組織は一見してマルテンサイトと誤認せられ、然も硬度が普通の熔着鐵の硬度より高いので、益々マルテンサイトなりと判断せられ、マルテンサイトは元來剛弱な性質のものであるから、此組織の表はれるのは悪いと云ふので、ユニオン=メルトの熔着鐵の材質に危惧の念を抱く人があるのである。

ペーナイト組織は硬度が高くして韌性に富むのが特徴であつて其事は第6表の試験結果に示されて居る。又此特徴を利用すれば機械の部分品として優秀な成績を挙げると云ふので此組織を出す無處理法を本組織の研究者ベーン氏は專賣特許として居る位である。又米、英でユニオン=メルトで澤山の船や罐胴を作つて實用に供し少しも危険は無といふ事實を以て證明して居

る。それで私はユニオン=メルトの熔着鐵が柱状ペーナイト組織であつても、少しも恐るる所はないと考へて居るのであります。

ユニオン=メルトに用ひられる熔劑のことを少し記すことに致します。

ユニオン=メルトの熔劑として米國專賣特許2,048,960號に示されたるものは第7表の如きものであります。

第7表 米國特許公報に示されるユニオン=メルト熔劑の配合

番 號	I	II	III	IV
CaO	29.5	31.24	29.18	40.12
MgO	8.7	11.01	8.26	0.83
SiO ₂	56.4	52.40	57.48	52.94
Al ₂ O ₃	5.4	4.11	4.86	5.80
Fe ₂ O ₃	痕跡	0.13	0.24	0.23

主成分は酸化カルシウム、酸化マグネシウム、珪酸、酸化アルミニウム、でありまして酸化鐵は不純物として加はつて居ると考へられます。これ等の原料に用ひるものは石灰石、菱苦土、珪石、礬土である。

私がユニオン=メルトの實驗を始めた時は、時局柄、拙速にして兎に角實用に供せられる迄

にしよう、研究は其後で可いと考へて出發しましたから、米國で成功して居る所は其儘模倣しようとして考へ、熔劑の配合も取敢ず、此特許に準據することにした。而して第7表のIIを採用することに於て實用に供して見て其の悪い所には適當に改良を加へた。

製作法は上記の原料をIIの割合になる様に混合したものを電氣爐にて熔融し、それを固めたものを粉碎して用ひることにした。熔融したのは炭酸瓦斯を原料中より驅逐し、混合を完全ならしむるを目的とした。之を使つて見ると熔着鐵底部に澤山のブローホールを生ずる缺點があることを知つたので、此點を改良する爲に、此配合のものを100として之に螢石6、75%の滿庵を含むフェロ・マンガンを10、加へて現在も使つて居るが充分な成績を擧げて居る。但し尙改良する必要を認めて今なほ研究を續けて居る次第である。

如何なる點に熔劑の改良を必要として居るかと思はれ、近頃に至りユニオン=メルトの熔着鐵に龜裂を生じ易くなりましたので、此龜裂の發生を、熔劑を改良して防止しようとして居るのであります。

先づ何故に龜裂を發生するかを知つて後に此防止策を構はなければなりません。近頃の鋼鉄は硫黄の含有量が多くなつて硫黄のゴースト・ラインが盛に表はれるやうになつて居る。之に關係してユニオン=メルトの熔着鐵に龜裂の發生を來す様になつたのです。其理由は後に記すことにして、現在の鋼に硫黄含有量が増加した事は粗製鑄造の結果と云ふが如き技術者の不注意から起つて居るのでなく、石炭の品質低下から製鐵用該炭の硫黄含有量を増加し、それがひいて今日の鐵鋼中に硫黄含有量を増す結果となり、加之、鐵鋼中に含まれる硫黄を除去する脱硫劑として有效な滿庵礦に缺乏する様になつたので脱硫が思ふ様に出來ない。此二つの原因が重つて今日の鋼に硫黄含有量を増すに至つて居るのでありますから、實に止むを得ないのであります。それを前の様に鋼の硫黄含有量は0.05%以下でなければ使はぬなどと申して居りましたは今日船も作れないといふ結果になります。故に今日では硫黄の多い鋼でも使つて大丈夫であるといふ研究が必要となつて居ります。ユニオ

ン=メルトに於ても同様で硫黄の多い鋼鉄を熔接すると熔着鐵に龜裂を生じるから使はぬと申して居りましたはユニオン=メルトは今日の熔接には利用出來ぬことになりまして、高速度熔接をなして今日の生産力増進に大なる役目を果たさうと考へて居ることが死んで了ふことになりまして。それで硫黄の多い鋼でも龜裂を生ずることなく熔接が出來る様に是非ともしなければなりません。此目的を達する爲に熔劑の改良をしようと思ふのが今日の研究問題となつて居るのであります。

鋼鉄に硫黄含有量が多い、従つて硫黄のゴースト・ラインが多く表はれる。其結果熔着鐵に龜裂を生じる其の理由を、明かにする必要があります。

第7圖に鋼鉄に表れる硫黄のゴースト・ラインと熔着鐵に生ずる龜裂との關係を示して居ります。



第7圖 硫黄のゴースト・ラインと熔着鐵の龜裂との關係

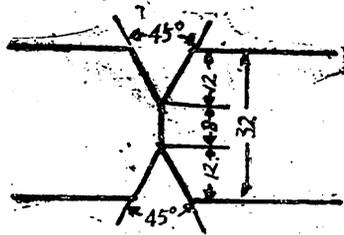
す。即ち母材のゴースト・ラインの延長上に龜裂を生じ此兩者は常に連続して居るのであります。これから考へてゴースト・ラインと龜裂の發生とは何か關係があると考へなければなりません。

此龜裂は手熔接の場合には發生しませんが、ユニオン=メルトになると發生するのであります。これから考へると龜裂の發生に關し、ユニオン=メルトは何か特異性を持つて居ると注目されます。

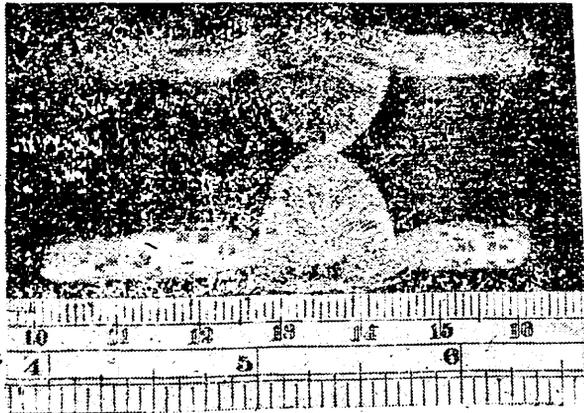
ユニオン=メルトの特異性は強電流を用ひて高速度熔接をなすことにして居りますから母鉄の熔け込みが多い。手熔接の熔込は之に比すれば極めて小で比較にはならぬ程であり、此熔込が多い又は少いことがユニオン=メルトには龜裂を發生し手熔接では龜裂を發生しないといふ結果になると考へられます。

ユニオン=メルトの熔接で母鉄の熔込の多いことを第8圖で説明することに致します。

第8圖其の1は熔接前の開先の形を示して居ります。其の2は其の1の開先のもをユニオン=メルトで熔接し其切斷面を肉眼鑑定用腐蝕



第 8 圖 の 1
ユニオン=メルトの溶込溶接前の開先の形



第 8 圖 の 2 溶接後の溶着鉄切断面

をしたものの實物寫眞を示してゐる。

其の2の寫眞で溶着鉄となつてゐる全面積を100%とします、其中で溶接棒が熔解されて溶着鉄を作つてゐる面積は其の1の開先の圖面に於けるV形の部分を充填した面積に相當します。

此面積を溶着鉄全體の面積から差し引いた残りが母鉄が溶かされて溶着鉄となつた面積、即ち溶込の面積と云ふことになります。以上の如くに計算した結果は溶着鉄全體の面積100%に對し溶込に依る面積が60%で溶接棒の熔解に依るものが40%となりまして、溶込に依つて溶着鉄を作つて居るのが過半を占めて居るので、之に依つてユニオン=メルトの溶込の大なることが知られます。母鉄の溶込が多ければ多い程母鉄の不良性が溶着鉄に及ぼす影響が大なることは明です。従つて手溶接では母鉄のゴースト・ラインの影響で溶着鉄に龜裂を生じることが無いけれどもユニオン=メルトは龜裂を發生するのであります。

ユニオン=メルトで溶接棒の熔解せるものと母鉄の熔解せるものとが熔け合つて合同して一つの溶着鉄を作つてゐるとしても熔解されたものが冷却されて固體に固まる迄の時間が短いので

熔體中に含まれてゐる各元素が熔體中に擴散又は攪拌に依つて分散せられ、溶着鉄全體の化學成分を均一に平均せしむる餘裕がない。故に母鉄中に硫黄が集結してゴースト・ラインを作つて居つたのが熔解されても此集結を破つて硫黄が四方に分散することが出來ないで、集結の状態を維持する。斯くして冷却が始まる。冷却は溶着鉄となるべく熔解された熔體が未熔解の母鉄に接せる境界より始まり、境界面に直角の方向に溶着鉄の中心に向つて進行せられる。此冷却の方向に恰も樹木が成長すると全然同一状態で固化結晶が進められる。其有様は地面に澤山芽を出した樹木の苗が相並んで成長、林立し、遂には鬱蒼たる森林を作るに至ると少しも變らない。之を樹枝狀組織と稱し、又林立した様になつてますから、柱狀組織とも稱せられる。而して最初に固化するもの程、固化温度の高いものであつて、終りになる程、固化温度の低いものとなり、最後に固化するものは最も固化温度の低いものである。固化温度の高いものとは純鐵に近い、不純物を含むことの少い成分のものであつて、固化温度の低いものは不純物を含むことの多いものである。故に最初に固化するもの程、不純物の少いものであつて、若し其所に不純物の多い固化温度の低いものが存在して居ると、固化せるものから絞りに出されて固化部分から外に逐ひ出される。斯くして不純物の多いものは固化部分から外へ外へと逐ひ出されて最も外側で最後に固化せる部分は不純物を最も多く含んで居ることになる。此現象を熔離と稱してゐる。ゴースト・ラインとして硫黄の集結せる所は固化温度が最も低いから熔離の際最後に固化する部分に集められることになる。固化温度の高いものは已に固化し、引き続き冷却せられるので收縮を行つて居るのに硫黄の集結部は未だ完全に固化せず、熔體として液體狀か半液體、半固體狀を呈してゐる。故に固化部分の收縮力に引つ張られて硫黄集結部の膜は引き破られる。即ち硫黄集結部に龜裂を發生することになるのであります。

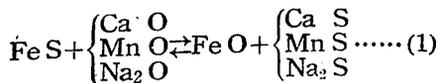
以上が母鉄のゴースト・ラインの延長上に在る溶着鉄に龜裂を生ずるに至る徑路であります。尙母鉄のゴースト・ラインは水平に表はれて居るのに溶着鉄の龜裂は之に傾斜した角度を

持つて表はれて居る。樹枝状組織は熔着鐵と母鉄との境界面に直角の方向に發達するのであるが此境界面は第8圖其の2に示す様に傾斜して居るから之に直角の方向も傾斜して、傾斜した方向に樹枝状組織が發達する。此發達に伴ふ熔離現象の力にて硫黄集結部は絞り出されて元水平であつたものが移動して、樹枝状組織發達の方向に押し曲げられる。故に龜裂は母鉄ゴースト・ラインに連続して居るがゴースト・ラインに對して傾斜して居る状態を示してゐるのである。

上に記した所は現象の結果として表はれたものから歸納的に説明したものであるが、硫黄のゴースト・ラインがあれば熔着鐵に龜裂を生ずることを實驗的に證明した例を記すと、2枚の鉄を重ねて此間に硫化鐵の粉末を挟み人工ゴースト・ラインを作り、之をユニオン=メルトで熔接した所、第7圖に示すと同様に人工ゴースト・ラインの延長上の熔着鐵に龜裂を生じた。次に2枚の鉄を重ねることは前同様にして只鉄の間に硫化鐵の粉末を挟むことなしに前同様にユニオン=メルトを行うたが熔着鐵に龜裂を生じなかつた。此事實より母鉄に硫黄のゴースト・ラインあれば熔着鐵に龜裂を生ずることが確められたのである。

硫黄のゴースト・ラインの存在に依り熔着鐵に龜裂を生ずる事實が明となつたから、この龜裂を防止するには熔着鐵中の硫黄の集結を解散せしめる必要がある。それには熔劑に脱硫性を與へる事である。然し熔着鐵が熔解されて固化する迄の時間が短いので脱硫性を餘程強力なものにしなければ脱硫作用を行ふ餘裕がない。此點が熔接用熔劑として最も苦心を拂はねばならぬところである。

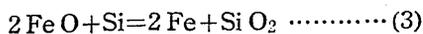
従來脱硫劑として考へられてゐるものは石灰、滿俺、曹達の類である。其の脱硫作用は次の反應に依る。



此反應を呈する中、石灰は餘り強力でないから熔接の場合の脱硫劑として餘り多くを期待することは出来ない。又滿俺は今日資材不足で入手困難であるから之に依存することは出来

ぬ。故に今日脱硫劑として考ふべきものは曹達灰の利用である。

上の(1)式は可逆性反應となつて居る。故に此反應に依る脱硫作用は或る程度迄左式より右式に進めば右式より左式に戻る可逆性を呈し、左式より右式に移らんとする勢と、右式より左式に移らんとする勢とが平衡状態を呈して、左式より右式に移る脱硫作用は中止され、脱硫作用は最早や進行せぬこととなる。故に此平衡状態を打破して左式より右式に移る脱硫作用を強力ならしめん爲には右式に於ける反應生成物を此反應圈内より驅逐して、右式より左式に戻らんとする可逆性を失はしめる必要がある。それは右式に於ける FeO か Na₂S を此の反應圈内から驅逐する必要がある。其の一つとして還元劑を加へて右式の FeO を驅逐するのである。即ち

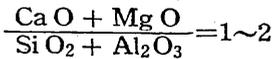


なる反應を起さしめ、生じたる金屬鐵は其所に存在する熔着鐵に合體せしめ、他の CO は瓦斯體として放散せしめるか、SiO₂ は其所に作らしめたる鹽基性鑛滓中に吸収せしめて、FeO が反應圈内に止まるを驅逐し(1)式の可逆性を打破し、(1)式の可逆性を破つて、脱硫性を強化するのである。此の際還元劑として炭素を用ひるか、硅素を用ひるかを考へなければならぬ。炭素を用ひると還元作用以上に過剰を加へた炭素が熔着鐵に加つて熔着鐵の材質を脆くする惧れがある。又 CO 瓦斯が熔着鐵に残つてブローホールを多くすることも起るので還元劑に炭素を使用することは思はしくはない。硅素を還元劑に使つた方が斯かる有害なる副作用を生ぜぬので硅素を使用すべきであると考へられて居る。又硅化カルシウムを用ひることも考へられて居る。

之を用ひると硅素が還元作用を呈し、カルシウムが脱硫作用をなし、一舉兩得であるので着目されて居る。

尙(1)式に於ける Na₂S が遊離の状態で存在してると此中の硫黄が元の硫化鐵に復元して脱硫作用の進行を滯滞せしめるから、此硫化曹達を反應圏外に驅逐する方法を考へなければならぬ。それには硫化曹達を吸収し易い鑛滓を作

つて之に硫化曹達を吸収せしめ、遊離せる硫化曹達を存在せしめぬ方法を探る。硫化曹達を吸収し易い鑛滓の組成は次の如きものが適當と考へられてる。



此式の分母は酸性で分子は鹽基性である。其比が1乃至2になることは鹽基性の鑛滓を作る事を表はしてゐる。なほ此の中のMgOを10%。内外含ましめるを有効とすると考へられて居る。

熔接では熔解されてから固化する迄の時間が短いので熔劑に依る脱硫作用の完全を期することは困難である。故に熔劑の脱硫作用に依存せずして此熔着鐵に發生する龜裂を防止する方法を考へる必要がある。而して熔劑の脱硫作用と兩々相俟つて龜裂の發生を完全に防止することにならねばならぬ。

ユニオン=メルトで熔着鐵に龜裂を發生するのは母鉄の熔込が多いからである。故に熔込を

少くして然も熔接部の機械的性質を満足せしめることが出來たならばユニオン=メルトで安心して使用が出来る熔接を行ひ得ることになる。此の事實は手熔接では熔込が淺いので母鉄にゴースト・ラインがあつても熔着鐵に龜裂を生ずることなく然も熔接部の機械的性質は充分なので安心して使用してゐることである。此の一つの方法として鋼の削り屑を細く碎いて、開先の溝の中に入れ其の上を熔劑にて覆ひユニオン=メルトを行ふのである。此方法と同じ方法を英國で栓熔接に行うて居る事が報告されて居る。即ち栓熔接の孔の中に鋼綿(鋼を綿の如く維維状にせるもの)を入れ、其の上を熔劑にて覆ひてユニオン=メルトを行つて居るのである。斯くすれば削り屑が熔解されて熔着鐵の一部となり、母鉄の熔込を少くし、以て母鉄のゴースト・ラインの惡影響を避け得られて、熔着鐵に龜裂を生ずるを防止する事が出来るのである。(つづく)

— 新 刊 —

神戸高等商船學校航海學部編

航海士必携 定價 18 圓
〒 1 圓

農學博士 庄司謙次郎 著

自給飼料 定價 10 圓
〒 1 圓

理學博士 右田正男 著

水産と化學 定價 17 圓
〒 1 圓

— 近 刊 —

菅井準一 著

科學事始 定價 20 圓
〒 1 圓

アー・エフ・ヨツフエ外5名著
坂井砂治・辻田時美 共譯

ソ聯邦の自然科學 定價 10 圓
〒 1 圓

農學博士 永井威三郎 著

隨筆野菜籠 定價 15 圓
〒 1 圓

發行所 天 然 社
東京都世田谷區弦巻町1ノ136

謹 告

敗戦後のあらゆる惡條件を克服致し“船舶”を發行致して居ります事は偏へて皆様御鞭撻によるものと肝に銘じてをります。御承知の如く戦後經濟狀態の惡化に伴ひまして數次の定價改正を餘儀なくされて参りましたが、生産費の昂騰はとどまるところを知らない狀態でございまして、又々定價改正を致さねばならなくなりました。洵に忍び難いことと申しますが、右何卒御諒承下さいまして、倍舊の御鞭撻を賜はらんことを御願ひ申上げます。

尙、資材入手難、其他の理由の爲今後益益本誌の入手は困難を加へることと豫想されますので、なるべく最寄の書店或は弊社に豫約御注文賜はりたく願ひ上げます。

天 然 社

戦時計畫造船私史 ②

—太平洋戦争中の建造計畫の推移—

小野塚 一郎

8. 第2次標準船の出現

17年7月乃至10月頃の情勢に鑑み、開戦當時に考へて居た造船に對する基本思想に若干の訂正を加へ改5線表を案劃しつつ諸般の對策を講じつつあつたところ、船舶の喪失量は11月に至つて俄然倍加して月に10乃至20萬噸に達した。當時の建造実績は僅かに2—3萬總噸の程度であり、將來と雖も7—8萬總噸を豫想し得るに過ぎなかつたので、船腹保有量の問題引いては戦局の前途に重大な暗影を投げかけるに至つた。これがため研究途上の改5線表計畫も一頓挫を來たしたのであるが、改5線表の内容を既に非公式には發表済で實施に移つてゐることではあるし、一應これをまとめておかなくては既に實行計畫の基準としては不適當な改4線表の撤回も出來ぬので、近く重大な變更を豫期して12月上旬に改5線表は公表せられたのであつた。

一方11月頃から激増した喪失量に對する對策が考へられて居たのであるが、遂に大きな思想轉換を來たして第2次標準船の出現となつたのであつた。

これが原因に關しては種々あるが、最も基本的問題は量産の一途を追うて月産十數萬總噸の能力に急速に達するには現在建造して居るやうの續行船又は豫定してゐる第1次標準船では不可能である。どうしても量産に適した新らしい船でなければならない、且速機能力はさう急激に増加することは出來ず、もし量を求むれば劣速の船に依らなければ不可能であるといふ艦政本部の意見であつた。

これに對して軍務、兵備局等は技術的には艦本の態度を是認してさて如何にしたらこのじり貧狀況から脱れ得るかといふことに向つて研究して行つたが、結論として生れたものは一つの假定を設けた上劣質の標準船を量産しようといふものであつた。

その假定とは日本近海、東支那海、南支那海

等の海面は日本が制海權を確保するといふことであつた。さうして劣速ではあるが搭載量の多い船を澤山早く造つて物亂物資を運び、日本の國力を増大した上更に新たに對策を見出さうといふのであつた。従つて第2次戦時標準船は作戦輸送に使用するといふことは當初は豫想して居らないで、これ等の任務は在來船に依つて充足する豫定であつた。

この劣質、劣速の船を生んだ當時の理由としては、

材料供給力からいつて極度の節約をしなければならぬ

船舶の被害率がかく大きいと船舶命數に對する觀念を改めなければならない

戦局の前途は極めて重大で最早戦後經營などといふ甘い夢を抱いて施策は行つては居られない。一應全精力を戦争目的に集中し戦局を有利に展開した後更に考へ直す段階に立ち至つて居る

といつたやうのことが擧げ得ると思ふ。

かかる思想が海軍省に於て確立したのでこの第2次戦時標準船は11月頃からこの純戦時目的のため具體的設計が開始されたのであつた。

當時の海運界の狀況は

油を除く物亂輸送量は年間約6,000萬噸で之に要する船隻は約300萬總噸である。然るに18年度初頭にこれに充當し得る貨物船は約160萬總噸と推定さるのみで不足量は140萬總噸に達する。

南方石油の運送量を年間約500萬噸とすれば所要新造船は30萬總噸である。

開戦以後の船舶喪失量は1ヶ年約80萬總噸である。

以上を綜合して國家としての要望は250萬總噸の新造量となるが、これは到底實現し得ない。

止むを得ずあらゆる無理をしても船舶量の増加を計つた方が得策であるが、實行目標は造船能力及び資材面から勘案して100乃至120

萬總噸に止まざるを得ない。

船型の種類は必ずしも 10 種類を要せず、むしろ種類を制限して量産を計つた方が宜しい。

といふことが出来る。

第2次標準船の設計方針

早期に完成し且量産に適すること

載貨重量の大なること

資材、工数の節約

船舶命数の減少容認、10 年迄は認む

目的を物動物資輸送におく

航続距離は大型船は南方占領地へ往復可能
中型船は片道可能、小型船は日本近海用とする。

速力は軍令部の要望もあり最低 8 浬とし、海上輸送の主力をなす A 型は船速力は 8 浬とするから個船は 10 浬とする。TL 型は 14 浬を要望するも及ばざれば止むを得ず。又小型船は 8 浬以上を要望するも 7 浬も亦止むを得ず、むしろ量産を希望する。

船舶の命数は年間 250 萬總噸建造可能なれば 1 年でよいが、114 萬總噸より出来ぬ時は 5 年を要し、更に 100 萬總噸に止まる場合は 10 年を要するといふ机上論から 10 年位まで容認する。

戦後のことは別に考へることとして技術的に許し得る限り資材の節約を行ふこととし、従來の經驗から新造船に於ける各部寸法を従來船が竣工後 20 年経たる程度と同じ位に低下せしめる。このため船體用鋼材は 20 乃至 25% の節約となる。

設計要目

船種	船型	總噸數	航海速力	航続距離
貨物船	2 A	6,600	10節	8,000浬
	2 D	2,300	9	4,000
	2 E	870	7	2,000
油槽船	2TL	10,000	13	8,000
	2TM	2,850	9.5	4,000

9. 油槽船の緊急増加対策

油槽船の要望は計畫造船の當初から相當強烈なものであつたが、それ程烈しいものではなかつた。ところが 17 年夏頃から南方石油の産出

が豫想以上に油出すると共に豫て覺悟の上ながら内地の石油缺乏は直接戦力に影響したたので急激に且熱烈に要望され出した。然し乍ら當時建造中の油槽船は極めて僅かであり、17 年度は如何にしても大幅の増加は望み得ず漸く 18 年度に入つて實効を擧ぐるやうの状況にあつた。

このやうな状況に於て兵備局は敢然と貨物船の油槽船への改造といふことを決意したが、これに對して艦政本部は「本格的の油槽船に改造することは出来ない。然し曲りなりにも油を運ぶものなら出来ないことはない。但し本當はそんな無理はしないで外に對策はないか」といふ意見を回答したのであつたが、遂にこれを決行するに至つたのである。

油槽船以外の方法に依る油の還送に關してはたとへばドラム罐積にするとか、或はラテックスに含ました餛飩の如きものにするとか考へられ一部は實行されたが大きな効果を擧げることが出来なかつた。

既成貨物船の改造

就航中の貨物船中比較的船體構造良好のもの 20 隻 12 萬總噸を工事期間約 20 日で改造し、概ね 17 年 12 月末迄に使用出来るやうにする。使用目的は南方石油の還送で主としてシンガポール内地間に使用する。改造要領はとにかく重油を運び得れば良いとして荷役装置等は行はず、又油密性に就ても若干の漏洩は忍ぶこととする。艦政本部の希望條件は緊急用途が濟んだら早く元の貨物船に戻すといふことであつた。

工事は海軍工廠及び主要民間造船所で 11 月末頃からは行はれ大部分 1 月上旬迄に完成した。

建造中貨物船及び鑛石船の改造

趣旨は既成艦改造と同様で完成期間近かのを改造し 17 年 12 月乃至 18 年 3 月に完成せんとするもので、

17 隻、6.2 萬總噸

内譯 鑛石船 6 隻 3.4 萬總噸

貨物船 11 隻 2.8 "

貨物船は中型船のみで使用目的はバレンバンとシンガポール間の集積輸送にあつた。

被曳航油槽船

以上の如く既成船まで改造しても尙油槽船は所要量を充足し得ないし造船、造機能力も既に漁り盡くした感があつたので、全然別の觀點か

ら油輸送に資するために考へられたのが被曳航油槽船であつた。

従つて建造には造船所以外の車輛、鐵鋼等を利用してやるごととし、構造も全熔接、甲板なしといふ設計であり、又機關もなく乗員も居らないから艤裝工事が殆どないといふものであつた。

建造量 17年度内 30隻

1隻の總噸數約 650 總噸

使用目的 南方石油運送を主目的にして船團中の優速の船に曳航させる。パレンバンとシンガポール間の集積輸送に用ひ之が爲別に 150 總噸の航洋性曳船を建造する。

この被曳航油槽船は戦時の輸送船乗員の心理を無視したものであり、又港内に於ける取扱不便のため折角建造されても餘り利用されなかつた失敗史の一つであるが、別の面に於て即ち乗員の居らぬ所から船體強度を徹底的に低減せる構造、全熔接構造、曲げ板加工全廢による設計とか進水に於ける横入り進水の實施や造船業者以外の手による船體の建造といつた技術的の面に於ては後の第2次標準船の設計、工作、建造等に大きな先例を残したものであつた。

以上の緊急對策によつても 17 年は約 22 萬總噸の造出に止まつたが、18 年度に於ても要望 35 萬總噸に對して改 5 線表計畫では 24.7 萬總噸しか技術上検討して計畫出來ないので更に苦肉の策を用ひざるを得なかつた。

即ち貨物船の改造は既に貨物船の量の維持の點から大幅には實行出來ない狀況にあつたので結局行はれた方策としては

既成船の改造約 1 萬總噸

海軍の油槽船竣工に伴ひ徴用船を解除し C 船に編入するもの約 1 萬總噸

被曳航油槽船の追加建造 20 隻約 1.3 萬總噸

沈没油槽船の引揚使用

陸海軍の油槽船による物動輸送の援助

といつたもので糊塗した。

10. 改 6 線表 (18 年 3 月)

上述し來つた如く 17 年 12 月の改 5 線表決定

當時既に改 6 線表の出現は豫定されたのであるが、この間約 3 ヶ月の研究によつて逕信、陸軍、企畫院の同意を得て純戦時色を盛つた第 2 次標準船の建造を目標とする徹底的量産主義の改 6 線表は 18 年 3 月に決定をみた。

イ. 建造思想

純戦争目的のため當面の船腹確保を目標に徹底的の量産を行ふ。

量産の爲には劣速、劣質の船の出現も忍ぶ。

劣速船の海上護衛のためには別に海防艦の大量建造を行ふ。この方が結局得策と認める。

(海上護衛隊の検討の結果による)

造船部門に對しては國家として最大の優先措置を講じ最大能力の發揮に努めさせる。

ロ. 建造方針

18 年度の建造目標を改 5 線表では 75 萬總噸であつたが、これを 120 萬總噸に引きあげる。これが造船設備能力からみた最大限と認められる。

油槽船優先は益々強化する。

ハ. 建造方策

續行船、第 1 次戦時標準船の工事簡易化を差し當り實施して工事の促進を計ると共に、量産に不適當なこれ等船型はなるべく早く打ち切り第 2 次戦時標準船へ移行し、資材、勞力の節約と量産に努む。第 2 次戦時標準船は 18 年 10 月頃から起工する。但し E 型船のみは 6 月頃から起工する。

戦時應急を目的とした E 型船の量産を行ふ。この E 型船は從來の造船能力の外に設備も資材も勞務も造出した上で行ふことを本旨として、戦時目的の量産工場を 4 個所新設し、囚人勞務者を主體として運営する。

造船工場は重點を大工場に集中し、既設工場中の有望なものは量産に適する如く大規模の擴充工事を行ふ。この間の實績及び研究により既設工場の或るものは擴充により當初考へられた能力より遙かに大きな能力を發揮し得るものと技術的に確信を得た。

戦時行政職權特例を發動して造船部門の優先取扱を活潑に行ふ。

量産技術の研究及び指導を徹底する。

ニ. 建造計畫

上述の如き方策を實行することにより既定計

畫の約3%を増加し得るものと豫定し約20萬總噸の目標引揚を行ひ、これにE型船約21萬總噸を既設能力以外から造出して合計約120萬總噸計畫とする。

貨物船	約	54	萬總噸
E型貨物船		21	"
油槽船		31	"
被曳航油槽船		2	"
其他		14	"
合計		122	"

19年度は建造能力の向上により約180萬總噸の目標を樹て得るも、資材供給面から判断して約150萬總噸と豫定する。最大の隘路は厚鋼板の供給力にあつた。

ホ. 建造船型

18.年度竣工量は120萬總噸を基礎數字とし線表面は

續行船	-67	隻	20.9	萬總噸
第1次標準船	183	"	62.6	"
第2次 "	285	"	38.9	"
(同E型船	250	"	21.7	")
被曳航油槽船	39	"	2.5	"
合計	574	"	124.9	"

註 續行船及被曳航油槽船が改5線表或は建造目標より大なるは改5線表の實行計畫に於て遅延を來たし年度を越すものを實際に合はせて改6線表を調製せるに依る。

建造すべき主要標準船は

船種	船型	隻數	總噸數
貨物船	1 A	9	57,600
	1 B	16	72,000
	1 C	31	83,700
	1 D	23	43,700
	1 E	15	12,450
	1 F	21	8,290
	2 A	17	112,200
	2 D	11	25,300
	2 E	285	247,950
	計	428	663,190
鑽石船	1 K	18	95,400
油槽船	1 TM	25	130,000
	2 TM	5	14,250
	1 TL	12	120,000
	2 TL	2	20,000
	1 TS	4	4,040
	計	48	288,290

19年度に於ては續行船は皆無となり、第1次標準船も1C4隻、1D3隻、1E9隻、1F1隻、1TM1隻、1TL4隻、1TS1隻、1K1隻、合計24隻7.6萬總噸に過ぎず、あとは第2次標準船と雜種船のみとなつた。

第2次標準船としては2A123隻、2D119隻、2E432隻、2TL21隻、2TM46隻で、雜種船は漁船22隻1.3萬總噸、陸軍特殊船13隻1.8萬總噸、青函連絡船1隻0.3萬總噸にすぎなかつた。

へ. 資材

造船計畫と資材供給力の關係は極めて緊密に連絡をとり計畫が進められたが、大體に於て最重要な鋼材の面に於て年間120萬總噸程度迄は優先措置により供給し得たやうに思はれた。

然し改6線表では18年度末には年間180萬總噸程度の割合の能力に達するのであるが、これに對しては尋常の手段を以てしては困難であつた。

從つて改6線表に於ては鋼材供給を條件として居る外に、この線表完遂の結果生ずる増加船腹量のうち若干は優先的に鐵鋼部門に配當して鐵鋼増産を計ると共に、物動計畫に於て計畫を上廻り生産した鋼材を造船部門に優先配當を主張して關係各方面に働きかけて居た。

この當時既に運輸が隘路の一つをなして來て居り、この優先措置をも要望すると共にE型船の試作として生れる4隻を造船部門専用にして運用する計畫を提案して實現してゐる。

この時に要望した物動物資の主要なものは次の通りであつた。

建造計畫	18年度	120	萬總噸
	19年度	150	"

主要物資所要量 (18年度物動計畫)

資材名	新造用	修理用	設備用	合計
鋼材(千噸)	1,039	70	130	1,239
銑鐵(千噸)	130	13	45	188
電氣鋼(噸)	14,500	2,500	3,600	20,600
鉛(噸)	3,000	1,500	550	5,050
亜鉛(噸)	6,000	2,300	700	9,000
セメント(千噸)	13	12	320	3,450
船舶用材(千石)	624	630	—	1,254
建築用材(千石)	—	—	1,550	1,550
工作機械(千圓)	—	—	83,000	83,000

副資材として特に隘路と目され要望したもの
は

重油、潤滑油、ガソリン
石炭、コークス
電力
カーバイト

ト. 勞務關係

18 年度に於て 12 萬人の増員を要望する外は一般的處置は改 5 線表の際に要望したと概ね同様であるが、目新しいものとしは非重點産業部門の勞力の轉用を主張し且計畫して居る。

11. 改 6 線表決定以後の狀況

18 年 3 月決定せられた改 6 線表は官民共に非常の決意を以てこれが遂行に當り、18 年度上期は概ね順調に推移しつつあつたが、南方石油の還送はその後益々緊急度を高め、これが要望に對して新造船は到底充足し得ないやうの狀況にあつた。然も本格的油槽船の増加は國內能力にあつた。然も本格的油槽船の増加は國內能力を精一杯に使つて居る際とて急速には望み得ず、已むを止すして又應急油槽船に近い思想で改 E 型の一部を改造することにして播磨造船の松浦工場をこれに指定（切角軌道に乗つた量産を一度斷絶させた後油槽船に切換へた。建造計畫は 18 年度 30 隻である。18 年 8 月決定）一方船舶の喪失率は依然として上昇しつつあり、海上輸送力は減少の一途を辿つて居た。この當時 19 年度計畫もそろそろ立案しなければならなくなつたのであるが、海軍省兵備局が（18 年 9 月）研究して居た案は

第一案
19 年度も 18 年度と同程度の輸送力を目標とした場合

貨物船	148 萬總噸
油槽船	51 "
雜種船	6 "
合計	205 "

であり、戦争遂行上はこれでも尙不充分である。

第二案
造船能力を 180 萬噸總とした場合に

貨物船	129 萬總噸
油槽船	45 "
雜種船	6 "

合計 180 "

以上を實行するとして設備の不足を生ずる場合を晝夜業を強行するより外なく實行計畫の立案を艦政本部に要望し來つた。

然し乍ら造船量の要望は斯く熾烈であるにもかかはらず資材の供給は改 6 線表立案當時の計畫要量を國家として供給し得ず、上半期はともかくとして下半期に於ては豫定量を建造して行くことが困難となつて來て、量産一本槍に對しては先づ資材面から具體的に暗影を投げかけ出した。即ち鋼材は當初の 120 萬總噸計畫に對する 123 萬總噸に對して 101 萬總噸の配當しか得られず、その後如何に折衝を重ねるも増加の望みなきに至つたので、18 年度下期及 19 年度上期の竣工量を縮小せしむることとして差當り 18 年度を 107.5 萬總噸の計畫に改め 19 年度は一應 144 萬總噸と希望的に觀測することにした。

その結果建造船種別の内譯を

貨物船	約 53 萬總噸
改正貨物船	約 22 "
油槽船	約 30 "
雜種船	約 2.5 "
合計	約 107.5 萬總噸

としたのであるが、その後 9 月に入つて一應でも多くとの要望が入れられて鋼材の緊急配當を行ひ 18 年度の竣工量を 112 萬總噸と決定された。その内譯は

貨物船(改 E 含む)	75.8 萬總噸
油槽船	32.3 "
雜種船	4.0 "
合計	112.0 "

尙以上の如く建造目標は屢々變更せられたがこれ等は何れも机上に就ける計畫であつて具體的に線表の改正を行つて居らない。又當時は改 E 型船の新設工場の迂り出し悪く且資材の入手も物動計畫を下廻る狀況であり、當初の 120 萬總噸計畫の完遂は相當に困難と目されて居た。

12. 改 7 線表 (18 年 12 月)

やがて 10 月に入つて 19 年度計畫を具體的に樹立する必要に迫られたので、量産を希望しながら資材に制約されて造船能力の充分な發揮も期待出來ず、喪失する船復は竣工する量を遙かに上廻る狀況を眺めながら計畫したのが改 7

線表であつた。

イ. 建造方針

改6線表と同一思想によつて資材の許す限り量産に邁進する。

修理船の工事は新造船に優先して行ひ既存船隻の全般活用を計る。輸送船の建造は非常対策を用ひても促進し要望(80萬總噸)に近付かしむる如く努力す。

貨物船は130萬總噸の完遂を期す。

造船能力漸次向上し來りたるを以て豫ての計畫により劣速の第2次標準船を若干優速にした第3次標準船に漸次移行せしむ。

2A (10節) を 3A (13節) に

2TL (13節) を 3TL (16節) に

2E (7節) を 3E (8節) に

何れも19年10月頃の起工船より實施する。

ロ. 建造量

18年度 112萬總噸

19年度 190 "

20年度 180 " (一應の目標)

18年度内の竣工船は前項に述べた通りとし、これが完遂を期し19年度190萬總噸の内譯としては

貨物船 130萬總噸

油槽船 55 "

雜種船 5 "

ハ. 建造船型

19年度竣工船 (計畫)

船種	船型	隻數	總噸數
貨物船	1 C	7	18,900
	1 D	2	3,800
	1 E	2	1,660
	1 F	2	980
	2 A	116	765,600
	2 D	82	188,600
	2 E	183	146,210
油槽船	1 TL	7	70,000
	1 TS	1	1,000
	2 TL	24	240,000
	2 TM	48	136,800
	2 ET	96	83,520
	3 TL	4	40,000
冷蔵運搬船	500總噸型	4	2,000
	1,000 "	3	3,000

トロール船	500總噸型	11	5,500
M	9,000 "	2	18,000
	5,300 "	1	5,300
ES		11	8,030
W		4	11,520
救難船		2	1,000
浚渫船		1	2,300

Mは陸軍特殊船

ESは敵前上陸用戦車運搬船

Wは青函連絡貨車航走船

ES船は現在の計畫には性能不十分なると別に陸海軍より大量の要望あるため上記11隻を以て打切りとし、あとはSB艇として新設計のものを直接軍備計畫の一部として大量建造することになる。2Eと3Eは機関が異なるのみで計畫上明確ならざるにつき2Eとして計上す。

ニ. 資材

18年度は概ね従來の配當にて完遂するも、19年度は特段の措置を要す。特に厚鋼板については

下期國有割合 37.2萬噸

削減修正による實際割當 32.6 "

緊急措置による特配 5.9 "

結局 38.5萬噸

の状況にあり、緊急措置による特配を確保し得ざる場合は19年度の計畫完遂は保留する。

19年度は20年度計畫を180萬總噸として鋼材に對し1333萬噸を要す。

ホ. 勞務關係

緊急要員87,000人を要し、これに二直交代を主要工場に行ふため更に87,000人を要す。

13. 第6回行政査察

艦政本部は各般の隘路を打開しながら18年度責任量の112萬總噸建造に努めて來たのであつたが、實績は計畫に比してさへ満足すべきものでなく、年度の責任量達成も怪しくなつたので、11月上旬から12月上旬にかけて艦本四部長、五部長、商船部長をして主要造船所の現場査察を行つて工事の推進、隘路の打開、技術の指導等を行つて、どうやら責任量を達し得る希望を持ち得る程度まで漕ぎつけた。ところで一方船舶の喪失はこの新造の難航を尻目に益々増大し殊に10月以降の數字は眞に驚異的となつ

て来てこの儘推移せば敗戦に至る算極めて大となつて来たので、戦争の指導部ではここに國力を擧げて造船を行つて劃期的の増産の實を擧げ海上輸送力の増大から國力を増加させ戦勢を盛りかへさんと計畫して第6回行政査察(甲造船)となつた。

この査察には藤原銀次郎氏が勅命により査察使に任せられ、海軍省はじめ關係各省及民間團體からその精髓をすぐつて隨員として18年12月から19年2月にかけて査察が行はれた。

この査察の目的は

日本造船能力の技術的の最大量を明かにすること

上記の最大量の計畫を遂行するに要する條件を國家として満足せしむるやうな方策を具體的に案劃すること

差當り建造中の船舶は各船とも一日でもよいかから竣工期を繰上げること
といふことであつたが、結果として

18年度は112萬總噸は辛うじて達成されること

19年度は必要な條件を充足すれば255萬總噸の建造も亦不可能に非ざること
等が判明した。

14. 改8線表 (19年4月)

第6回行政査察の結果に基き案劃されたのが改8線表で、その基本思想たる量産により船腹並に輸送力の増加を計らんとする思想には變りなかつた。

イ. 建造方針

造船並に資材供給能力の限りを盡して船腹量の確保に努める。従つて方針としては改7線表の精神により更に擴大せる計畫の遂行を計る。

ロ. 建造計畫

19年度は造船能力の最大限と目さるる225萬總噸の建造を目標とし、20年度は能力の趨勢は300萬總噸以上となるも資材供給力これに追隨し得ざるを以て一應250萬總噸計畫として追つて決定する。

建造目標

貨物船 170 萬總噸
油槽船 77 "
雜種船 8 "

ハ. 建造船型 (線表面)

船種	船型	隻數	總噸數	備考
貨物船	1 C	7	18,900	
	1 D	9	17,100	
	1 E	5	4,150	
	1 F	4	1,960	
	2 A	149	983,400	
	2 D	91	209,300	
	2 E	411	357,570	
	3 A	16	115,200	
	波	2	1,000	コルゲートハルの試作船
	計	694	1,708,580	
油槽船	1 TS	2	2,000	
	1 TL	12	120,000	
	2 TL	33	330,000	
	3 TL	6	60,000	
	2 ET	120	104,400	
	2 TM	59	168,150	
計	232	784,570		
青函連絡船	W	6	17,280	
冷蔵運搬船	L	5	2,500	
	R	4	4,000	
トロール船	ト	12	6,000	
陸軍特殊船	M	3	27,000	
	ES	12	8,760	
救難船	救	2	1,000	
浚渫船	浚	2	4,600	
	計	46	71,140	
	總計	972	2,564,290	

註 第1次標準船は逐次2次或は3次型へと移行する。

2E及2ET及3E及3ETと區別明かならざるに付何れも2E及2ETとして計上す。關釜貨車航走船(H型)は差當り保留す。

ニ. 資材關係

改8線表の完遂の能否は一に懸つて資材供給の能否にかかつて居た。またこの計畫が如何に資材で難航したか、又その結果が直接戦局の興主要資材の所要概要

資源名	單位	第1/4期	第2/4期	第3/4期	第4/4期	合計	
鋼材	厚板	千噸	305	298	186	230	1,019
	鋼管	"	19	18	12	14	63
	其他	"	193	186	110	135	625
	合計	"	517	502	308	379	1,707

鍛鋼	鋼	23	22	15	18	78	
鑄鋼	鋼	18	17	10	12	57	
銑	鋼	97	91	51	62	301	
特殊電	鋼	4,615	4,355	2,465	2,965	14,400	
鉛	鋼	4,695	9,245	5,530	6,640	31,110	
亜鉛	鋼	1,965	1,895	1,285	1,465	6,610	
セメント	千噸	3,575	3,475	2,365	2,755	12,170	
B重油	噸	177	177	120	120	594	
C重油	噸	4,860	4,860	4,860	4,855	19,435	
工作機械	千圓	5,480	5,480	5,470	5,465	21,895	
木	船舶用材	千石	1,070	1,050	730	850	3,700
	土建用材	千石	1,230	1,200	800	800	4,030
	其他	千石	420	420	365	365	1,570
	計	千石	2,720	2,670	1,895	2,015	9,300

廢にも關してゐるので若干詳細に述べてみることにする。

上掲の表のうち供給困難の程度甚だしいと思はれるものは鋼材就中厚板であり、その他セメント、木材等は輸送の優先措置を伴はなければ物動上の數字は兎も角として現物確保は困難であつた。

その他副資材關係としては隘路となる見込のものは燃料（輕質油、重油、潤滑油、石炭、コークス）、電力、酸素、カーバイト等であつた。又工作機械は約 11,820 臺であるが、航空機に押され、これが確保は強力且確實の手を打たなければ入手は望めなかつた。

資材中最大の問題である鋼材についてみるに 19 年度の所要量は 171 萬噸となつて居り、然もこの 171 萬噸も相當机上操作をして値切つた數字であつて含みは殆どないものであつた。即ちその内容を檢すれば

第一は建造能力の趨勢は 20 年度は 300 萬總噸以上となるのを資材故に 250 萬總噸として 19 年度鋼材所要量の減額を策してゐる。

第二に鋼材物動期と船の竣工期との差、即ち前懸り月數を從來 9 月であつたものを平均建造月數の短縮を理由として 7 月位まで縮め所謂在庫壓縮の名で供給力の負擔を軽くしてゐる。

第三に第 2 次戰時標準船を全面的に建造するやうになつた結果、從來の船に比して總噸當りの鋼材量は平均 20% 位は少い。

第四に施設擴充は新規のもの、操業に尙時間を要すると認められるものは縮少或は中止して資材は極力建造用に使用することを策してゐる。

かくの如くしても第一及び第二、四半期には所要量は 50 萬噸に達し、實に國家全生産量の半に達する數字であつて蓋し實現は困難で、結局決定をみた物動配當量は 127 萬噸で合計 44 萬噸の不足であり、差當りの第一、四半期に於て 10 萬噸の不足であつた。

改 8 線表進行に要する鋼材所要量（單位千噸）

	第 1/4 期	第 2/4 期	第 3/4 期	第 4/4 期	合計
建造用	450	440	266	337	1,494
施設用	30	25	5	5	65
修理用	35	35	35	35	140
武裝用	2	2	2	2	8
合計	517	502	308	379	1,707

この難關を突破するためと稱して提唱されたのが所謂雪達磨式鐵鋼増産策であつて、窮策が國策の銘を打つて出現した第一歩であつた。

雪達磨式製鐵とは既定造船計畫より促進の結果船が澤山出來た時これを鐵鋼部門に配當し、鐵鋼の増産に寄與させ、船舶の供與による計算上の増産鐵鋼を造船部門に配當して、これに依る増加した船舶をまた鐵鋼部門に配當するといふ計畫を稱してゐるのであつた。そして最も注目せられる 4 月分の増産船隻としては、3 月末完成目標に工事を進めて僅に間に合せなかつた數萬噸の船がこれに當る（18 年度の責任造船量は勿論完遂してゐる——目標と計畫に若干の差がある譯である）といふ豫定であつた。

物動計畫（年度初頭）による鐵鋼供給計畫（單位萬噸）

	第 1/4 期	第 2/4 期	第 3/4 期	第 4/4 期	計	
概算所要量	50	50	35	36	171	
配當計畫	固有物動配當	40	38	23	24	125
	特配	2	—	—	—	2
	雪達磨製鐵	8	12	12	12	44
	計	50	50	35	36	171

この雪達磨式は 4 月は幸先きよき出發をなし若干賑あるかに思はせたが、結局は大して物ならず、幾何もなく上記の物動計畫は崩れて改

訂せられなければならなかつた。

改正鋼材配當計畫 (單位萬噸)

	第 1/4 期	第 2/4 期
固有物動配當	32.5	20
雪達磨式製鐵	7.5	10
特配	2.0	—
計	42	30

かくの如く改8線表完遂は當初から困難であると共に、發足と共に資材面から崩れて行つたのであつた。

ホ. 勞務

19年度内に77,000人の増員を必要とする。然し當時の状況は勞務供給源が涸渇して一般徵用は望み薄で増加の方は學徒、女子に頼らなければならず、消極的には軍動員が造船工具に及ぼす影響を極力少くする事に折衝、これ務めた。

ハ. 施設

原則として抑制の方針として次の案件のもののみ促進する。

- 19年度内に完成見込確實のもの
- 改8線表遂行上絶対に必要のもの
- 新規計畫を原則として行はない
- 技術陣容貧弱の工場は擴充はしない

15. 改9(流産)線表 (19年8月)

改8線表は異常の決心を以て發足はしたが、忽ち資材面に制約されて、この儘計畫を進めて行く事は出来なかつた。もし強行すれば計畫に混亂を生ずることは明かであるし、又出来ないものを出来る如く裝ふことは戦争指導を誤らしむる恐れがあるので、到底資材が開閉出来ない事の判つた6月下旬に線表改正の決意をして改9の線表計畫を行つた。この線表は要するに資材に應じて建造計畫を縮小したもの過ぎないのであるが、8月上旬海軍次官まで書類が行き、海軍省としての案が成立せんとする一步手前でサイパン失陥等戦局の悲境から物動計畫に又々大きな變更を豫期されて正式に成立するに至らなかつた。

建造目標を255萬總噸から195萬總噸に低下させる。

貨物船 改8 170萬總噸 改9(案) 102萬總噸

油槽船	77	88 (内23は應急油槽船)
雜種船	8	5

計 255 195

鋼材配當は第二、四半期に29萬總噸は絶対確保すること

當時の實情は 18年度分未入手 8萬總噸
19年第一、四半期配當不足 8萬總噸
" 第二、四半期配當減 21萬總噸

雪達磨式製鐵の方式は飽まで存続強引すること

銑鐵、石炭、コークスの優先入手を計ること
工作機械の充足を約束通りやること

所要	11,820 臺
19年度割當	6,000
" 第一、四半期割當	1,000
" " 入手	500

勞務者は減耗補充は絶対行ふこと

鋼船の建造は甲造船に一元化し、強力に推進すること。(つづく)

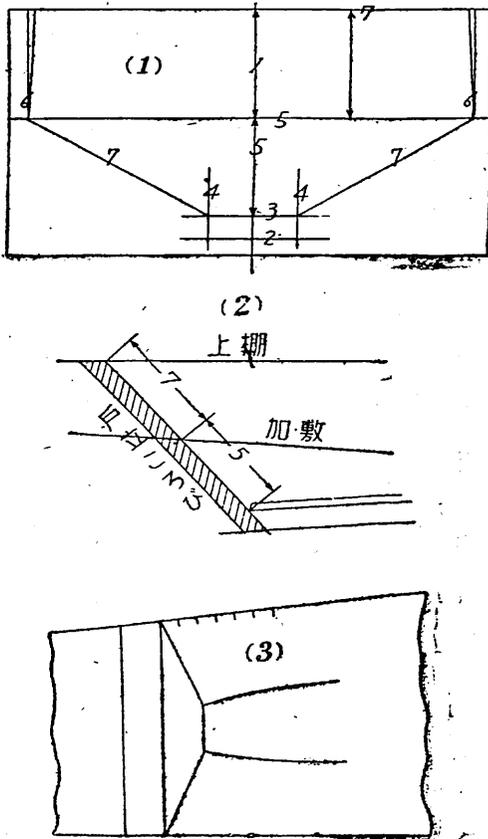
(276頁より續く)

ころであるが、今後建造を豫想される船舶のお手本ともなるべきものを調査研究の上、實際に設計してをくことは決して無駄なことではなく、現に鋼製貨物船に對しては造船聯合會において、また木造貨物船については日本木造船組合聯合會においてこの意味の標準船を設計しつゝあると聞いてゐるが、妹尾君のこの研究は前者の設計に對し絶好の資料を提供するものと考へられる。

最後に山根繁昌君の「辨無往復動汽機に就て」は三段膨脹汽機の高壓汽筒の蒸汽入口側に蒸汽辨を裝備するだけで、各汽筒間には蒸汽溜及び滑辨の取附を廢止し、汽筒を蒸汽導管によつて連結して吸鑄によつて給廢汽を行はせる辨無往復動汽機の新考案を報告したものである。著者はこの汽機の採用によつて機械的出力の増加、熱損失の防止、機械効率の増加、故障の減少、重量及び製作費の輕減などを期し得られるといひ、目下實物の機關を試作中であると述べてゐる。この機關の燃料消費量についてなんら言及してゐないことに對しては物足りない感があつた。(21.5.15)

戸立

戸立を作るには敷と同じく矧合せて作るのである。初め板幅の中心線を出し敷の四つで中心線を振り分けに敷の幅を出し戸立の最下部より敷のめん迄の寸法を記入し、圖面に依つて戸立のころびなりに加敷のはたの高さ(下足)を敷のめんの所から上に取り、此の位置を中心線に直角に引延して加敷の高さを決るのである。加敷の高さが決つたら、戸立の幅(肩)を中心線から振り分けに付けて此の位置から下のめん迄墨



第 63 圖

水押へ基線を出す方法

定規は低すぐに削る。定規の面へ曲尺を宛てて糸を直角にする。

- (1) 番號順に墨をする。
- (2) ころびなりに寸法を計る。
- (3) 釘 5, 6 本より加敷の「はた」を引通して戸立の長さを切る。

を張れば、戸立の加敷の勾配が出るのである。戸立の上の高さは上棚の高さ迄とし、戸立の長さ(幅)を切るには加敷の(はた)なりに戸立より釘 5~6 本位軸に依つた所より下げ振りに(はた)を引通して見て戸立の上部の所をきめて其の所から加敷の(はた)へ直線を打つて切るのである。以下墨の出し方を終に番號を附して説明して見ることにする。(第 63 圖)

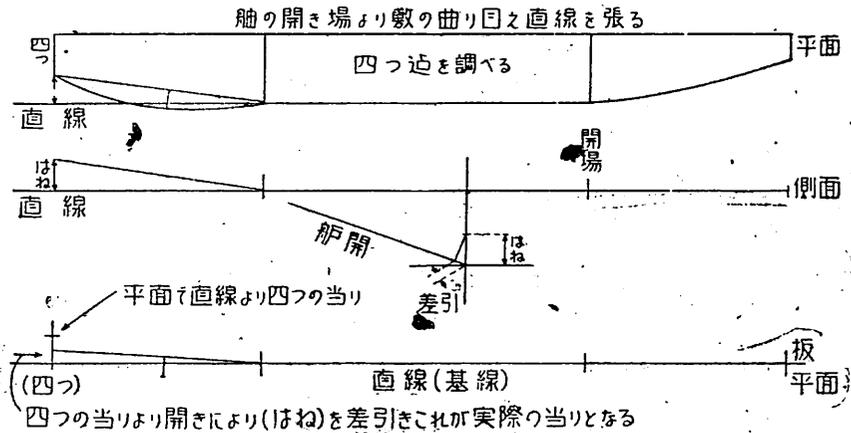
加敷

加敷を作るには、初め重板と言つて敷の根に付く板をきめるのである。此の板に敷に記入してある戸立の内側と艦敷の曲り目と艦の開き場と軸の開き場と水押の接手の内側との位置を正確に記入するのである。此の位置を記入する場所は先づ軸の開き場と艦の開き場の位置で板の外より敷の溝へ嵌り込むだけ内側に一本、板全長を通じて直線を出すのであり、此の直線が基線となつて敷に嵌り込む所(よりは)を作る本となるから線に振れないやうに真直に打つて置かねばならぬ。又板は成るべく根を艦になるやうに使ふのである。直線が出たら艦の曲り目から戸立の内側迄の長さを一本のしなひ定規で計り、此の長さを重板の基線に記してある艦敷の曲り目から艦に付けて戸立の位置を決定し、又軸の開き場の位置から水押の接手迄の長さを計り此の長さを重板に記入し、之に依つて加敷を作つて行くのである。

此の位置が決定したら、敷で軸の開き場の外(敷の溝)から艦敷の曲り目敷の外側へ直線を戸立の所迄引張つて見て此の直線より戸立の四つ迄いくら離れてゐるか調べるので、之を調べるには戸立の根で(四つ)曲尺を敷の上にのせ曲尺の短い方を下に向けて軸の開き場の敷の外より艦敷の曲目の敷の外へ添ふやうに糸を曲尺の短い方に宛てながら調べて行けば引通しの距離が分るので此寸法を重板の戸立の所へ記入して置き次に艦の開場で開き勾配に艦敷の(はね)の高さに曲尺で直角を出して見ると、開きなりに艦敷のはねの高さの所でいくら寸法を差引けばよ

いかといふ差が出るのである。此の差を先き付けた直線上の戸立(四つ)の位置から差引いた所が、艫の開きをきめて加敷が戸立へ取り付くときに四つに當るときの實際の寸法である。此の

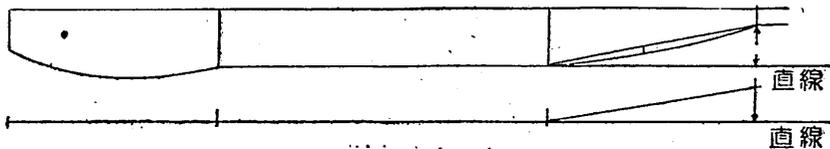
位置から艫の開き場の位置に直線を打つて艫放の張りを作つて行けば、艫敷の曲り目から戸立迄の(よりは)溝に嵌る所の墨が出来るのである。(第64圖)。



第64圖 加敷艫の墨

次に舳を墨を出すのであるが、舳も艫と同じ要領で艫の開き場より舳の開き場へ敷の横へ直線を張つて水押の角(三つ角)でいくら離れてゐるか調べて此の寸法を基線上の水押の角へ記し

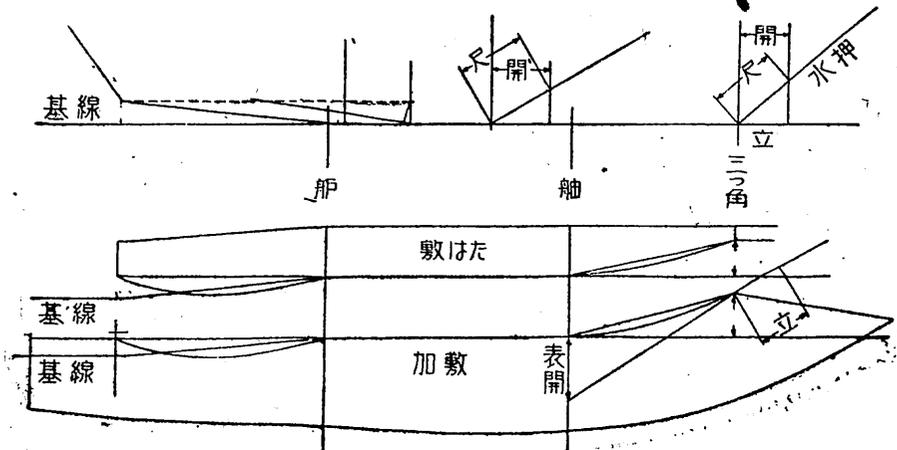
て置き此の位置から舳の開き場の所へ直線を引き敷の張りを作れば舳の溝に嵌り込む所(よりは)が出来るのである。(第65圖)



第65圖 舳のよりね

以上の如くして加敷の(よりは)が出来たら水押のころびなりを出すのである。水押のころびなりを出すには舳の開き場の位置で基線より舳の開きの寸法だけ上に上げた所から三つ角の所

へ直線を打ち、此の直線を基に水押のころび寸法を出して其の寸法を1尺に宛て嵌めて行けば之が舳の開きをきめて加敷を水押しにねち付けた時の實際の舳なりとなるのであるが、舳の



第66圖

長さは墨一はいに切らないやう長目にして置き取り付けながら切つて行くのがよいのである。

加敷の重板は根を體に使つてあるから舳の方は板に(かき)下曲がないから(のどはぎ)を付けるのである。(のどはぎ)は板を平らに矧がずに適當に反らして矧ぎ合せ水押へ付く方の端の縫釘は板を水押へねち付けてから打つのがよい。

舳の昇の墨が出来たら舳の開き場で加敷の板中をきめ、體の開き場でも幅をきめ戸立の所でも幅をきめて平滑な墨を出して加敷の幅はきまるのである。(第 66 圖)

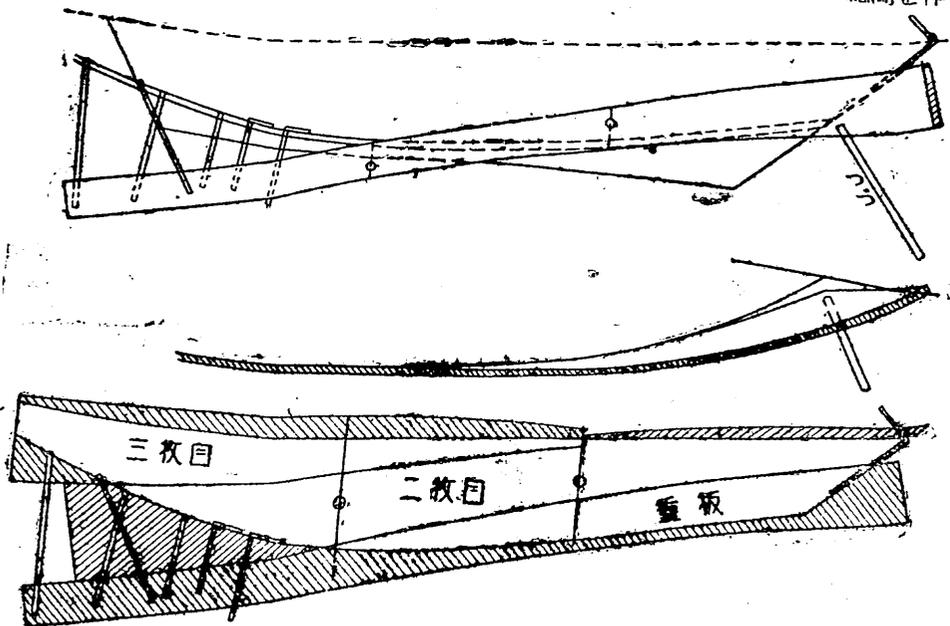
基線から四つ三つの角の差を見る體は其の差より(はね)を差引く舳は當り舳當りより舳の開き場で開きだけ上げて直線、此の直線へ水押のころびを出して加敷の昇りなりを出す。(これを繩の墨といふ)。

上 棚

上棚を作るには加敷同様繩の墨で作る方法と形を取つて作る方法とある。上棚を繩の墨を出すには面倒でもあるし、實際出来上つたものが正確に出来兼ねるから上棚は形を取つて作るがよい。上棚を形を取つて作るには別の形板を使ふ場合と棚板の下に使ふ板(重板といふ)を直接加敷のはたにあてて、之に形を受けて作る場合

とある。此の事を(空宛)といふ。

空宛の場合、棚板は加敷とは反對に重板は板を水押の方に使ひ、末口を體に使ふのがよい。重板で空宛てをするには成るべく長い距離が加敷のはたに當るやうにするのがよいのであるが大抵舳の開場と、體の開き場の中間位で切れる(のぎ切れ)のものであるから此の要領で形を取るのがよい。形を取る場合板の根の方は成るべく水押の近く迄板の下の方につづを宛てて曲げ込み舳の開きばの位置で糸を下げて棚の開きをきめるのである。形板には無理のないやうにしなければならぬ。此のやうにして加敷のはたに添はせたら、加敷に當つてゐる所は墨差し易く墨を付け同時に釘の位置も正確に記して置くのである。水押の方は水押のころびなりに板に直角に曲尺を宛てて水押の内側を出して其のなりに上の方へ上棚の付け止めの位置を差越して付けて置くのである。加敷のはたをはづれた所は釘の心距毎に曲尺で加敷のはた直角に位置の差越し寸法を正確に記入して置き曲尺の届かぬ所は一定の長さの定規を使用して差し越し寸法を記入するのである。此の時には舳の開き場と體の開き場と戸立の位置をも正しく記入して置かねばならぬ。此の位置で上棚の總高を作るので



第 67 圖 空 宛 て

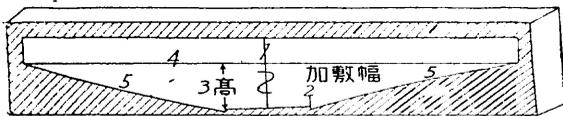
墨線の内側を當る。(側面)板の中に當る。開き場で棚巾を差越して置く。曲尺定規を利用して(平面)三つ角につづ。重板二枚目三枚目と順々に矧地を作る。墨より加敷の下迄を出す(あまり)。

ある。此の形が取れたら今一度墨に付け落しのないやう調べて見ねはならぬ。此の記入が出来たら板を取りはづして平らな臺の上に並べて矧地を作り、次の板(二枚目)は根を艦に使用して順々に矧地を作つて板を合せて先きを取つた重板の差越しを寫して其の所へ(しなひ定規)をあてて平滑な墨を出して加敷のはたの墨をなし、其の墨より加敷に合さるだけ下に出して上棚の下部を作るのである。次に艦の開き場舳の開き場で上棚迄の總高さを調べて其の高さから加敷の高さ(下足)を差引いて上棚の高さをきめて、戸立の高さ水押の付け止めの所から、艦舳の開き場の高へ平滑な墨を出せば上棚の高さが出来るのである。

水押に取り付ける部分の上棚下部は形を取るとき水押にびつたり付いてゐないから上棚を作つて實際水押に取り付けるときは三つの角がはね上るから此の所は按配して形の當りより下げて置くのである。上棚も加敷も縫釘で矧ぎ合せるのであるから矧地はよく乾燥させ木殺しをして矧ぎ合せるのである。釘の心距は 23~24 厘位が適當である。(第 67 圖)

根舟梁

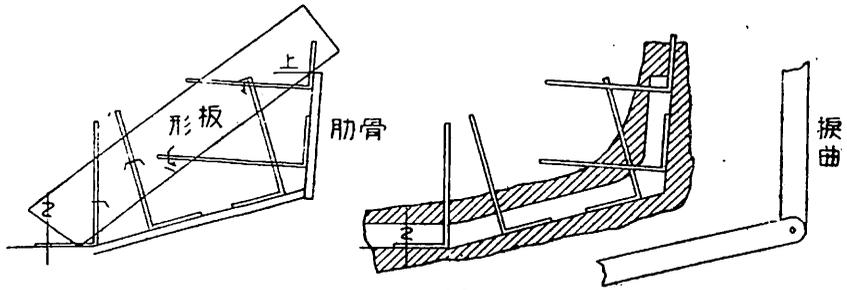
根舟梁を作るには根舟梁の取り付く位置で加敷の幅を調べ、其の幅の中心を記入し其の中心より兩方へ敷幅を取り又加敷の幅をも正確に記入し敷の所で加敷の高さ(下足)を加敷の幅の所迄引き出し其の所より敷幅のめんの所迄墨を張ればよい。加敷は必ず上面が平らに付いてゐるとは限らないから加敷の上面をよく調べて直線を按配して行くのである。(第 68 圖)



第 68 圖 根舟梁
肋骨

肋骨を作るには形板を使用して形を取る場合と振曲で形を取つて作る場合とある。形板で作るには形板を肋骨の位置の線に正確に合せ上棚

加敷、敷等を丁寧に形板に取り木材に寫して根を大きく上に行くに従つて深さを少くして作る



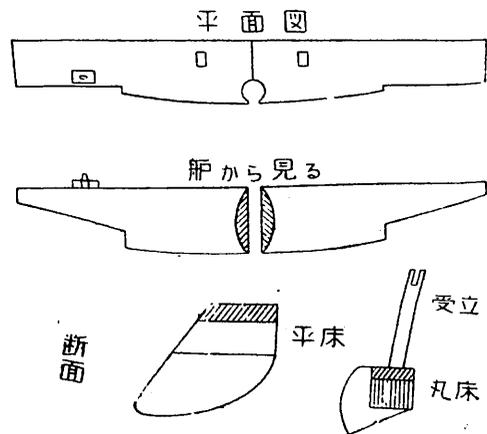
第 69 圖

のである。振曲で作る肋骨は根舟深に取り付くものを作るによい。(第 69 圖)

梶床

梶床を作るには上面は歪のないやうに平に削り戸立に取り付く方は上面の直角に削るのである。梶床の上棚より外に出る部分は幅を一定に決め、上棚の内側に入る部分は棚の外より多少幅を廣く作りそれより後を丸形に作る場合と斜面に作る場合とある。梶床の上棚より外へ出る長さは地方別に又は漁業別に依つて適當の長さとするばよい。梶床の外に出る部分は先きを薄くし棚の根元で厚く作るのである。梶床の上面には上棚の外より 15 厘位外に出して櫓座を嵌め櫓座の中心に櫓杭を差して段櫓を漕ぐ装置をするのである。又梶床の長さの中心には適當の勾配に梶を差し込む孔を明ける。

梶床の上面には梶床を挟み適當の間隔に受け立つを立て梶の抜き差しに便ならしめるのである。舵孔は勾配に依つた楕圓形に上面に墨を出



第 70 圖 梶床

昭和二十一年七月二十三日發行
昭和二十一年七月二十三日發行

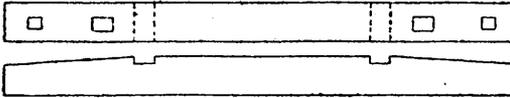
編輯顧問
(五十音順)

- 清郎 鑑夫 郎 渉 夫
- 次 義昌 五 雅
- 村外 田縣 高 山 識
- 永福 村山 山 横 吉
- 治郎 郎雄 止 淳 博
- 代一 昌 鉞
- 千喜 四 木 井
- 田野 下 原
- 石上 菅木 榎 高 永

して掘るのであり又受け立の孔は舳へ傾くやうに掘るのである。(第70圖)

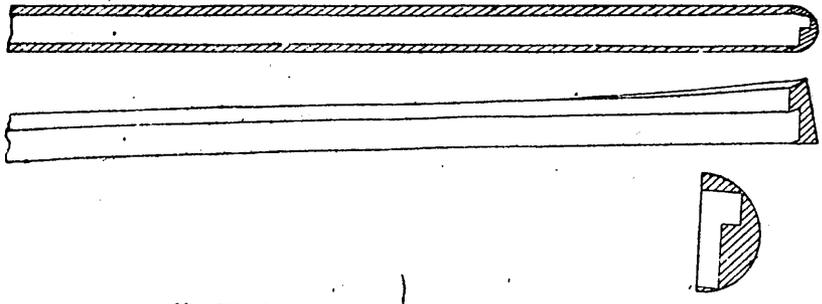
櫓 床

櫓床は角材で作り上棚より外へ兩方共 60 纏位出る長さとし先端には櫓床の角だけ中に入れて杭木又木等を立てる四角な孔を掘るのである。上棚より外へ 18 纏位出して櫓座を嵌め櫓杭を差して櫓を漕ぐ装置とする。櫓床の下部は上木縁りに 15 耗位切り缺いて嵌め込む溝を作るのである。(第71圖)

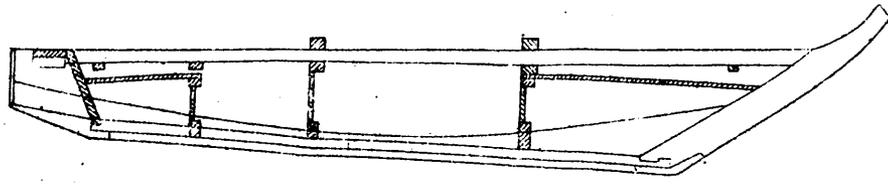


第71圖 櫓 床
木 縁 り

木縁を作るには適當の丸太を二つ割りにした



第72圖 木縁り、二つ割り



第73圖 出 來 上 り

ものにて作るをよしとす。作り方は挽割り面の反りのある方を上棚に乗るやうに作り上部は上棚の厚さと木縁の外に残るだけの厚さとし、下部は木縁の厚さに木取り上面の厚さに丸味の方を削り、此の削り面へ上面より3纏位下げて立鋸で上棚の厚さだけ(しゃくり挽)下部の厚さより削り付けて行けばよいのである。上面水押の方1米位の所から適當にはねを作るをよしとす。(第72圖)

和舟木材木取りは大體これで出来上つたのであるから、次は機会を見て西洋型船の施行法を詳細に記述して見ることにしたいが、西洋型船としても木取り等は和舟と同一のものもあるに依り初心者は和舟を充分研究する必要がある。(第73圖) (終)

定 價 五 圓

編輯發行 能 勢 行 漢
印刷所 大同印刷株式會社
東京三

發行所 會社 天 然 社
東京

日本出版配給統制株式會社
東京