

論 說 報 告

土木學會誌 第十卷第三號 大正十三年六月

浚 渫 船

工 學 士 加 納 盛 吉

内 容 梗 概

近世航海船の型が益々大きくなり軍艦も吃水が非常に深くなり港の深さ云ふ方に關係なしに大きくなる傾向を生じた、従て港が使用に差支を來し勢ひ之を深くせねばならぬ事になつて來た、世界上の有名な港は申す迄もなく數多き小さな港も皆夫れ夫れ便利に船着きを宜くする必要を生じて來たのである。港の改修工事は到る處に起る、又是非とも起さればならぬ時運であらうと思ふ又糧食問題が起る様になれば必ず治水水利の問題が伴ふ何となれば世界の耕作し得べき地表面積を極度に利用せんが爲めには山も崩さればならぬ、川も改修せねばならぬ、殊に日本の如き急斜面で洪水の多い國柄では河の改修は糧食問題と密接の關係がある、今迄の様に洪水の爲めに米が採れぬ鐵道が不通になる云ふ様ではいかぬ、一粒の米でも洪水で流してはならぬと云ふ時期が來る、故に政府は毎年多額の金を費して洪水防禦と云ふ事に努力しつゝあるが其の爲めに日本全體としては餘程洪水に因る損失を少なからしめたのであるが今後何時迄行ても此の仕事は盡きることばあるまい。既成工事と雖も必ず或る年數を経れば山から流がし出す砂で河底は高くなる、其砂を何處かへ棄てればよいが其れば大變な勞力であるから先づ其儘にして置いて兩岸の堤防を高くする、併し年々歳々砂のたまることは止まないとして見れば兩岸に山の様な堤防を作る事が不可能になつて來れば河床を渫らへなくてはならぬ。丁度往來の溝は時々渫へる必要がある如く補修工事をなす必要が來るのであらう。斯くの如き工事には皆浚渫船の力に依らねばならぬ。

然るに浚渫船と云ふもの働はどや云ふものであるか其の構造の大要はどやであるか、機械的にどや云ふ缺點があるか、其の缺點を如何にして少なくするか、如何なる構造に作つたら壽命が永いか、どや云ふ材料が適當か、如何にすれば能率が高くなるか等の事を機械的に研究して見る事は無益ではあるまいと信ずる、然るに外國にも此の操縦法及構造大要を書いたものは多少あるが機械としてデテイルや材料の事を發表してあるものは餘り見當らない。まして邦語のは絶無の様である、尤も論文や斷片的の發表は此の道の研究家に依てなされたものは稀にあるけれども廣く實際の事に當る技術家及運轉の事に當る現業者に適切と思ふ事デテイルの事を書いたものは見當らない様である。

然るに澤山の浚渫船を使用しつゝあつて若し其の能率を僅か5%でも高む事が出來れば全體の運轉經費に影響することは少くあるまいと思ふ。又破損修繕に年々費やす金額を其の幾何パーセントでも節約することが出來たら少からぬ國損を防ぎ得ると思ふので民間造船所に在て此種の機械を設計製作する諸君。操縦する諸君。修繕する諸君。日々の運轉を監督

する諸君等に對し若し多少でも此の小論文が役立つ處があれば目的は達せられた譯で決して六ヶ數學理を研究する目的ではない。私は僅かに10余年間此の道に關係して居るのみで決して大した經驗を積んだとは思はないけれども淺いながら10年は1年に勝る點もあらうかと信じ重もに今申した側に從事さるゝ諸君の參考に供し度い爲めに發表する譯である。故に出来るだけ通俗に簡潔に實際事に當て適切なる様にと注意して書いた積りである。外國には現在日本に使用しつゝあるのよりのつさうまい設計のもあらうがさう言ふものを書いて見た處で現下の實物を如何に處理して行かうかと云ふには餘り餘の遠いことであるから現在の日本の船を標準として適當な方法を探るのが最も差當りの急務であらうと私は考へた。併し追ては世界的に見聞の廣ろい研究者がもつと優秀なる書物に續々と發表さるゝ事を大に希望する處なのである。

文章は讀んだだけで直ぐに消化されなければならぬものであるから文句と云ふ事には頭を費やさぬ方法を探り度いと思て口語體にしたのである。本論に書いたことは自分の實地にやつて見た事で自信はあるが若し一を以て十を押す事の出来る場合があるとすれば大方の教を汎く乞はんと欲するので讀者諸君の御注意を受け度いと思ふ。相共に研究して行くのがやがて進歩の途であるから。

		目 次	頁
	總 論	.....	3
	甲 バケツ式浚渫船	.....	5
第 一	バケツ船の構造概説	.....	5
第 二	ポンツーンの構造	.....	8
第 三	自走船體の構造	.....	14
第 四	扉に掛かる重量を支ふる装置	.....	17
第 五	シュートの勾配	.....	22
第 六	汽機汽罐	.....	24
第 七	浚渫機構 (Dredging gear)	.....	30
第 八	齒 車	.....	34
第 九	トップ・タンブラル	.....	47
第 十	ボトム・タンブラル	.....	53
第 十 一	ラダー (鋤鏈梯)	.....	57
第 十 二	バケツ	.....	64
第 十 三	ピン及ブッシュ	.....	71
第 十 四	操縦装置 (Maneuvering gear)	.....	84
	乙 ポンプ式浚渫船	.....	94

第十五	大體の構造	94
第十六	ポンプ浚渫船の能力を定むる基礎	100
第十七	ポンプの構造	110
第十八	シャフト・クラッチ	113
第十九	ポンプの當板 (Pump lining)	115
第二十	ポンプ羽根の構造	119
第二十一	サクシヨン・バルブ	124
第二十二	革ジョイントとボール・ジョイント	126

總 論

土砂を掘る簡單なる機械は鋤、鍬、スコップ、鋤鏈、袋鋤鏈等がある。スコップと鋤は同じ力の働で鍬と鋤鏈とは同じ力の働で引き寄せる力スコップの方は押す力で全く反對になる、機械的に構成するには何れが好都合かと言へばスコップ式の押す方が掘るにも捨てるにも便利なので鎖とかワイヤ・ロープとか云ふ種類の單に張力にのみ力ある聯動機構を應用するに於ては凡てに於てスコップ式が好都合に仕組み得る爲めであるが陸上掘鑿機に於てはワイヤ・ロープに鋤鏈を連結して引張て掘る所謂ドラッグライン・スクレーパーがあるけれども陸上で鋤鏈が見えて居るから宜しいが水底では鋤鏈が見えぬことと水底の様子がわからぬ爲めドラッグラインは使用困難を生ずる筈であるから餘り應用されぬ。

バケット浚渫船も一種の鎖であるが艇の一端に杓子を付けてワイヤ・ロープ又は鎖で起すデッパー浚渫船もバケット船と同じ働作で型の變形したものに過ぎぬ。矢張りスコップ主義に外ならない。デッパー船は日本には尠ないが米國は殆ど之のみでバケット船との優劣は容易に判斷は出來兼ねるが機構簡單で傷みの少ないことはデッパー船の特色であらうが掘り進む向ふに山の高い時には有効に働くが山の低い時即ち淺く掘る場合には坪の單價は多くなる。10尺以上の山がなくては面白く働かぬ。併し水底の堅いときはバケット船より強く掘り込むのでバケットの企て及ばぬ程有効に掘る。

又全く式の異つたプリースマン浚渫船所謂俗に掴み船と云ふのがある。人の手が物を掴むのと同じ働をして水底深く土を掴んで來る、此れは小規模にして然かも比較的深く掘るには最も適したものでグラブを釣る鎖一本で可成りの深さに達

せしむることが出来るからラダーを卸ろすバケット船よりは簡単に深掘りをする英國ハルのプリーストマン會社の考案で巧妙に仕組みられた装置である。

今一つ別な方法の浚渌船は水と共に土砂を吸ひ揚げるので凡ての方法の中で最も人工的なものである。セントリフューガル・ポンプの吸水管を水底に觸れしめて土を吸ふ。水面埋立には殆ど此の式に限るので單に浚渌船としても荒砂小砂利に向ふてはバケット船と同様な工費で掘れるが細砂泥土に向かふては丸切りバケット船とは比較にならぬ程時間を要し掘當り工費は非常に高くなる。又粘土の地山ではカッターを要し此のカッターに仲々馬力を要するので應用範圍はバケット船に及ばない。併し水面の埋立には前にも申したる如く最も妙なる構造で吸揚げたる土砂を廣き場所に排出せしめ流すときは水中の土砂は自然と其邊に沈澱して漸々水底が淺くなり遂には水面上に洲が現はるゝに到り尙續けて吐かす中に立派な陸が出来る。而も其れが自然と平坦に出来上がるので都合がよい。土砂の粒が細かい程廣く擴がり平坦になる。荒い程吐き口に高く盛り上がり屢々吐水口の位置を換へねばならぬ、亦此式のは風浪に因つて船が動搖するときでも他の式のより比較的 safety に仕事出来る。夫れは船體と吸水管とがぶらぶらに取付けてあるので船の動搖は水底に突込んで居る吸水管には余りこたねない。夫れも無論或る程度迄の話で甚しく動搖を受ければ遂には吸管の關節を折つてしまふ。概略吸管を45度以内に水底に下ろして60呎位の管で4呎乃至5呎の浪迄は安全に作業し得る。元來ポンプ式は構造簡單で傷む部分の少いと云ふことが大なる特徴で鋤鏈式よりは修繕費は少額であるが泥土とか極めて細粒の砂では吸上ぐるのは容易だが沈澱が遅いので能率は極めて少ない。

以上の四種及其他の式の異たものを分類すれば

- 1, バケット浚渌船
- 2, デッパー浚渌船
- 3, プリーストマン浚渌船
- 4, ポンプ浚渌船
- 5, ポンプ・バケット混成浚渌船
- 6, ニューマチック噴水浚渌船

5は單にバケット式で掘り揚げたるものを船内の土箱に落とし水と混じてポンプを以て遠方に送る言はゞバケット船と埋立用ポンプ船とを一つにした丈けのも


ので特別の場所特別の用途に向つて設計されたものに過ぎない。

6 は壓搾空氣を以て水を噴出させ其の力に依て土砂を崩すので探礦の目的に使用さるゝ式なので破損は少ないが水底を掘る目的には適しない。

本論は主として最も多いバケツ船に就て私の氣付いた處丈けを記るす積りでポンプ船も一寸大體を記るし修繕に際して必要なる設計を略記する積りである。ポンプ船は大體が餘り多く傷まぬものであるから注意すべき點も從て尠ない。其他の浚渌船は數も少ないし大した破損の困難も起らぬから略することにした。

甲 バケツ式浚渌船

第一 バケツ船の構造概説

先づバケツ式のを解説すれば第一圖に示す通り船體の約 $\frac{1}{2}$ 乃至 $\frac{1}{3}$ 位の長さを左右舷二つに割つて形に作り其の間を一本の梯(ラダー)と云ふ長い棒が水底迄下がり得る様にする船の中央に高い櫓(ヤグラ)が丈夫に作られてあつて、其上で鎖につながれたバケツの形をした所謂鋤鏈が廻されるのである、其の動力は船内にある汽機汽罐であつて極めて小なる型の船には稀に石油エンジンを動力とするのもあるが一般に汽機である。微速全速起動反轉等が最も容易に出来るのは汽機であるから簡單と云ふことと頑丈と云ふこととで此の原動機に勝るものはない。其の汽機はシンプル・エンジンのもコンパウンドのも大小に應じて色々ある。汽罐も多管式横罐のも船用型のも水管式のもある。要するに何でもよい。併し石炭の經濟と云ふことを主として纖弱なものは禁物で此種船舶は普通の汽船と違つて單獨にて仕事するものでなく多くの場合附隨した曳船とか土運船と云ふ種のものど共同作業をするから故障の多いときは總員の仕事が止まる不經濟と云ふ點から石炭の經濟位では償ふことが出来ぬ。故に丈夫と云ふことが主眼であらねばならぬ。又浚渌船を使ふ様な場所は文明設備のない様な處が先づ多い。從て鐵工所がない修繕に困難すると云ふ事からして全體の能率は甚しく低下する、原動力を櫓上に傳へるには調車でもよし齒車でもよしスプロケツトでもよろしいが普通はベルトか若くは齒車である。鋤鏈を廻す速力は餘り速過ぎては不都合で鋤鏈から土が落ちきらぬ内に船の外に鋤鏈が出てしまふと無益の仕事をする事になるから悠々と土の出る時間以上に早く廻してはならぬ。普通1分間に15から20回鋤鏈が轉倒する程度がよろしい。若し細かいさらさらの砂で粘土氣がなければ25

回位迄は大丈夫出てしまふ。水底には何物があるか解からぬ、大木が埋もつて居るか大きな石が轉ろがつて居るか太い杭が隠れて居るか思ひがけぬ障害物に打つかることが往々ある。斯くの如きとき鋤鏈が餘り急速で廻つて居れば非常なる破損を來すから此の點から云ふても餘り早くは掘れぬ譯である。

汽機は高速度でもかまわぬ。櫓の上迄傳動して行く間に廻轉を遅くすればよろしい。そこで浚渌機構に種々なる考案が工夫されてあつて。今云つた不時の危害から逃るゝスリップ・ギアだとかレヂューシング・ギアだとか取付けらるゝ譯で詳細は後に書く通り種々な特種な構造を必要とする、何しろ非常に大なる力を極めてゆつくり傳へるのであるから齒車の齒などは餘程大なる力が來るものと見なければならぬ。

浚渌の機構は大要上の通りであるが其の外に一つ大なる區別がある夫れは船自身が獨りで航走するかせぬかであつて、自走式とポンツーン式と分かるゝ處である。

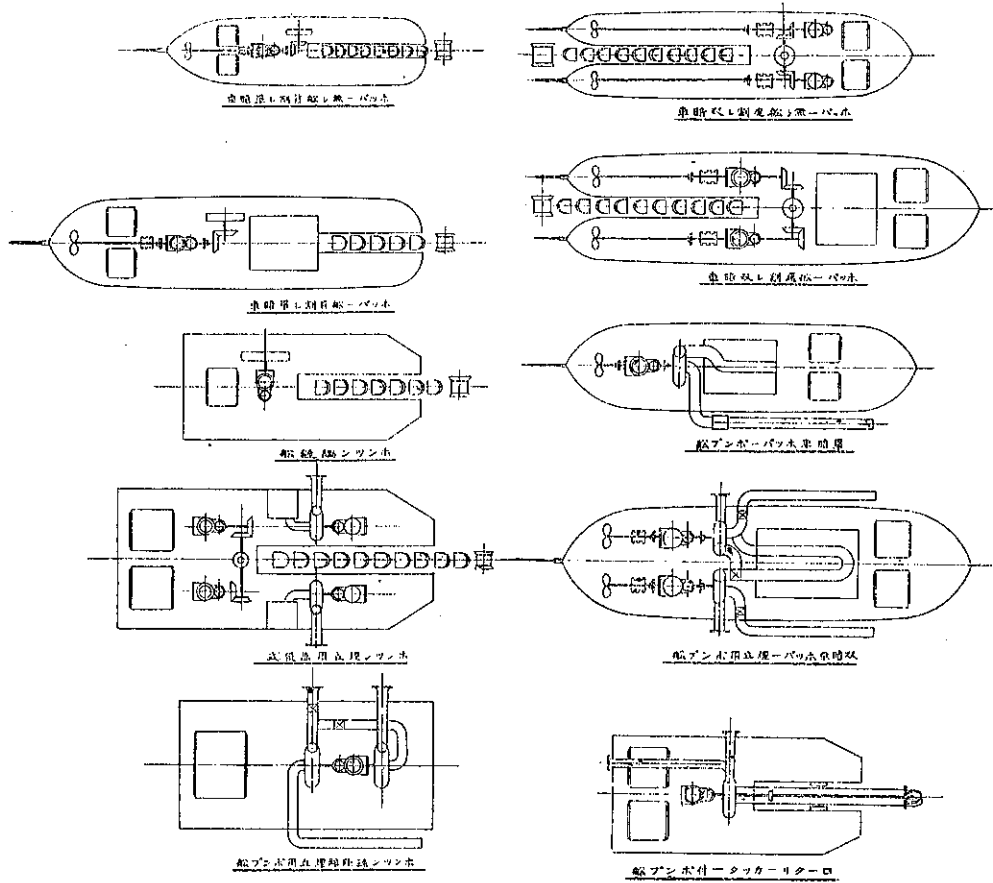
自走式とは船がプロペラルを持って自身航海の出来る構造で多くの場合浚渌機を動かすエンヂンがクラッチを掛け替へることによりてプロペラルを廻す様な仕掛けに出來て居る。之は浚渌の場所迄自身で行き浚渌を終つて土砂を自身の船體に満載するか若くは土運船に取るにしても兎に角作業が終れば再び自身で航走して他の厄介にならずに碇繋場に歸て來らるゝ装置なので一の汽船として扱はるゝのである。

ポンツーン式は全く上の機能を持つもので自力では航走の出来ぬものである、従てプロペラルを具備せず船は唯一の浮臺で俗にイザリ船と稱するのである。

それで船體は自走式であると構造も複雑で各部の寸法も造船規定に準據しなければならず又年々の定期検査も受けねばならぬ。舳艫の構造も普通船の如く水切りのよい爲め許りに細くする譯にも行かず鋤鏈が土を掘る抵抗に勝つ丈けに即ち土を掘り起す力の反動に堪へる丈け船定も強く浮力を大にせねばならぬ、従て細く許りも出來ないので相當幅を持たせタライ式の形に作る必要が起きて來る。そうすれば航海速力は自然鈍くなる。之を鈍くもせず浮力も強く即ち舳の幅も持たせ水切もよくしやうと言ふ處で船の形に苦心を要する點も生じて來るのである。

自走船の速力と馬力との關係は普通の航海船とは大に趣を異にしアドミラルター・コエフィシエントは非常に小さくなる。既成船から割出した數はバケツト船で

第一圖 淺 瀬 船 装 置 圖



100ポンプ船で150迄である。外板の厚などは普通2分から4分迄船底板は少々厚いのをよろしとする、ポンツーン式なれば全く鐵製タンクを作ると同じ様に船底は「」又は「」形の骨とし側はアングルを骨とし鐵板を張つた横断面の長方形で舳艫の少々水切りの傾斜の付いたものでよいが自走式のだと肋骨を曲線に曲げて船としての要件を持たせなければならぬ。

砂倉を有する船は掘上げた土砂を直に船艫に落して積込み満載するのを待て碇を捲き自走して土捨場に行き艫底の扉を開き土砂を水底に捨てる、此の構造は船體が多少複雑になり且つ扉の取付方に工夫を要する點もある、船體の詳細は後に譲り扉の開閉を容易ならしめ、満載しても土砂の漏るゝことなき様にし且つ破損の少ない様に構成せねばならぬ、荒い作業に堪ゆる爲には餘り精巧なものにして

密閉してはいかぬ、石片土砂木片其他何物に限らず扉と船體の合はせ目即ち蝶番ひの方の戸當りに嚙込む恐れがある。精巧にしても忽ち弛みを生じて來るから始めから戸當りを密接させぬ方がよろしい而も餘り土砂の漏れぬ程度にせねばならぬ、又船底に突出する様な部分を作つては淺瀬を越す際などに磨滅がひどい此の邊に注意して設計したものは先づ大した怪我もなく動作する、扉は蝶番ひで開閉は主にもスチーム・ウインチで鎖を捲き又は緩める方法で此のウインチには鎖の弛みを調節し又は荷重を嚴重に止めて置く特種な構造を必要とする。

次に船體を徐々に且つ自在に前進後退左舷右舷に動かし風浪潮流などに抵抗して其の位置を確に定めつゝ水底を順々に掘進む爲めに六挺の碇を入れて互に一方を捲込み反對の方を捲出し思ふ様に位置を移動させて行く装置を必要とする、之を操縦装置(マヌバリング・ギア)と云ふ、舳に一挺之は最も大なる力の掛かる碇パウアンカーで艫に一挺舳左右舷各一挺艫左右各一挺都合六挺で小型の船は船長一人のハンドルで凡てを動かすが大型になると舳艫に一臺宛の強力なウインドラスを備わて船長の信號で捲く又船の構造により三臺を要することもあるウインドラスは普通の型で差支ないが前に一步出れば後が一步弛み右に一步寄れば左が一步弛む様に動かさねばならぬ、碇の重量鎖の太さ等各適當の寸法は後記詳説する。

先づ大體に於て浚渫船なるものゝ構造は今迄記した如きものであるが之から詳説に入らう。

第 二 ポンツーンの構造

最も簡單なるポンツーン(舢舨)の説明及び設計製造の注意すべき點を擧げて見やう。

1日10時間作業して100立坪(21,600立方尺)の土を掘る浚渫機構を塔載して働く船は長さ約60呎幅20呎深6呎位の箱船でよろしい。外板は2分位、肋骨(俗にスバンドと云ふ所謂フレームの事なり)は2吋 $\frac{1}{2}$ 位のアングルで底骨は8吋位で2吋 $\frac{1}{2}$ 位のアングルで組立てる、200坪になると外板は略同様位若し尙丈夫にしようと思へば2分5厘位の板で肋骨は2吋 $\frac{1}{2}$ 若くは3吋船の長さは85呎位幅は24~25呎位深さは7呎 $\frac{1}{2}$ 甲板は2分板位でよろしい。肋骨は2呎間にして甲板梁(デッキ・ビーム)と取付ける隅には成るべく大きなブレーシング(ブラケット即ち三角板)で固

める、底と側と取付く隅も船内の交通を防げざる限り成るべく大きな丈夫なブラケットで連絡せしむるがよい。機關室には肋骨五つ飛び位に特別大きなのを入れる。之は何故かと云ふと浚漂機構が働き始めると甚だしく震動を起す、齒車の震動とタンブラルの震動其他凡ての機械震動が起る。之が船體に響いて船體の弱いときは甚だしく共鳴する、太い肋骨と厚い外板と大きなブラケットとで固めた丈夫な船と然らざる弱い船とは非常な差がある。譬へばブリキ製の箱の上に時計を置けば秒の響が大きく聞けるが丈夫な金庫の上に置くときは音が少さくなる、そして船體の震動音響の大小は乗組員の精神作用に非常な違ひがあつて震動の音響の劇しい船と然らざるのとは日々の氣分に大なる差があつて一日の疲勞に大に影響するものであるから船は丈夫な程よろしい、又凡ての機構の保存上にも差があらうと思はれる、凡て概して力のかゝる處に跳ね出し（カンチレバー）の構造を作ることによろしくない、必ず突張り方束を入れて跳ね出しの震動を防がねばならぬ。

又外板の側板と底板の隅のアングルは外側から取付けるのが最も適した方法である、而して成るべく分の厚いアングルを使ふて幅も普通適當と思ふより少しく廣いのを使ふて置けば銕孔とアングルの縁との寸法が大きくなる、即ちアングルが幾年の後腐蝕し鐵鎖で磨滅して來ても萬一漏水を生じた時にも樂にコーキングが出来るし又縁をハツリ取つてコーキングする度數も屢々することが出来る、凡て底板と側板の隅は鎖に因りて甚しく磨滅されるもので茲を丈夫に保護した船は生命が長い、又茲に一つ重要な注意を要することは多くの場合最初設計する際側板が2分なら底板を2分5厘にする側板が2分5厘なら底を3分位にする側が3分なら底を4分位にする、底は能く腐蝕し又は水底に接觸したり、廣い面積に水壓を受けるからと云ふので側よりは幾分宛丈夫に設計するが私の見る處では少くとも側と底とは同じ分厚にするがよいと思ふ、今申した底板に對する理由は無論必要な考であるから之に對する注意はよろしいが側板に對して同じ注意を拂ふことを忘れてはならぬ、側板の内殊に水線附近は最も傷む、海水に出沒する部分は鹽分が着いては乾きすると鐵を腐蝕させる原素が非常に濃厚になる、年中水に入り居る部分は左程腐蝕するものではない、私が屢々實見する處に因ると最も早く腐蝕して張り替へを必要とする部分は側板の水線である、此際底板を檢查すると案外腐蝕して居らぬ。だから底板と側板殊に水線附近の板の厚さは同一にして置い

ても尙ほ側板の方が先きに傷む位のものである、決して閑却することは出来ぬ。又炭庫の内と云ふものは尙ほ更早く腐る、之は硫黄の氣で蒸されるからであらう、通風が他より不良で露の付くことが多い爲めでもあらう、何れにしても側板は可成り厚い板で張り置く方がよろしい。

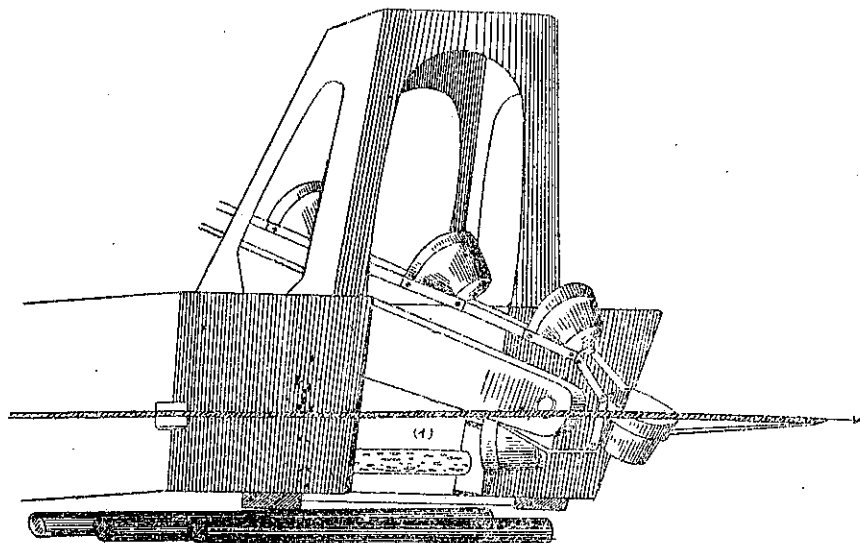
バルクヘッドは大して必要でない、船内の交通を便利にする爲めには却て無い方がよろしい、元來バルクヘッドの主要目的は沈没せんとする際船を救助するに在るのだが船體三區劃位に仕切つて見た處で一區劃に浸水したら此の種の船では到底助かるものでない。船體が普通の商船の如くでなく櫓だのラダーだの重量が高い處にあり顛覆し易いのみならず甲板は商船などより種々な孔が多い。鎖孔だの機械室から甲板上に動力を傳へるシャフト孔だのあるから此等を突差の際に悉く水密ならしむることは出来ない仕事でバルクヘッドがあつても傾斜すれば甲板から浸水して來るから到底助からぬ場合が多い。併しバルクヘッドがあれば船體は丈夫になる、フレームにブラケットを取付けて船を堅むると同時にバルクヘッドで補強することになるが、要するになくても差支ない物である、自走式に於ては海事規則に従て造るから必ず設備せねばならぬ、平常の作業にはバルクヘッドに蝶番扉でも付けて置かないと船内の交通には不便が多い。

船窓ポルトは成るべく設けないがよろしい、採光は悪くなるが船室は暗くて不愉快になるが船の完全を主とするなら斯の如き浸水し易い孔は成る丈け少いに限る、船長は作業が終ると上陸してしまふ場合が多い、航海船でないから大抵は晩に歸宅する。少數の番人が船に宿泊するのみだから夜中に不時な事件が起つても機宜の處置をとることがむづかしい。適當な防禦策を號令する人が居らぬから助かる船も過ちをしてしまふことが往々ある。だから危険を生せしむる恐ある設備はない方が安全である、作業が終て岸に繫留する際などには岸が急に深くなつて居る處は潮の干満に因つて船體は一方の水底に擱座する、益々干潮になつて來ると遂にポルトが水に浸たる此の際うつかりして窓を密閉することを怠つてあるときはどしどし船内に浸水して終に傾斜沈没の難に遭ふものである、又暴風雨洪水等に遭ふて繫留碇が曳けて來る際などには船員皆甲板上に働いて居るので少しの不注意で窓を閉むることを忘れると櫓に風、若くは船體に洪水急流を受けて傾斜することが甚しいから低い窓は忽ち波に没する従て浸水して來る、寧ろ出來得る限り窓を設けることを止めて天窗かデッキ・ライトで辛棒する工夫をする方がより

多く安全である、甲板上の作業には邪魔ではあるが此の装置の方が危険は少い。スカッフルを閉じたら安全だと云ふ説も起るか知れぬが實際勵行が困難である、舵はある方がよろしい。必ずしも必要ではないが廻航の際には必要である。潮流の劇しい場所では船の位置を直すのに便利である、併しポンツーンの形が全く箱の様で四角であるときは中心線に取付けても舵の效能は極めて少ない、艫の兩舷に一枚宛取付ければ有効ではあるが平生の作業に土運船の横付けに妨害になることもある、餘り屢々廻航するの必要の起らぬ船なら舵は不用である。

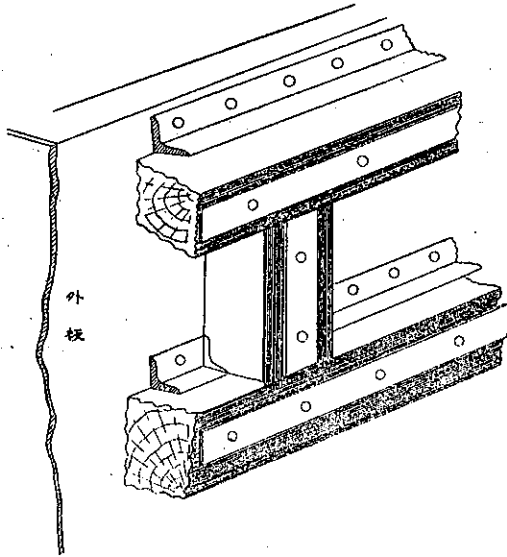
艫の割れて居る處は船體の構造が如何にしても弱くなるものである、それ故にラダー・タソーを出来る丈低く充分丈夫にして兩舷を繼ぐ方法を探らねばならぬ、之を鳥居と名づける。鳥居の頭を大きくして力を持たせ船體の開く傾向を防ぐ。船體を上架捲揚せんとする際に船體に胴廻はしを取る、此の時不注意にしてウエルの間に支柱を噛ますことを忘れると遂に絞られて兩舷が寄せられる恐がある。それはウエルの突當りの兩側繼手に故障を起すことになる。必ず第二圖(イ)の如く板を當て、支柱(突張り丸太)を入れ夫で締めて置くべきである。ウエルの突當りの斜面の處は土砂によりて摩擦され可成り磨滅するものであるから豫め砂除けの鐵板若くは木板を鉤り下げて置くのも宜しい。

第 二 圖



船體各部の適宜な寸法を説明するのは此書の目的ではないから別に造船専門の書に譲ることとする。尙ほ船擦れのフェンダーは必ずなくてはならぬもので普通5寸角乃至8寸角位の船材を外板を通ほしてボルトで締め付けて置く。材の

第三圖



篋まり込む丈けの中にアングルを外板に銜着して置けば一層丈夫になる即ち第三圖の如くする。又堅のフェンダーの間に筋違ひを入れることは非常に宜い設計である即ち土受船又は他の船體に接觸するとき他船のステムが堅材をむしり取ることがある夫れを外にそらせる爲めに有効である(第四圖)土運船が衝突する時其の力を廣き面積に分配して薄い外板を丈夫に保護する役

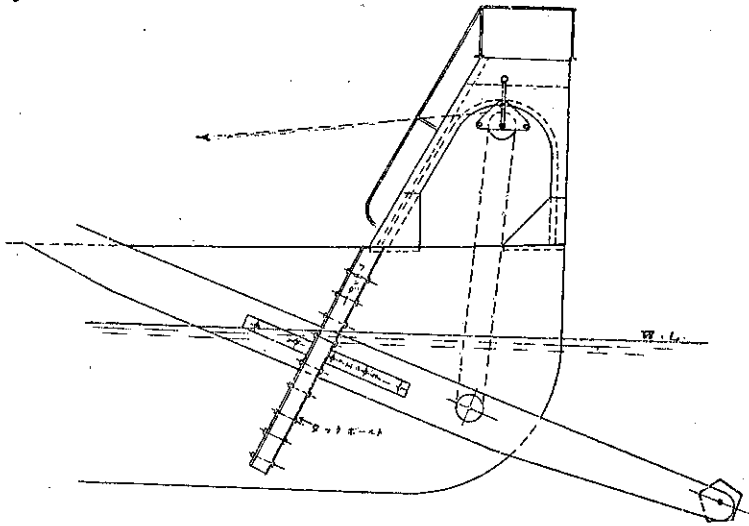
目であるから木材は成るべく長物を使用する程よろしい。而して材質は榎か栗の様な堅木が腐らないで強い最上のものであるが經費を省く點から多くは松材を用ふる併し3年目位には取替ねばならぬ。

第四圖



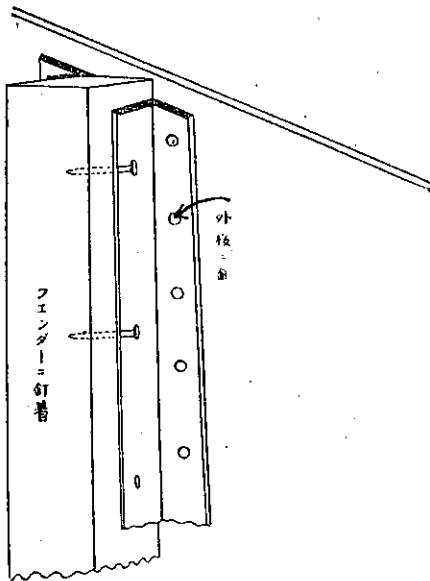
ウエルの内面に於てラダの擦れを防ぐ爲めには同じく堅に長いフェンダーを兩側一本宛取付くる必要がある。第五圖の如く其位置は成るべくラダの先きを押しやる様に船の舳に近く斜に取付くる。

茲に注意すべきは舷側のフェンダーは水線上にあるから取付けに六ヶ敷しい水止めをする必要はないがウエルのフェンダーは水線以下船底迄達せしむるから取付けボルトから往々漏水を生ずる事がある最初は完全にボルトに麻白ペン等を巻き付けて締めるので水は止まつて居るが、年數が経過すると自然弛るみを生



第 五 圖

じ又はフェンダー其の物が磨滅してボルトのナットがきかなくなるとパッキング材料が効力を失ひ漏水する。故に最良の方法は第六圖の如く、アングルに篋込んで外からタックを打込み水止めに關係なく木材を支へる構造にするがよろしい。中央櫓の親柱は甲板を通して船底迄一本物にする方が最良であるが甲板と取付く



第 六 圖

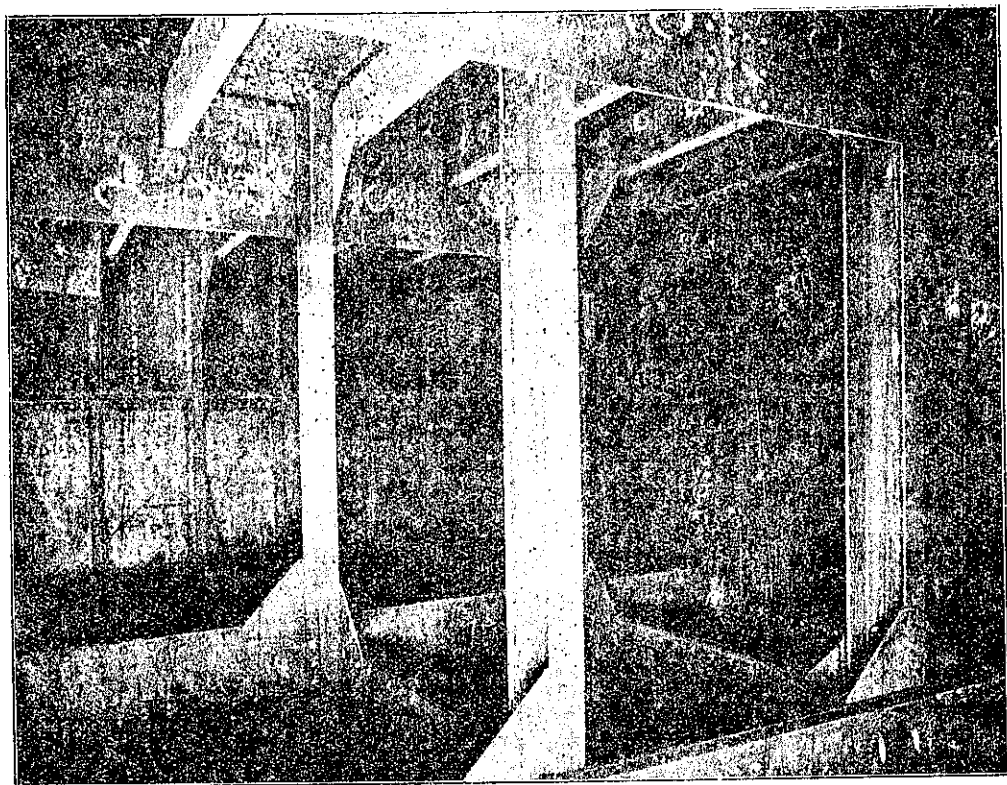
處で水密工事が厄介になる爲め多くはブラケットを以て甲板梁に取付け甲板下は別に柱を立てる構造にするが水密工事はやりにくくとも一本の通し柱に設計する方がよろしい。柱が甲板を貫ぬく箇處の水密が少々位な完全であつてもそれは船の堅固さとは比較する問題でない其處の水密不完全以上に甲板には澤山の孔があつて船内と外界と連絡して居るのであるから茲は甲板下の強梁との取付方に重きを置き水密が困難ならばパッキング材料を噛ませて外からセメントで固めて置いても仕事に

差支はない處であるワシデッキの漏水位ならば如何なる方法でも止めることは容易である。

又柱と船底との取付は必ず丈夫なる縦通材の上に大きなブラケットで固着さるゝことを要する。其の縦通材は少くとも肋骨10本以上に跨がり尙ほ堅固にするならば肋板のアングル丈の幅を切り抜きて船底板迄達せしめアングルを以て底板と鉸銕し一層堅固を欲するならば前後の肋板を連結してインター・コストルを兼ねしむるならば完全な仕事である。

畢竟柱に受ける重量と劇震とを廣く肋骨に分配せしめ度いのが目的で船を固むる爲めである。縦通材は厚2分5厘以上で肋板上15吋位の深さを要する。第七圖に示したのは200坪ポンツーンの中央檣下の固め方に付ての一例である。

第 七 圖



第三 自走船體の構造

自走船になると造船規定に據り構造を制限され噸數に應じて夫々使用材の寸法

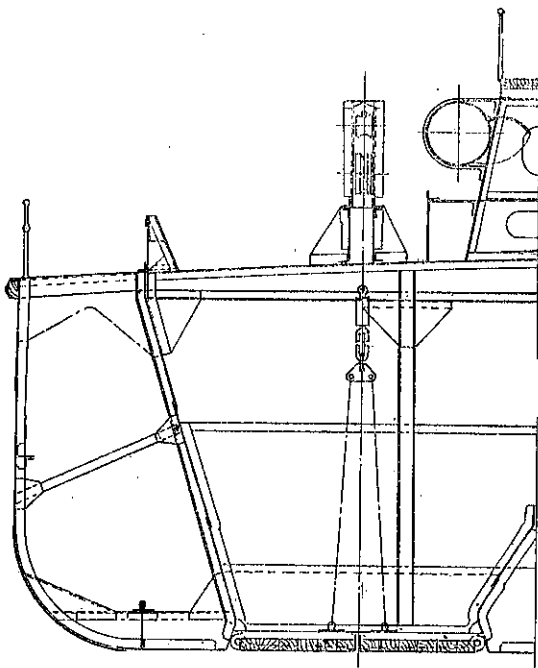
が定まる。法に規定のない部分と雖も普通貨物船の構造によつて材寸は凡そ定まるが渡渡船には規定以上に堅固な寸法に成るべく選んで行くがよろしい。

貨物船と異り渡渡船には特別検査を施行せない規則であるから局部の衰弱を發見する機會が少ないので何ちらかと言へば強よ目な材寸を選んで置く方が安全である。のみならず前にも言つた如く震動が劇しいから船體は能ふ限り堅固なものをよしとする。

船體の安定をよくする爲め船の幅を大にし然も水切りのよい様に外板の曲線を出すには可成り苦心を要する。先づ其の場合々々に當て最良の方法を探るより外に致方がない。そこで自走船は普通ホッパー(砂船)を有するのであるから先づホッパーの構造を説明して見やう。

ホッパーは普通朝顔形に作る。側板を眞堅にして榊形にすれば土砂の排出は最も良いのであるが斯くするときは底の扉が大きくなつて材料構造を充分堅固にせなくてはならぬ。蝶番ひなどは土砂の全重の半分を負ふべく可成り大きな頑固なものになる。又扉を閉ちて之を締付けて置く装置も土砂全重の半分を受くる從て非常に頑固な鎖を要し且つ扉を開く際には大重量に逆らつてストッパーを切ら

ねばならぬ仕事が比較的困難になる。故に土砂が排出し得る程度で朝顔形即ち漏斗形に底を狭く作り扉の形を小さくする。であるから土重の幾部分は側板に支われ扉にはこたわないので凡ての装置が軽くして差支ないことになる。第八圖はホッパーの断面を示したもので側板の傾斜は60度乃至70度位元來土砂は45度位迄は自然に這り落つる性質を持つて居るが斯くの如き極端な角度を採用すると土質の粘土性か又は泥土性のべとべとし



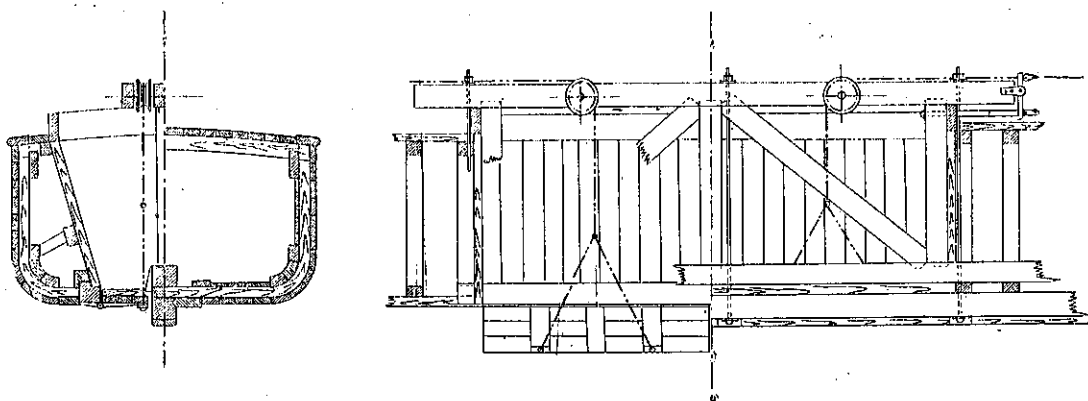
第 八 圖

たものはホッパーの内で一個體に固まりセリ持ちとなつて容易に迂り落ちぬ。故に先づ60~70度位に定める。

鐵板なら上はぎとし表面を皿頭に沈め船體内部に孕み出さぬ様に堅固な骨即ちフレームを以て支へ尚ほ外板の肋骨とアングルを以て連結してステーとすれば最もよろしい。水密ならしむることは無論である。

木造船なれば松板の如き粘靱性木材の厚板2寸から3寸位のを緊張りとなし太い角材を横に置いて釘止め若くはボルト締めとして充分にホーコン水止めとする。

第九圖の如く構成するを適當とする、水底から掘上げる土砂の内には大なる石塊とか古杭とか種々な重量物が混じて来る。此等が猛烈に落下してホッパーと劇衝するから側板は單に土壓に堪へ得るのみならず劇衝に堪へなければならぬと云ふ必要があるから思ひ切つて丈夫に堅固に構成して置くに越したことはない。

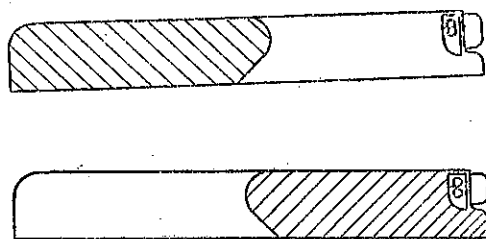


第九圖

扉と船底との合口は餘り密接してはならぬ。4分か5分位のユルミを設けて置かぬと物が噛んだ時蝶番に無理を起す、軟土質なれば潰されてしまふし堅い物なら却て木材を潰してしまふ。此の隙間たるや程度の問題で必ずしも多いからよい少ないから不可と云ふ譯でもない。譬へば5分のクリアランスを設けたとて1寸の物が噛めば3分は喰ひ込む、又3分のクリアランスと雖も2分の物が噛めば容易に閉鎖の効を奏すると云ふ次第で畢竟障害物の大小は豫め量り知ることを得ざるが故に何程のクリアランスが最も適當であると定めることは出来ぬ唯土砂の漏逸せざる程度のクリアランスを設けて而かも多少の障害物に對して或る融通を付け

て置くど云ふに過ぎぬ。

ホッパーは全體を一區劃にすると船體が弱くなり且つ扉が大形になつて構成にも平生の開閉にも不便が多いので普通何個かに區分する。之も底から甲板迄仕切る必要はない、扉の取付く所丈けである即ち第九圖の如く船底兩舷の繼ぎのビームを通して兼て扉の戸當りを作る。又甲板では扉が負ふ處の重量を締め付くる鎖を支ふる爲め即ちストッパーを保持せしむる丈夫な桁を置く其の桁を支ふる爲めにホッパーの上に横ビームを取付くる此のビームが仕切りの様になるのである若



第 十 圖

し木造なれば縦ビームと底の縦ビームと即ちキールソンに束を立て且つ方杖を入れてステー・ボルトを以て束に沿ふて堅固に締付けて全體を一箇のトラussed・ビーム(構桁梁)とする考を以て設計せねばならぬ然するときは土砂の全重

が上下の桁に掛かつても桁の歪む恐がない。

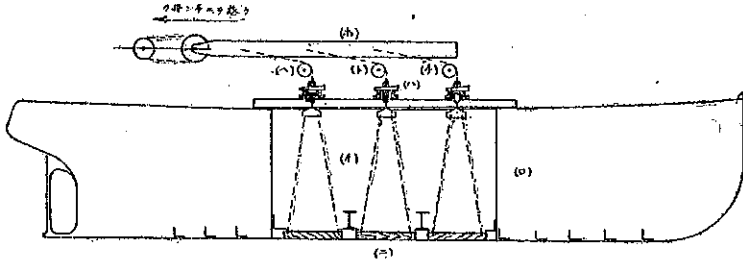
・ウエルは艫割れでも舳割れでも船底から圓形に巻き上げて第十圖の様に構成するが多くの場合に前章に記した親柱を受ける縦通材とウエルの側板と合致する、之等を連結して置けば尙更堅固になる。

櫓の構造は頂上に於て殊に堅固を要する、親柱に機械臺を受ける頑固な横梁を乗せ鉸鉸は船體と違つて鉸の締め具合に特別の注意を拂つて置かねばならぬ。茲の鉸の弛むことが往々ある。

第 四 扉に掛かる重量を支える装置

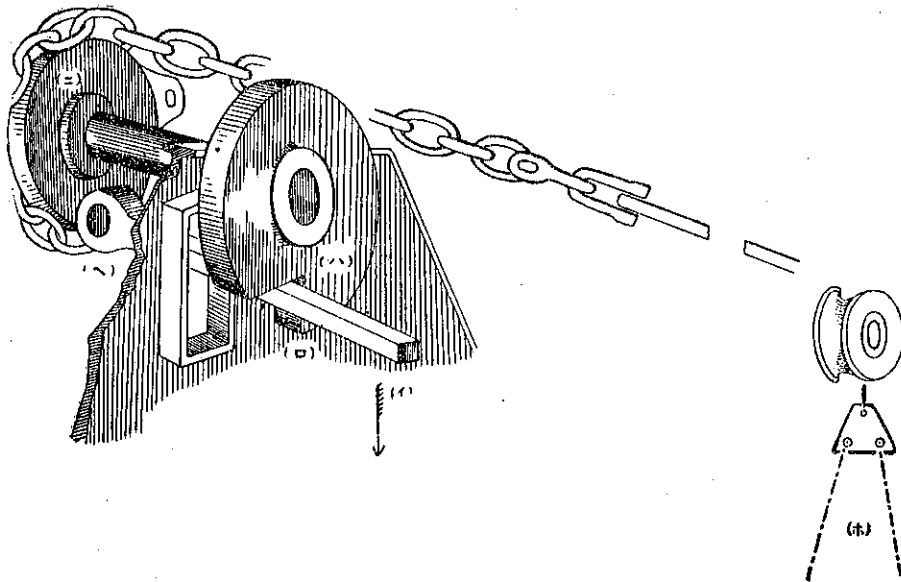
土砂の重量が扉にかゝる分は前に記した通り全部でない。扉の面積の上に直立する土坪の重量丈けと見れば差支へない。土砂は多くの場合にセリ持ちとなつて扉が開いても落ちぬ事がある。之れ土重全部が掛つて居らぬ證據で土質が柔い程セリ持ちにならぬ。此重量は可成り大きなものであるから従て之を支ゐるには充分堅固な鐵鎖を要する。扉の面積とコーミング迄の高さを乗じて土坪を計算して1立坪10噸と取つて置けば充分で水中で約半減するから空氣中の噸數に相當の鎖で支ゐる。而して直接に桁に支ゐさす方式と扉を開閉するウインチに支ゐさ

- | | |
|------------|-----------------|
| (イ)ホッパー | (ヘ)ジブシ・バーミ縁を切りて |
| (ロ)船體 | (ト)ドア一枚宛を巻き |
| (ハ)コッター | (チ)コッターを利かす |
| (ニ)ホッパー・ドア | |
| (ホ)ジブシ・バー | |



第 十 一 圖

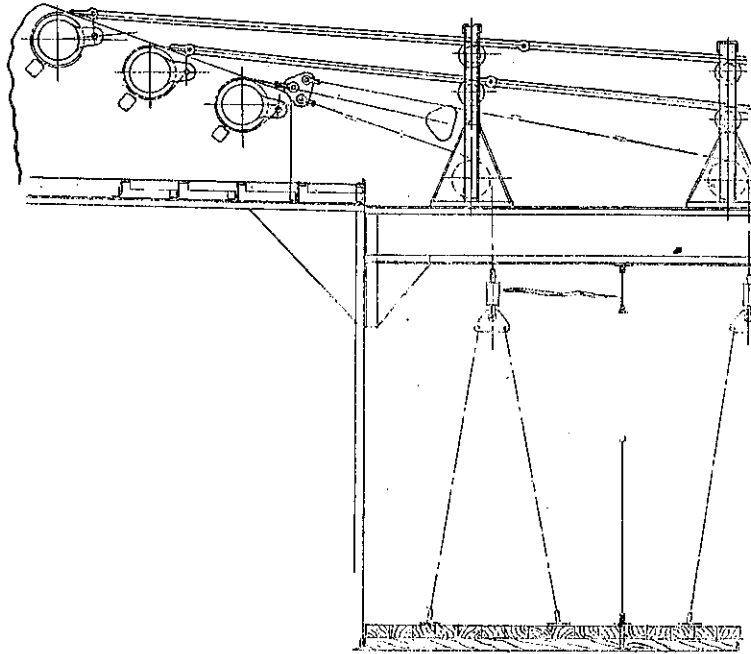
する方式とあるが、前の方法だと第十一圖の如くし後の方法だと第十二圖の如くする、何れも開く際はコッターを打ち落すのである、コッターは力の方向に直角に支ねしめ、外づすときは大なるハンマで叩く。此のコッターの直接に扉を支える構造は第十三圖の如くで勾配は凡そ10度位がよろしい。餘り急であると抜く



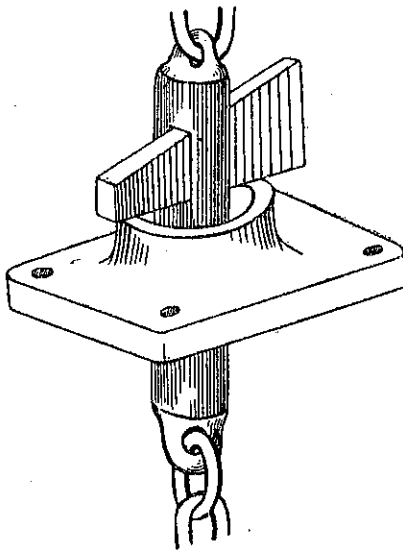
第 十 二 圖 (甲)

- | | |
|----------------|------------------------------|
| (イ)ストッパー・コッター | (ロ)ウインチ・フレーム |
| (ハ)ストップ・ディスク | (ニ)チェン・ドラム |
| (ホ)ホッパー・ドア・チェン | (ヘ)コッターの根元にしてフレームに蝶番ひが取付けにする |

には樂だか自然に迂り出して抜けることもある、餘り緩であると叩き抜くに非常に重い。何十噸と云ふ力のかゝる接觸點を打撃を以て少し弛めて其の力が次の瞬間再びコッターにかゝつて來ぬ内に穴からコッターを飛ばしてしまはねばならぬ



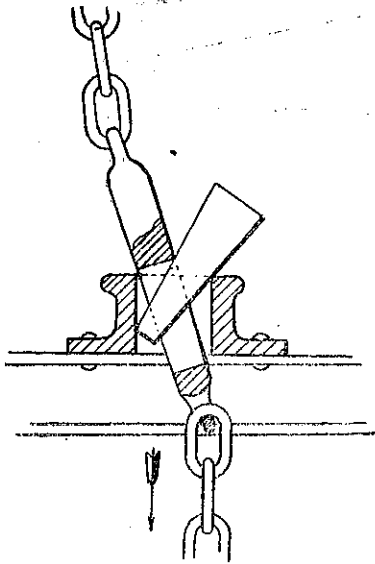
第 十 二 圖 (乙)



第 十 三 圖

であるから泥土質であると飛ばし難く砂質であると飛ばし善い。と云ふのは泥土質はより多く液體に近いので鎖を支えて居るコッターの一點がばなれる直ぐ次の瞬間に逃げつゝあるコッターの勾配面を追ひ掛けて又力をかけやうとする時間がより多く固體に近い砂質の場合より早やい。従てコッターを打ち落す打撃が強くないと第十四圖の如く噛み込んでしまふ斯の如き状態になると之を抜くに非常な勞力を要する。先づウインテの全力を盡くして鎖を捲き締め幾分か力を弛め一方

から當て打ちをかけてコッターを抜くか（併し之は仲々容易に抜けるものではない）他の扉を皆開いて土砂を排出し噛んだコッターに掛かる土の量を減じて置いて抜くかせねばならぬ。熟練の功は打撃の調子でめつたに噛込ます事はない。此の場合に扉捲きウインチの能力は充分強いことが必要となる。何となればコッターにかゝる荷重を強いウインチで弛める事が多いからである。單に扉を開閉し得



第十四圖

る丈けならウインチは小さくてよろしい。扉自身の重さは知れたものであるが土重を幾分でも釣上げんとすれば可成り強力なることを要する譯である、以上の様な場合が起るものとすれば此の開閉ウインチを設計するとき思切て強力なものにする。勿論土量の全部を捲揚げることは到底不可能な事で若しそれ丈けの力を出さうとすれば非常に大きなウインチを要することとなる。併し行足を付けてぐつと捲き締めたときは少しでも荷重を釣る丈けの力はあつて欲しい、何となればコッターの噛み込んだ際打ち落す助になる、故に空扉を捲く丈けの力を計

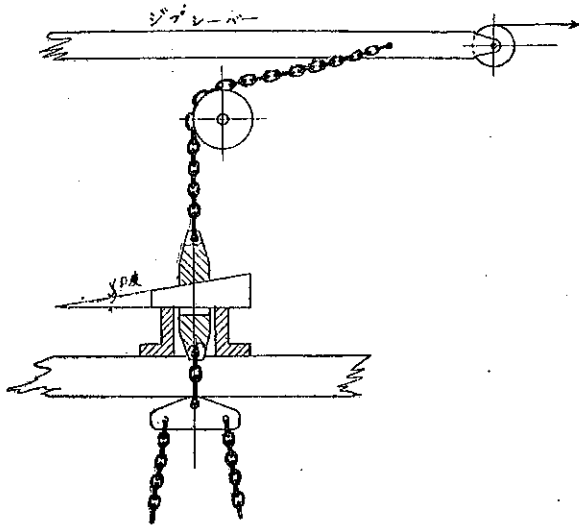
算して適當なウインチの寸法が出たら之を二倍して置き度いと思ふ。

水壓力で扉を開閉するのもある、蒸氣ポンプで水壓を作り水壓シリンダーに送つてラムを押出す、其の強力で扉を捲揚げるのであるが要するに水壓だから特に強力が出ると云ふのではなく普通のウインチで幾何個かの齒車聯動によつて力を増す代りに簡單に水壓シリンダーの面積によりて力を幾層倍にすると云ふに外ならぬ、唯多くの齒車を省くから簡單で破損が少いと云ふ得點はある。併し海水によりてラムが腐蝕し表面が荒らびて皮パッキングの水密が悪くなり随分水の漏るものである大低汽罐壓力が120封度位であるとすれば水壓ポンプのステーム・シリンダーと水シリンダーの比を2と1としても水壓は1平方吋240封度となる譯で之を7吋のラムに壓させても約40平方吋だから4噸の力になる扉1枚は樂に捲き締める。但し船内にはアッキムレーターを置く譯に行かぬで動作はステーム・ウインチの敏速に及ばぬ。

次に扉を引張るジブシー・バーの事を記して見やう。

船艙は前にも云ふた如く四區か六區か八區多いのは十區割にも仕切る、之は船體の構造上是非さうせねばならぬ船體を堅める方で縦横に梁を通す従て其の間が扉の大きさとなるので扉は何枚かになる、此れを一時に捲き一時に卸るすのではなく一枚毎に別々に開閉するので作業は順々に運んで行く。

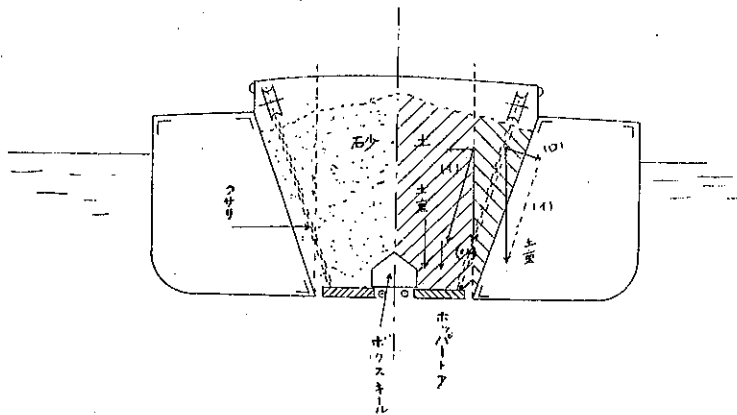
第十五圖の如く船艙の上に一本の棒を横たねて之を引いたり押したりして扉毎に聯結したり縁を切たりする。



第 十 五 圖

ジブシーの通る處に一本の極めて丈夫な縦梁を要する、之に凡て扉上の土砂の重量が掛かるので木船の圖にも説明した通り之が大型の船であると箱型の鐵梁ボックス・ガーダーに作る、之の兩端を受けるビームも堅固なIビームで兩舷迄渡るのである。

船艙の勾配は船の幅と深さによつて如何様な角度に



第 十 六 圖

もなるが土砂の排出には急勾配程宜い譯である幅の割合に深さの少ない船は最少限 45 度位迄にするが此では少々無理で土は落ち難い普通は 60 度から 70 度位にする。

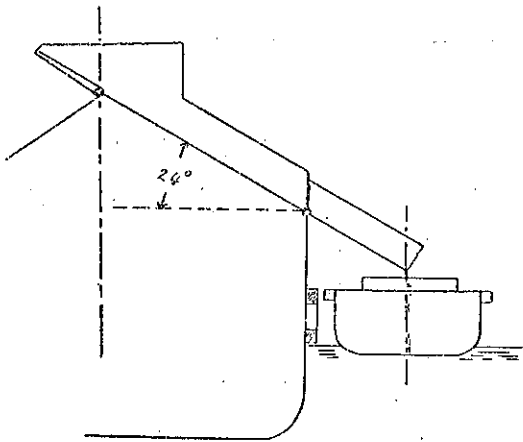
そこで扉に受くる土砂の重量はどの位であるかを研究して見ると第十六圖の如く扉の面積丈けは間違なく受ける、兩側の勾配面上の分はどうなるかと云ふに力の分解で勾配面を壓す力と面に沿ふて下に降りんとする力とになる。下に降りるのを何が支へるか云ふと扉の上に真すぐに乗つて居る土を横から下向きに踏張つて支へられて居るから自然と扉にこたわて來る譯で圖の(イ)と云ふ力になる。であるから扉上の真すぐ上の土重と(イ)の分解されて下向きとなる力(ハ)と加へたものが全壓になるのでそれから水の浮力を差引いて始めて本當の力が支への鎖にかゝるのである。

鎖は空氣中の土壓から計算した太さの 5 割位強いものにすることが宜しい、海水によつて腐蝕する餘裕と引締めた儘極寒の夜中收縮によりて自然に破斷することがある、上の様な理由からして太と過ぎるのは少しも差支へない。第十六圖の(ロ)は泥艙側面を押す力であるから扉には何等の影響もない。従つて勾配が緩である程(ロ)は大きくなり(イ)が小さくなる。併し同時に土が迂り落ちる力は少なくなつて排砂に困難を生ずる理窟である。

第五 シュートの勾配

シュートの勾配を急にする程土砂の排出は都合が宜しい、併し中央櫓が従て高くなる不都合がある、故に土砂の落ち得る最もゆるい角度に定むる、私の考ではドベ(粘土も同様)のみを掘るならば 18 度位で充分。砂ならば 24 度にて落ちる、其れ以上急勾配にすれば勿論宜しいに相違ないが船體の安定と云ふ大切なことを犠牲にして迄此れ以上急にする必要はない。砂が水を絞られて 24 度のシュートを降るときは或る震動がなくては迂らぬシュートの面に一様に平らに擴がる。シュートの上部にバケツ 1 杯の砂が落さるゝとき全體の砂が僅か迂りシュートの末端から丁度 1 杯丈けの砂が船外に落さるゝ、シュートを勢よく迂り落ちずとも上の如くならば決してシュート内に砂の停滯することがなく極めて靜に落つる。若し迂りが悪いなら水分を多くすれば流れ落つるので先づ 24 度(水平線に對して)に設計して置いて間違は無い。

元來吃水線から上の櫓の高さは荷を積みぬ土受船の甲板の高さから定まるので甲板上のウインチとかカプスタン若くは曳柱(タツ)などが水面から或る高さを有する、其の最高突起物が渡漕船の船外シュートの下をかわることを要するのが本来であるが、斯くては餘りシュートが高くなるならば土受船のコーミング丈けをかわすことにして其れ以上の突起物にはシュートを捲上ぐる手敷を多くする覺悟でシュートを低く設計する方が宜しい。併し兎角シュートに突起物が衝突し易いもので能ふ限りシュートを卸した儘にして其の下を土運船が通航し得る様に造る方が平素の操縦には安全便利である。



第十七圖

其れで第十七圖のシュートの吃水線上の高さが定まり其れから土運船の幅の半分丈け船外に突き出して24度に登り固定シュートが同じく24度で登り渡漕船の半分即ち船の中心線迄登れば自然とシュートの頂點の高さは定まるので此の頂點を出来る限り低く設計することは、渡漕船に於て極めて重要な意義あることで、土砂を不必要な高さ迄持

揚ぐる無駄な勞力を省くと同時に暴風に遭ふたとき船の顛覆を防ぐことになる。

突き出したシュートの蝶番も可成り多く傷むもので普通は兩側の縁板にダブリングを打着けて孔を作りピンを以て固定シュートに嵌めて置くがシュートが泥を受けて劇しく揺ぐ場合には随分ピン孔が傷むから底に厚板の本當の蝶番式に作ったものを嵌着する方が堅固なものになる、但し泥水の漏りは致方がない。

又捲揚げ装置はシュートに劇動を受けつゝある間にも捲下げ捲揚げをせねばならぬから時とすとの齒車から力が逆にハンドルに傳はつて船夫の負傷を起す場合がある、或は腕を打たれ又は腮を打たるゝ。因て茲の装置は必ずウォーム・ギアにする方がよろしい。

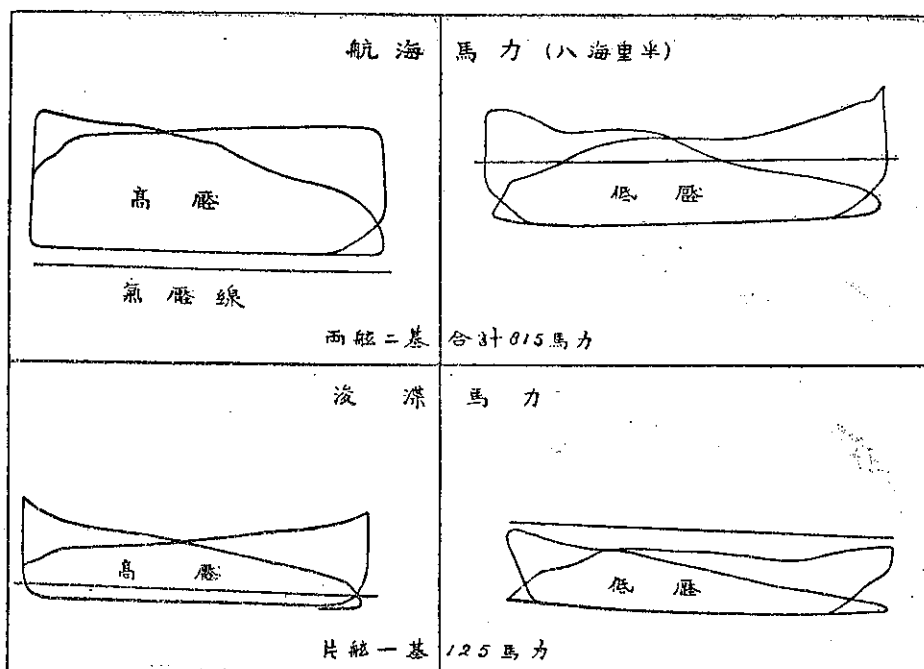
自走船であるとステアリング・エンジンから聯動せしむる方法もあるので危険は起らぬ。此場合ステアリング・エンジンの舵機と縁を切つてシュート操縦用のス

チーム・ハンドルは舷側迄延長させて置きシュートの上下を見つゝハンドルを探る様にするが最も便利である。

第六 汽機汽罐

浚渫船の原動機は石油發動機でも吸入ガスでも宜しからうと考へる人があるがそれは大きに間違つて居る。元來一定不變の荷重に對しては前記原動機の熱効率はやろしいが浚渫船の様な荷重が一廻轉毎に變化する仕事に對しては調節も六ヶ敷いのみならず熱の損失が多くなる。フライ・ホイルのはづみ廻轉に密接の關係を有する發動機類は不適當ではづみなしで廻る汽機の堅實なるには及ばない。バケットに急に豫想外な荷が來たとき汽機は一旦止まつて後之と力較らべをする。ぢりぢりと勝て來ると再びすぐ廻轉を續出すが發動機は止まつたきり動かぬ、再び起動の面倒をせねばならぬ。目下の處では汽機に及ぶものはない。試験的に發動機で動かす浚渫船に努力した人もあるが成績は面白くない様である。尤も極めて小型の船であつて發動機と浚渫機構とをベルトに依りて聯動さするとき過重荷の來たときベルトがスリップしてエンジンの止まらぬ丈の馬力を持たせてあれば使用上格別の不都合は無い様である。

汽機汽罐は特別の構造を要しない。普通の船用型聯成が最も適する。600 坪掘位でも130馬力位しか必要とせぬので第十八圖線圖に見る通り低壓汽笛は多くの場合氣線以下になつてしまふからである。大型になると三聯成になるが10時間600坪以下位のなら二聯成でよろしい。縦型でも横型でも差支ないが自走する必要のあるのは縦型で推進軸に聯動させる。高速汽機よりは中速がよろしい。前言ふた様に餘りはづみを要しない方が運轉に便利である。スターチング・ギアとリバーシングは是非必要である。バケットの連鎖がダンブラル若くはローラーから脱線した場合容易に元に戻らぬとき廻轉を逆にして脱線を直すことがある。浚渫に要する馬力は約4割から5割位は機構を空で動かすに費さるので随分機械摩擦の多いものである。第十八圖に示したのは600噸自走船の自走するときの馬力と浚渫するときの馬力の比較を表はして居る。浚渫には自走の約3割位しか馬力を要しない又或る單暗車の自走船が工事の都合で自走を必要としなくなつたとき汽笛の内にライナーを篋込んでピストン面積を高低壓共丁度半分に減じて運轉の具合が宜く且つ石炭消費量が従前の約半分に減じた事もある。



第 十 八 圖

船體の型と自航速度に依りて航海の爲に餘り馬力を出す様に重きを置くときは浚渫には非常に僅な馬力の關係となりて損失が多くなるから浚渫船には餘り船の高速度を設計せぬ方がよろしい。

ガバナーはさして必要でない、荷重變化極りないのであるからガバナーは最も必要である如く見ゆるけれど其の實變化を調節し得る限度を越してそれ以上の變化が屢々來るものであるからガバナーの勢力範圍を越しては其の要をなさぬ。在つて差支へはないがなくとも宜しい。ガバナーを付けて置いた處で機關手は一名是非附添ふて居らねばならぬ機關手の熟練でガバナーを必要とせざるのである。ガバナーを付けて機關手が省けるのなればよいがさうは參らぬから結局必需品ではないと云ふことになる。

エンジンの仕事を簡單に分解して考へて見ると次の様な事になる。
海底の土を掘り揚げてトップ・タンブラルに來てあける迄の仕事を大體三つに分けて考へて見ると。

- 1, 浚渫機構を空で廻す馬力
- 2, 水底で土を掘る馬力

3, 水底からトップ・タンブラル迄持ち上ぐる馬力

水底が堅い時例へば粘土層とかコスの締つたとか云ふ場合は(2)が最大になり。泥土荒砂の締まつて居らぬ場合などは(3)が最大になる。

(1)は正味エンジンの實馬力に較べて約4割か5割位であらう。上の三種類が凡そ如何なる割合かを見るに600噸型のを一例に擧げて見るなれば

浚渌インヂケートル馬力	127
正味實馬力(インヂケートルの85%と假定し)	116
水底からトップ・タンブラル迄の高	75呎
水面から水底迄	45呎
水面からトップ・タンブラル迄	30呎
バケツ一杯の土重量	2,160封度
同上が水中にて軽い時の重量	1,044封度
一分間に揚り來るバケツの杯數	16

$$\frac{(1,044 \times 45 + 2,160 \times 30) \times 16}{33,000} = 54.2 \text{ 土揚馬力}$$

浚渌機構を動す爲め原馬力の4割と假定すれば

$$116 \times 40\% = 46.4 \text{ 空廻し馬力}$$

$$116 - 46.4 - 54.2 = 16 \text{ 掘込み馬力}$$

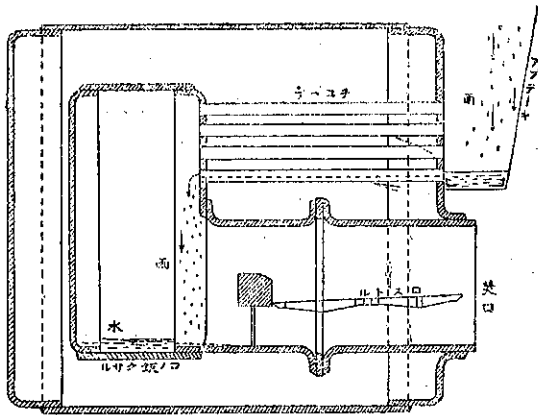
上の掘込み馬力はバケツ・リフの縁の長さど土質の堅軟と掘送る深さに比例するが、土揚馬力と空廻し馬力は常に略一定して居る譯である。

此の邊の研究は餘り必要なことではない。設計の際エンジンの大きさを定むるに當て上の如き條件から算出するのではなく既成船の寸法を根據として多少の斟酌を加へて行くので馬力はいつも勝ち過ぎる位にして置いて然も水底の異物に打ち當てストップすることなどがある。

エンジン臺は普通の設計より餘程堅固に且つ肋骨に成る丈け多く跨がらせる様にして震動を少なくする必要がある。

汽罐は船用型若くは半管式横罐が最も普通で水管式は餘り好ましくない。何となれば水管式は蒸發面積が廣くて罐水が割合に少いからヒードが鋭敏なるを要する、然かるに荷重不同の仕事に向つては時に急劇に蒸氣を使用し忽ちにして又僅な蒸氣を取ると云ふ様に變化が劇しいので動ともすれば空罐を焚く恐れがある。

不斷の注意は仲々困難であるし船は多く鐵工所に不便な所で仕事する方が多いから故障を直すのが日數を要する。不熟練の火夫でも故障の少い普通の罐が淺深船には一番適して居る、水管式は掃除も仕にくい。罐の大きさは汽機に對して充分餘裕のある様に設計すべきで常に無理を焚いて自然罐を疲らすと故障を起し易い修理の爲め永く休役せねばならぬから樂に焚けるがよい。船用型汽罐でロストル



第 十 九 圖

平方呎に付き7馬力位に採ればよろしい尙ほ注意せねばならぬ點は如何なる罐にしても煙突から降り込む雨がスモーク・ボックス、アプテーキに漏水する。然かるときは第十九圖に示す様に管を通つて燃燒室の底にたまる。毎日作業して居る時は翌日の焚火によつて火氣の爲め直ぐ蒸發して消

てしまふから何等害を残さないが此種の船は作業の都合で時々永く休むことがある。火を焚かぬから雨水は永く燃燒室の底に残り自然と罐板を腐蝕せしめ板のハギ目から漏汽する様になつてくる。コーキング位で容易に止らないとなると大事出来で徑7呎以上位の罐になるとチューブを一部抜き去つて潜り込んで鉸打の當て番をし燃燒室の内面からパチを當てる。チューブと罐胴内側との間隙が6吋もあれば普通の人間の體格なら辛ふじて潜り得るからチューブを抜かずともよろしい。何れにしても淺深船の罐は内部の間隙寸法を餘り窮屈に設計しない方が萬一の時好都合である元來窮屈な場所で作業するのであるから充分力の籠つた鉸打は出来兼ねる鉸が締らぬで2~3年にして又漏汽する。小さな罐では到底潜れぬので不得已内面からフリューと底板に頭付きの立て込みボルトを植わてパチ板を絞めるが元來此の工作法は面白くないので地板が腐蝕して多少薄くなつて居る所へ餘り太いボルトは植わられぬ、細いボルトに細かい糸振子を切て立て込むのであるから振子山が腐蝕して永く汽密を保たぬ。斯様な危険を伴ふ仕事は餘りやらぬがよい。然らば如何にして完全に修理するかと云ふと最も熟練なる職人をして精撰したる材料を用ひアセチレン瓦斯銲接をするのであるが、地板の腐つて薄くなつた

箇所^に2~3個のテスト・ホールを孔明けして厚さを検査し肉盛りをして元の厚さに盛り付け継目の漏る處を鍍着して見る。此際水壓試験の時必ず鉸から漏水する。熱を受けて板が一旦膨脹し冷えて來ると原形よりより以上收縮する、此の時は非常な力で材料の内部に釣りが起り鉸は異常な張力を生じて居る。又コーキングしてあつた肌が笑らつて來る。叮嚀にコーキング仕直して持つ事もあるが多くは古罐になると到底漏水が止らぬものである。一個の鉸が止ると次の鉸が漏る之を止めると其の又次が漏ると云ふ風に非常に困難するものである。如何に熟練工と雖も匙を投げる始末になる、斯うなると外に致方がないので中罐を抜き出して完全にパチを當て直さねばならぬ。之は随分大仕事なので費用も時もかかる。随分多くの罐が此の病源に因て苦しんで居るのを私は見た。瓦斯溶接も絶対安心の出来ぬもので、一度うまく行つたとて二度目には行かぬ事がある。寧ろパチの鉸打の方が安全で間違は少ない。

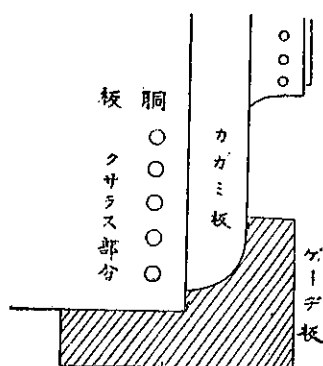
上の如く治療に困難する病氣を起すのは何が原因かと云へば前申した通り雨水から起るのであるから之れを防ぐことが最も肝腎なことである。そこでアプターキの底に直徑1吋 $\frac{1}{2}$ 位の孔を明放して置くが一番簡單で最もやり易い方法である。石炭の種類に因てスート煤の爲め1吋 $\frac{1}{2}$ でも塞まることもある其の時は2吋にしてもよろしい。吸込フタが悪くなる程此の孔が有効にいつも明いて居ればよいが煤で塞まる方が多い。吸込みフタの方には寧ろ心配する必要はない。若し吸込がわるいと思たら木栓でも挿入して置けば事は済む。晩に作業が終てから此の栓を抜く事を忘れずに注意すれば結構である。

斯くの如くして多くの罐の病氣を汎く豫防し度いと私は希ふのである。

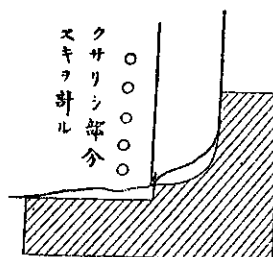
次にマッド・ホールのことで書いて見る。

普通の設計で作つた小さな罐はマッド・ホールの孔をぢかに平板に明けるが古くなると自然パッキングの當る面が荒びて來て漏水を起すものである、此の漏水が堪へずびしよびしよと罐板を傳はつて鉸頭及び鏡と胴との継手を腐らす。元來罐水には鐵を腐らすべき有害なる酸類を含むで居るが罐水中に溶かされてある間は左程濃くはならない。何となれば罐水が減するに従て養罐水即ち清水を補給してうすめて行く。それでも極度に濃くなればブロー・オフして清水を多く足すから罐の内面は左程腐蝕されない。殊に亞鉛でも入れてあれば電流腐蝕作用も止められる。滿20年位使用した罐ですら注意の届いたものなら殆ど内面に缺點は見出せ

ない位もある。然るに今申したマッド・ホールの漏水の如きは有害物が着いては乾き着いては乾き段々濃厚になつて間断なく鐵板に作用するから永く漏水の手當をしないで置いた罐は水の傳はつて垂れた跡は丁度タガネで削つた位深く腐り込んでしまふ。此の時何分位蝕つたかを簡単に見やうと思へば第二十圖の如きゲーチを腐蝕されない部分に當て、木の板で作つて之れを第二十一圖の如く腐蝕部に當て、見ると肌の透いた丈けが薄くなつたことがわかる。此の修繕が又仲々厄介至極なので無論ガス銲接では銲頭の漏りを生ずる恐があるので安心してやれな



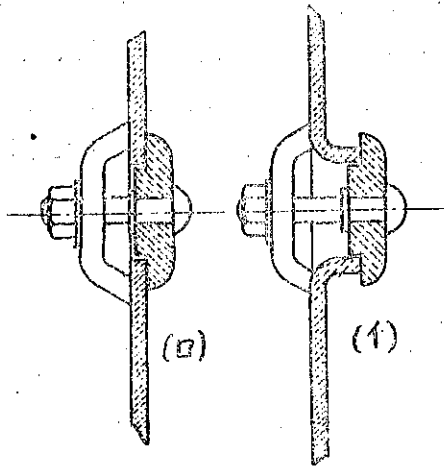
第二十圖



第二十一圖

い。電気ウエルダーをかけたら或は其の恐なしに肉盛りは出来るかも知れぬ。併し乍遺憾未だ試用したことはない。何にしても場所が罐の最底部であるから施工に困難で殊にフェーネスに接近して居るから銲打をするにしても本當の仕事は出来兼ねるのである。パチを當てるには罐を廻すか又は思ひ切つて揚げてしまふかせねば思ふ様に修繕は出来ぬ箇所であるから可成り大仕事になる。其の原因は何かと云へば平素の漏水から來るので機關士が如何に忠實にパッキングをやり替へても罐の内面の肌が荒れたのは水密を保つに甚だ困難な事で肌を直さうとしても平板に明けた孔では鑪が乗りにくい。つまり大抵にして後は鐵セメンの様な塗付薬か黒鉛の様なもので胡麻化して置く。結局姑息千萬な修繕で押付けて置くより外致方がない。それで此の場合第二十二圖(イ)の様に内面が突縁になつて俗にヒョットコ作りになつて居たとすれば滅多に漏水も起しもせず又假令起してパッキング肌が荒らびたとしても鑪で元通り復舊することは容易に出来る。(尤も柄の曲がつた特別の鑪を使用するが) 徑の大きな罐は此の形に出来得るが小さなのは面

倒でもあるし作り難いが、工夫すれば出来ぬことはないものである。大抵の場合(ロ)に作るが之はよろしくない此の事は罐を新製するとき將來のことを考へて勉めて斯く作りなすべきであらうと思ふ。



第二十二圖

先づ汽機にも汽罐にも特別な構造を要しない普通の船用型が最も適すると思ふ。而して夫等に付いては別に専門の書物は澤山あることであるから茲には述べぬことにして唯注意し度いのは浚渫船なるものが多くは修繕不便な土地に働くことの多い爲めに凡て頑丈に作られることを必要とするので、罐は前に述べた一寸した些細な點に注意して作ることに、又乗組員が自走式なれば相當の海技

免狀を要するから技術熟練のものも付くのであるがポンツーン式であると素人でも動かせるので、従て多くの場合不熟練者を乗組ます。機關に多くの經驗を持たぬものが取扱ふと云ふことを前提に置いて設計する必要がある、前述べた罐の重病になる原因など、云ふものはホンの日々の些細な注意の届くか届かぬかで遂には以ての外の衰弱を來して大療治に無益な失費をせねばならぬことになる。

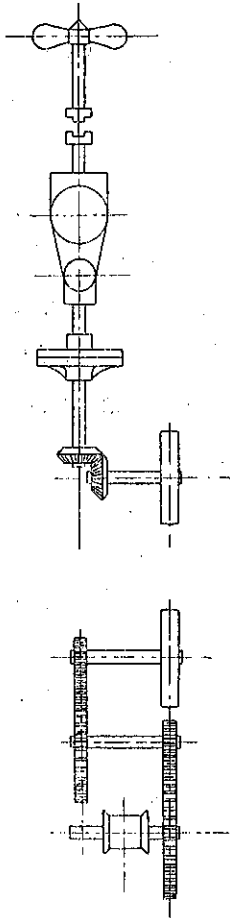
自走式にしてもポンツーン式にしても大型になると罐は1個よりも2個に別ける方が得策である。殊に自走式であると浚渫に對しては罐の力は充分餘裕があるので一罐の故障に遭遇しても他の一罐で樂に仕事が出来。ポンツーン式に於ても餘り大きな一罐よりも中形の二罐であると廻轉を落として一罐で仕事をし得る非常な利益がある。又作る時にも仕事が樂に出来る。

第七 浚渫機構 (Dredging gear)

汽機の力は革車か又は齒車に因て櫓の上の浚渫装置に傳はる。時としてスプロケット・ホイールと板鎖とで傳へるものもあるが此の装置は鎖の延びる缺點が在るにより餘り好ましくない。

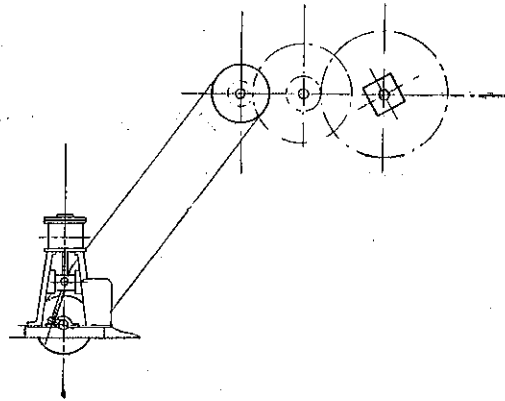
汽機のクランク軸をダンブラル軸と併行に置けば革車で直接に櫓上のクラッチ

軸に聯動させることを得る。ポンツーン式ならば斯くするに限る。若し自走式で一方の端を推進軸に聯結さすときは己むを得ず普通の汽船と同じく汽機は推進軸と真すぐに置かねばならぬので従てタンブラル軸とは直角になるからベベルに因



第二十三圖

て直ちに櫓上に持て行くか、若しくは一旦直角軸を水平に置いて之に革車を附け櫓上にベルトで導くかにせねばならぬ。ベベル齒車は成るべく用ひないがよい、蹴り返へされる反動がありてまづいのである。直軸に移して第二十三圖の如く櫓上に傳へるのよりは直接ベルト移しの方が宜しい(第二十四圖)。殊に直軸の斜角をなして櫓上に導く構造は最も宜しくない。何となれば凡て直接のベアリングと其の取付くフレームの座とが斜角をなすので新たに作る時も修繕する際もスクェヤ即ち工場の普通使用する直



第二十四圖

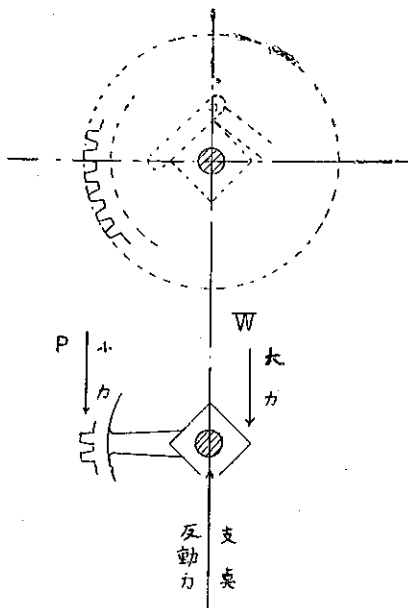
角定規と云ふものが役に立たない、一つ一つ或る角度を持たせて工作せねばならぬのは厄介なことで手間をとること甚だしい。工場の機械工具は皆直角々々とする様に仕掛けてある。旋盤、シヤーピング・ボール盤、定盤、スクェヤ定規、水平下げ振りエケール、何でも彼でも皆直角を目安にして居る處へ特別な角度と云ふのが入て来ることは可成避け度いので、工作がうまく行かぬとベアリングなど取付くる際座の間隙ヘライナーなどを噛ませる之が淺漕船などの様に劇震をする

機構には以ての外禁物なので自然々々ボルトが弛んでライナーが飛び出すなどと云ふ故障が屢々起る。であるから設計の際機關から櫓上迄傳動にベベル直軸が是非必要なら斜角ベベル軸にせず何とか工夫して直角ベベル軸にする方が將來の爲めである。

縦軸若しくは斜軸は軸自身の重量を支へる爲めに最下端にピボット・ベアリングを置かねばならぬ、之が能く焼けるもので、焼けぬ様にするには船のスラストの様は何枚かのカラーを設けねばならぬ。此の調節によく注意しないとベベル齒車の噛み合ひの悪くなり非常に噪音を發するに到る。甚だしいと齒底を衝く様になる。上の如く何れにしても縦軸又は斜軸は面倒が多いから寧ろベルト移しの方が勝れりと思ふ。ベルトは過負荷に對してスリップして齒車の破損を防ぐと云ふ特點もある。併し非常な強力は傳へ難く力を増す装置は櫓上に置かねばならぬからトップ・ヘビーになるのが缺點である。處で元來タンブラルは非常に強力を傳へて且つ運轉速度がおそいものであるから従て大きな齒車を着け原動機を速度をずつとおそくせねばならぬ。それでその速度をおそくして力を強くする機構を機關室に設けて最後の強大力を櫓上に傳へやうとすれば革車などでは倒底力及ばざる話で結局齒車仕掛けでなければ傳ふことが出来ない。然らば徑の小さな齒車で足りるかと言ふに仲々タンブラルを以てバケットが土を掘り起こす丈けの力を傳へるには齒車の齒に夫れ丈けの強さでなければ折れてしまふ。假りにタンブラルと略同徑位の齒車にして其の必要な力を傳へる齒は到底如何な材料を使用しても折れてしまふ。鋼の切齒にして見た處で表面摩擦壓力スキンストレツスが多くなり過ぎてとても持たぬ。具合よく廻轉するには相當に細かな齒のピッチが必要で之を矢鱈に大きくすれば齒數が少なくなつて圓滑にうまく廻轉せぬ。故に畢竟タンブラルよりずつと徑の大きな齒車を着けて槓杆即ち挺子の理屈で齒に來る力を小さくしてタンブラルに大力を出さうと仕掛けるより外はない事になる。即ち第二十五圖のPを小にして使用材料の堪ね得る程度の方に取り挺の他端のWなる力を強くするのである。

それで齒車一組でも小さなバケットなら充分傳動し得るが(革車はさう法外に大きなものは着けられぬから) 10時間 100坪以上を掘るのは大抵二組の齒車を着けて三軸を用ふる。尤も少く無理をしてタンブラル齒車を非常に大きく之に對するピニオンを極めて小さく革車をうんと大きくすれば二軸で行かぬこともないが、

ピニオンと齒車との徑の割合が餘り違ふと齒の形がピニオンの方が弱くなる、つまり齒車設計上ピニオン齒の根の處が薄くなつて折れ易い形になる、又さうしなければ徑の差の大なる齒車一組はうまく噛み合はない。それも缺點の一つであるがそれよりも齒車とか革車とか云ふものに一個として無暗に大きなものを作ると云ふ事は凡ての點に於て不便で修繕でも製造でもやり難い。故に先づ無理のない三軸が手頃である。それでも 10時間 800 坪 1,000 坪或は夫れ以上のになると直徑



第二十五圖

15 尺から 20 尺位の鑄鋼製大齒車を作て高い檣上に据ねねばならぬので随分と作業にも工作にも不便である。そこで又前に戻るが齒車装置即ち原動機の廻轉速度を機構に依て段々落して遅く變じ反對に強力を出さうとする淺深機構と云ふものを機關室に据ね付けて最後の最大力を直軸か何かで檣の上に導くことは現在の鋼材料では強さが足らぬから出來難いと述べたが、船の安定と云ふ方から考へると斯くの如くしたい希望なので強い々々材料が容易に手に入る様になれば將來の淺深機構は必ずさうなるだらうと思ふ。大きな重い齒車が二個以上夫れにラダーだとかバケツだとか此等のものを支えて

居る丈夫な、重い、且つ背の高い檣だとか言ふものが装置してある淺深船なるものは、可成りトップ・ヘビーで頭の重量が勝ち過ぎて船の重心は普通の船よりは遙に高い處にあるから、動ともすると顛覆する恐れがある。暴風とか座洲とかを喰ふと忽ち一方に傾斜する。然かも起き直る力が少い。だから成るべく頭を軽く且つ丈を低く設計するのが適當だが、土の排出の自然角及び土運船の舷の高さ。並にバケツの順次に降下して來るとき圍板に當らぬ適當の高さ等の條件に制せられて低くても 20 尺乃至 25 尺になり、臺船の幅と大差ない寸法になつてしまふ大型になると 35 尺から 40 尺位もあるから可成り高い位置に重量物を乗せてある譯になる。此の理由からして齒車類は船底に装置するが最も安全であるが前記

の次第で現今普通に設計するものは皆天頂に重量物を乗せてある。之は避け度いことと思ふ。

そこで原動機から革車次に齒車及タンブラルと順々に力が傳つてバケットを廻す順序となつた。夫からバケットの連鎖でラダーの先で土を掘ると同時にエレベーターか若くはコンベヤーの理屈で櫓の上迄土を持つて來てバケットを顛覆さして且つタンブラルで劇衝を與へて土を叩き落してシュートから船外に排出するのである。

今バケットの連鎖と言つたが此れは板鎖に一つ飛びに土掬ひのバケットを取付けたもので、全部が一つの環になつて上は四角なタンブラルに掛かつて廻はされるし、下は五角なボトム・ダンブラルに引掛つて廻されながら土を掬ひ上げるのであるが、此が浚渫機構の内で最も傷み易い最も厄介な、最も主要な部分なのである。詳しい事は段々に述べることとして先づ齒車から順々に解剖して見やう。

第 八 齒 車

齒車は鑄鋼製が最も適して居る。ニッケル・クロム鋼で機械切齒であつたら極上等であらうけれど其んなものは今の處日本では一寸出来ない相談である。普通鑄鐵(キャスト・アイアン)は安値で製作容易ではあるが脆弱で劇衝に會ふと折れる恐がある。鑄鋼(キャスト・スチール)は靱強で大劇衝に會ふとも滅多に破損せぬ。殊に年々鑄鋼術が進歩改良されて以前よりはずつと巢も少なく堅實なものが出る、抗張力も28噸から38噸位で延びも2割位に近づいて來たので殆ど鍊鐵の打ち物即ち火造物とかはりのない丈夫なものが出る。室蘭製鋼所、川崎造船所、神戸製鋼所、住友鑄鋼所其の他の一流工場の製品から大島製鋼、東京製鋼、羽室鑄鋼、日東鑄鋼其の他澤山の二流工場の製品でも全く信頼するに足る良品を得られるから浚渫船の齒車は凡て鑄鋼製とすることを主張したい。サーヂ・ホイール即ち一番軸の大齒車は鑄鋼術の現今の如く進歩せなかつた時代には銑鐵で作つたが異常荷重の來る度に齒が缺けて困る。そこで力學的に強齒を得る方針の基に最強の兩フレンド付きのヘリカル齒形を撰んだり随分鑄物の方で苦しむ様な設計にして強さを保たうと企てたものだが、現今は材料の方が進むでそんな面倒をせずとも普通の作り易い齒形でも以前よりは丈夫で軽い車を得らるゝ様になつて來たのである、が船の重心を低くして安定を能くする爲めには尙一層軽い齒車を要

する譯であるから現在の鑄鋼齒車に力學的の強力を加へて同様にして一層軽い車を作る必要が生じて来る。外國には1,000 坪以上の能力を有する大淺瀬船には齒車が餘り大きく餘り重くなることを避ける爲めに、鑄鋼製兩フレデンヂ・ヘリカルにしてあるのもある。

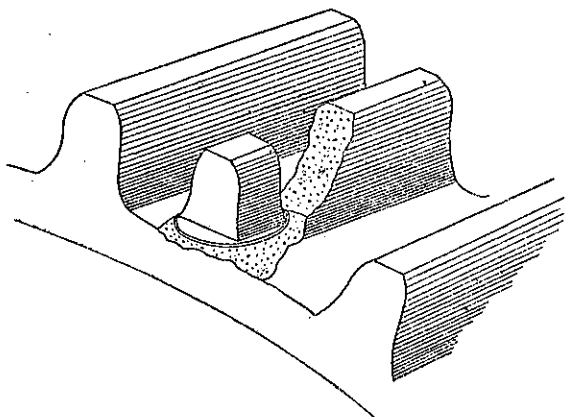
タンブラル大齒車の(サーヂ・ホイールと言ふ)大きさと齒のピッチは大小色々あるが、直徑は汽機の廻轉數から聯動比を割出して定むるのであるが、概略の處は直徑がタンブラルの一邊の長さの4倍5倍位、ピッチはバケット・ピンの直徑1倍半位に取ればよろしい。ピンは磨滅を豫想して随分必要以上に太いものにするが元來は齒の折れる力とピンの折れる力と角力取らせればよい譯である。ピンは原形の半分位の太さに減しても折れぬ位安全なものにする。齒のピッチも同様である斯くの如き機構に基礎とすべき計算の立つものではないことは以前にも述べた通りであるから、現實の寸法を見ると先づ1日100 坪掘ので齒車の徑が6 呎位、ピッチが2吋 $\frac{1}{2}$ 位である、200 坪掘が8 呎でピッチが3吋、400 坪が10呎 $\frac{1}{2}$ で4吋、600 坪が13呎で4吋 $\frac{1}{2}$ 、800 坪が15呎で5吋位のものである。

前にも述べた通り鍬の刃と柄の様なもので、柄を丈夫にすればする程強い力を入れるから往々缺損する。此の大齒車の齒を丈夫にすれば今度はピンが折れるか、リングが裂けるか、バケットが歪むか必ず最弱點に故障を起す事程左様に不測の劇衝が来るから、結局は壞れても取替とか修繕とか爲易い箇所を最弱點として置いて、茲で逃げる工夫が一番宜しい。齒車の齒が折れると云ふことは最も厄介な仕事であるから茲許りは丈夫な程よい。リムの厚さは普通の設計より5割位厚くする方が安全だ。と云ふのは萬一折れた場合に入齒をするとき都合がよい。普通の計算で行くとピッチの半分位になるが之れでは稍薄いから5割増す。鑄物の鑄縮みの關係もあるが大齒車になると多くはボスを始めから三つに割て作るから品物に釣れの出る恐はない。入齒は仕事さへ叮嚀にすれば非常に強いもので、又やり易い方法である。第二十六圖の如く丸棒の徑は齒の根の幅に少こし小さい位にしてガス振子を立て、徑の一倍半確かりと振込んで近所の齒形にならふて削て置けば随分永持ちする。2本若くは3本位並べて植込んでも差支へない。其場合にリムに孔を明けただけは現物が弱はるので始めからリムを厚くしてねぐり取られた残りの肉が未だ餘計に残る様にして置くが安全の策である。

現在の淺瀬船でも大半以上は未だ鑄鐵製大齒車を使用して居るだらうと思ふ。

之等の植齒に付て今少し述べて見るのは無用でもあるまいと思ふ。

齒が折れたり、リムが破れたり、アームが龜裂したり、することが能くある。此時に最も迅速で手際よく手輕に修繕が出来さうに思はれるのはガス溶接の方法であるが仲々此は現物に當たるとうまく行かぬもので、高い檣の上で足場は悪い



第二十六圖

し、現物を焼くにも都合がわるし、うまく着けたと思へば思ひがけぬ箇所に釣れが出て破れたり、餘程の熟練工でない限りはやつても無益だと思ふ位である。折れた齒を着けるのは大抵な場合に成功するが、リム及アームの破れたのは極端にむづかしい。先づ始めから此の方法を斷念する方が却て早い。急がば廻れで全

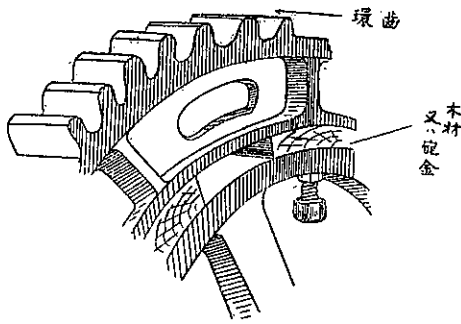
部鑄直ほし新規取替にするか、大きなパチで餘り現品を弱めない様に孔を明けて抱かせるか、それでも危険なら車全體を兩面から2分か3分位の圓形の鐵板で挟むでボルト締めにするかの法が安全である。電氣溶かしならうまく行くが電氣は何處へでも持て行くと思ふ譯に行かぬので之は一局部の工場に於て修繕する時に限る不便な土地では話にもならぬ。

齒車のアームでも普通の設計より思切て丈夫なのがよろしい。アームとリムの付け際に屢々折れることがある。

キーは必ず向きを替へて2本植へて置くべきで1本で仲々持たぬ。其のキーの頭は成るべく多く出して置かぬと萬一現場で抜く際に足場の悪い處だから仕事は仕悪くいので、充分丈夫な矢を打込み得る様に頭とボスを成るべく離して置く。斯くの如きことは何でも無い様なことで其の場合になると、職工の苦樂は非常の違ひを生ずるもので、ほんの一寸した設計上の注意が修繕費用の莫大な差を生ずる。若しキーが抜けないとするとバケットを外づしてタンブラル・シャフト全部を釣上げて外づさねばならぬ、之が10噸からの品物になると容易なことではない。

大きなサーヂ・ホイールには車の胴體とリムと別々に作つて篋め込んで置くの

がある、之れは劇衝に對してリム丈け迄べらせて齒を折らぬ仕掛けである。其の箆め込む箇所には特別なスリップ装置を施して置く。ホイール・センター即ち胴體の圓周は削り上げて齒の方の外環に木材又は砲金材の16片位を挿さむでボルトで締め付けて置く、木と鐵又は砲金と鐵との摩擦で以て車が付いて廻る。タンブラルに無理が來ると摩擦でこたわる以上の力になるので齒環丈け迄つてタンブラルは廻らぬ、そこで齒は折れぬと云ふ仕掛けであるが(第二十七圖)之れが仲々理想通り勵行されぬもので、ボルトの締め加減を調節して置いても、天氣の乾



第二十七圖

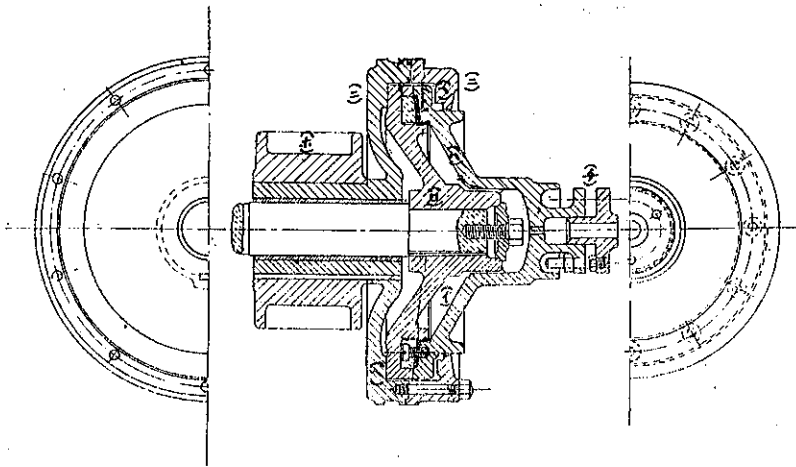
濕によつて木の膨くれるときと縮むときとある。雨天には膨かれて固く縮む、晴天が續くとがさがさに縮むで弛む。其の調節容易でないから多くは締め切つて置くといざと云ふ時迄らぬから齒を痛める。餘り細工過ぎて効をなさぬ方が多い。木材は摩擦係数が大きいから好適な材料

であるが、右の様な缺點があると金屬だと、夫れ自身が縮むと云ふことがないので加減と云ふものが全然とれない。弛みだしたらつるつるに廻はつてしまふ。木材は多少バネ性質があるので幾分か調節が仕易い。結局此の装置は餘り好成绩を擧げぬからなくてもよろしい。尙ほホイール・センターの周圍が鹽風に錆びて來ると摩擦係数が著しく大きくなるから容易に迄らぬ。一層の事もつと徹底的に銅のスプリングの強いので金屬と金屬の面を摩擦させ、之れをボルトに因て調節し得る様にして天候の如何に左右されぬ構造にすれば宜しからうが、仕掛けが仲々面倒になるので恐らくそんな構造のは見たことがない。

二番軸三番軸の構造は一番軸の大齒車より樂になるので別にむづかしいこともない。三番軸のクラッチは是非付けて置く必要がある。之れにはコーン・クラッチでもよし、水壓クラッチでもよいが、寧ろ掛け外づしには水壓クラッチの方が取扱ひ易い。

コーン・クラッチならばピニオンの徑の3倍位のものでよいが、元來此のクラッチは一方から押し付ける爲めにコーンが腕の側面に添ひ着く仕掛けだから、若し迄

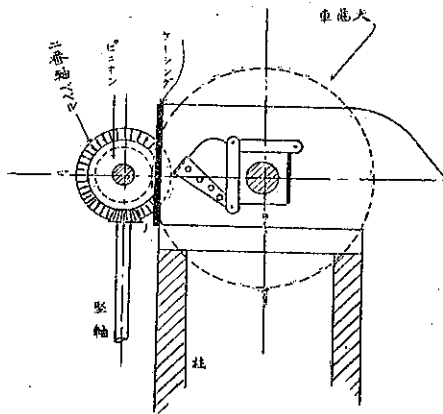
るとなれば愈々強く押さねばならない。さうすると反動で押す力はベアリングの側面にこたわて来る、即ちメタルの面を擦るから餘り宜しくない。それよりも軸の方向に少しも力を必要としないフリクシヨ・クラッチの方が遙に適當である。フリクシヨ・クラッチは種々の形式があるがスプリング式クラッチよりも水壓クラッチの力が普通多く用ひられる。之れは構造簡單で且つ小じんまりして居て強く利く特點を有する、此の動力は油でも、グリセリンでも、水でも、よろしいので極寒に曝らされて仕事する場合には不凍性の油のグリセリンが適する。寒夜に



第 二 十 八 圖

凍れて破裂することがあるから。併し大抵の場合水でよろしい。其の原理は第二十八圖の如くで(イ)に壓力が來ると(ロ)と(ハ)は圓盤が兩方に開らく(ロ)は軸に固定されて居るので、革車の廻るのに連れて絶へず廻されて居るが、唯(ハ)と共に廻るのみで(ニ)のカバーとは全く無關係である、(ニ)には齒車即ち二番軸と噛み合ふピニオン(ホ)が着いて居るが、之れは廻らない、何となれば(ニ)は軸と固定して無いでゆるく嵌まつて居るだけであるからである。そこで壓力がかゝつて(ロ)と(ハ)が力強く開らくと(ヘ)(ヘ)の輪狀周縁が固く押し付けられて始めて茲に大なる摩擦が起り(ロ)と(ニ)は共に着いて廻ることになる、そこで此の仕掛けの特點と云ふのは如何に強く壓力を掛けても(ニ)全體に對して唯に内部で踏張る許りで、外に何等の力も出さない。従て軸承にこたわると云ふ様な力は少しもない、之れが特徴である。丁度人間が樽の中に入つて足と手で如何に強く踏張つても樽

全體としては外に向て轉がる力も、動く作用も起らぬ併し樽と人間とは強く踏張る程一箇體となつて、若し樽を倒さまにしても人間は樽から轉がり出さぬ一箇體となる様なもので假りに人間が宙に廻轉しつゝありとして、手足を踏張らなかつたなら、樽には何等の影響も起さぬが、一旦廻轉中に踏張つたら、スグ樽は連れて廻り出すであらう。之れと全く同理で仕掛けられた装置である。(ト)は革のカラー・パッキングで、水壓が強くなる程相手の圓周に強く押し付けられて、一滴も漏らさぬ。(チ)はスタフィン・ボックスであつて茲の中心を貫いて居る管から水壓が傳はつて來るのである。管は罐から連續して居るものであるから廻はず譯に行かぬので、茲に廻轉する(ハ)との間に漏水の爲めに設けて置く。水壓の來る途中ドコかで閉ぢれば忽ち(ロ)と(ハ)は踏張らなくなるので、摩擦がなくなり、ピエオンはスグ止まつてしまふ。其の壓力は汽罐の中段以下の水の部分に連結して置いて途中便宜な處に三方コック1個を置けば壓力に連結されるときは罐の方を閉じてクラッチの方をエキゾーストにするときコックのプラグ即ちヘーシを90度廻はすだけで、クラッチの掛け外づしは自由である。(第二十九圖)元來革パッキングは



第二十九圖

熱を嫌ふ。湯にひたされると冷めてから固くなつてしまふ。革の特徴の柔軟性を失ふてしまふからである。故に汽罐からは途中成るべく冷めた水にしてクラッチに送らねばならぬ。之れはパイプの道中を成るべく長くするか、若しくは暖房のラヂエーターの様なもの途中に備ねるかせねばならぬ、6分位のパイプであつたら途中が40呎

位あれば冷める。寒中などは30呎でさめる。併し寒中には船外に露出した部分は凍つてパイプを往々破ることがあるから作業後は水を抜いて置くがよい。油又はグリセリンを用ふるならば汽罐の壓力を1個のシリンダーに導き、此のピストン・ロッドに直結された他の油シリンダーのピストンを押して油に壓力を持たせる、恰かもウォルシントン・ポンプが蒸氣のピストンで水のピストンを押す様に仕掛けなくてはならぬ。油は凍らないでよろしいがクラッチから多少つゝ漏出する損

失に對して絶えず補給せねばならぬ。之れが随分不經濟で殊にグリセリンなどは用ひぬ。クラッチの掛け外づしを連續して余り屢々すると遂に熱湯が來るから革を傷める。罐水中に壓力に因つて溶解して居る空氣の膨脹の爲めにエキゾーストにすると必ず多少の水を吹き出すものである、次に掛ける際罐の湯が之れを補ふ。

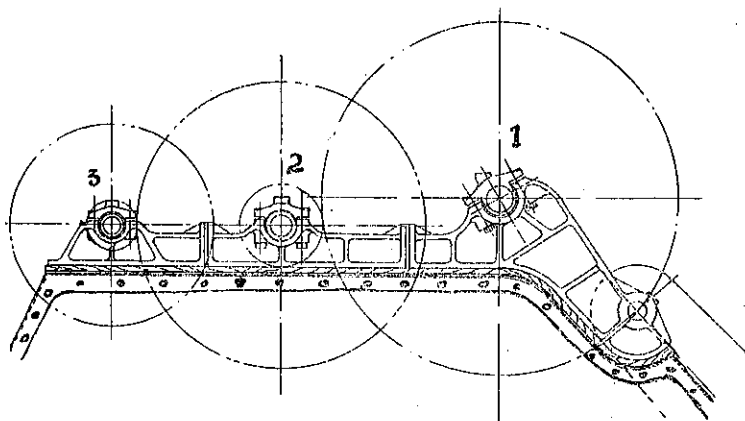
前に述べた三方コックを甲板上の操縦者が適宜の裝置で開閉すればよろしい。異常抵抗がバケットに起つたと見た瞬間にクラッチを外せば汽機は廻轉して居ても淺濶機構は全部其の瞬間に止りて障害を防ぐことを得る。

(へ)の輪周には一方に砲金の環を着けて鐵面の錆着くのを防ぐ様にすれば尙ほ宜しい。此の裝置の今一つの特徴は異常過重の來たとき自然に這つてピニオンの齒の折れのを防ぐ。之れは前の大齒車の齒環とホイール・センターとを摩擦止めにする仕掛けよりは遙に調節が仕易いので有効に這るものである。革車と革とは同じくさう云ふ場合に這るべき筈であるが、革(若しくは獸毛木綿の織布等)と云ふ材料は矢張り乾濕に因つて伸縮して調節が狂つて來る、其都度革を締め替へる事は水壓の壓力の調節よりは遙に難しとする處であつて、到底行はれるものでない。それで結局木材のボルトを締め切りにして這り裝置としては本能を發揮させないのと同じ譯で、革も充分締め切つて置くからイザと云ふとき少しも這らない。設計は這らせる心持であつても實際使用の際其の心持が勵行されない。さう云ふ事は他にも往々ある。つまり使用者は成るべく面倒な手数を省いて仕事の効程を擧げ度いと望むので、之れは斯くするものであると教へても面倒の多い事は仲々實行しない。不精と責めるより設計が悪いと云はねばならぬ。

水壓の入て來る處は軸の中心からで、スタフイング・ボックスへ眞鍮管を嵌めて置く軸の方は回轉するに連れて多少震動するが管の方は櫓に取付いて居るから管の取付けはグランドの餘り近かくの處で固定さしては震動の融通が付かぬから暫くして水が漏れ出す。故に管は3尺位グランドから離れた處でタワー・フレームの方に取付けて管の先きが樂に振れる位にするが宜しい。或はグランドから3~4尺の間をゴム製のフレキシブル・スチーム・ホースにして置けば漏水の恐れはない又エキゾースト・パイプの吐水口の高さは、クラッチの最頂部と同一迄持ち揚げて置けば力を抜いた場合にクラッチに少しも壓力がかゝらぬ譯になつて、クラッチの内部は何時も一杯の水を湛わて居る事になる。

三番軸の他の端には機關室から革で傳動する爲めに大きい革車を固定して薄鐵板でカバーを被覆さして置く。

一番二番三番軸のベアリングは一箇體の鑄物製の頑丈な座の上に取付くるが最も宜しい設計である。タワー・フレーム即ち鐵板とアングルとチャンネルなどを鉚打で固めた檣の上に直接にベアリングを取付くるか堅木材を敷いて別々に取付けたものは震動も餘計だし齒車の爲めにも宜しくない。鑄物で工字形の丈夫な一本の座金をタワーの上に締付けて其の上にベアリングを取付くる。而して座の面には猫を鑄出して置いて前後からコッターで締めるか若くはメタルの中心を精密に出せば猫なしでよろしい。(第三十圖)座とベアリングの當る面は勿論仕上げを施してピタリと挽き合はせ座と檣の鐵骨との間には震動を緩和させる爲め堅木を敷くのもよろしい。

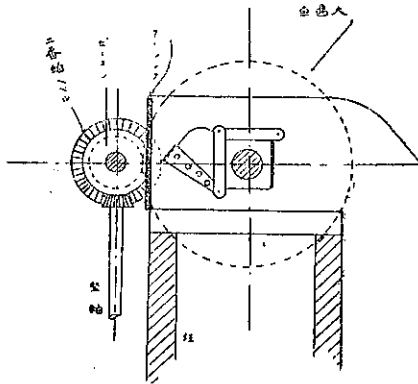


第 三 十 圖

上の如くして取付けて置けば齒車の齒の爲にも船體の爲にもよい。齒と齒の噛み合ふ時に叩くことが少なくなる。軸心がより多く固定するからである。ラダーの取付けは此の圖の如く構成すれば最も丈夫になる。

大齒車は大型の船では軸の兩端に1個宛を着け、之れに相當する二番軸に各1個宛のピニオンを嚙合はせることもある。斯く設計すれば1個のよりは比較的直徑を小さくも出来且つベアリングに對する軸壓も左右平均するけれども(大齒車が片方丈けであると片釣りになつて車の重量が掛るので齒車寄りのベアリングは餘計に苦む)重量は増すので、能ふ限り1個で足る様に作る方がよろしい。但

し齒車の徑は二番軸と堅軸の関係も考へねばならぬ。堅軸をタンブラル・シャフトから或る距離を保たしめる必要が起る、それは罐の構造上已むを得ずサーヂ・ホイールの半徑を延ばして二番軸を遠く置かぬと堅軸が垂直にならぬ。(第三十一圖)



第三十一圖

クラッチが若し設備してないと、汽機の運轉始めに容易に廻らぬもので、何回も前進と後退と繰り返へしてはすみを付けてやらねばならぬ。始動は如何なる機械でも多くの力を要するものであるが、四角なタンブラルを有する淺濶船の如き物はバケット・リングが四角の角へ掛つたときと四角の平邊に掛つたときとは約3割も力が違ふもので正四角形の一邊と對角線の長さの比に

ざつと比例する。對角線即ちタンブラルの角で起すときは重い。若し平邊に掛つて居るとき汽機のバルブを開いて徐々に始動せしむるときタンブラルが四半分廻ると對角線の角へ力が掛つて來るとづつと重くなるので、汽機は止つてしまふ。力が中心より遠い處に來るからである。次にバルブをもつと多く開くと廻り出すこともあるが普通は容易に廻り出さないその時は後退を掛ける。今度は勢を多く付けて前進のやり直しをする。それでもうまく行かぬば今一度繰返す。若し又第一回の始動でストップしたときバルブを漸開して急に廻り出したとなると其の時はタンブラルの重力が時を越して下り坂に向ふときであるから、汽機は急回轉して近處近邊皆な劇震動を起すのでバルブを急閉すると次の時に來て又ストップする。であるから、クラッチのない機關は仲々熟練を要する、尤も少々經驗すれば大して困難でもないがクラッチで淺濶機構と縁を切れる装置の様に樂ではない。

大型船では此のクラッチが餘程大きなものになるので装置しない方が多い。摩擦を以て100馬力以上200馬力も聯動させようとなると摩擦面の半徑が随分大きくなる従てフリクシヨンのクラッチの直徑が餘り大になるので不便なからであるが摩擦する壓力を水壓に因て可成り強いものにすれば直徑は左程大きくせずして装置し得るのである。私は汽機高壓12吋低壓24吋汽壓120封度の一淺濶船に向つて直徑

30吋(摩擦環周に於て)の水壓クラッチを装置したことがあるが力は充分であつた。そして水壓力は汽罐から直接に導いて來て軸の一端から軸心を通つてクラッチに送るのであつた。(第二十三圖參照)

自走船に於ては機關室に於て汽機の軸を淺漕機構に聯動させたり推進機に聯動させたりするので汽機の前後にクラッチを置かねばならぬが淺漕機構の方に聯動させるクラッチを普通のクロー・クラッチ(Claw clutch)にして置くと運轉中に大なる音響を發するもので機關室が非常にやかましく話も出來ぬのみならずクラッチの合ひ口が叩かれて随分磨滅するルーズ・キーも弛み出す。口があいてくると尙更劇しく音がする、故に最も簡單ではあるが此のクラッチは不適當なのである、推進機に聯動させる方は故障はない、何となれば荷重が常に一樣であつて合ひ口の叩かれると云ふ現象は起らぬから磨滅もしないが淺漕の方は荷重が不規則なので齒車に聯動すると云ふことから叩くのである。

圓筒の内面から彈力ある腕を右左振ちを以て張らせて強く圓筒面に接觸せしめフリクションを起こさせるパーレル・フリクション・クラッチの大きなのを装置して汽機に直結させた船もある。それでもよろしいがハンドルを以て人力で振子を動かすのであるから仲々ハンドルにこたわて其の船のはスリップがひどい爲めにクラッチの摩擦面が焼けて困難をして居つたのを見たことがある。それは矢張り高壓12吋低壓24吋位のエンジンでクラッチの直徑が3呎位であつた様に記憶する。

クロー・クラッチの代りに一種の簡單に外づし得るカップリングを装置して試みたことがある。クロー・クラッチの凸凹の嚙む部分の兩方の凹部を向き合はせて其四角な孔に角の駒を落し込みボルト4本を以て締めて置く。駒と孔とは緩い勾配に合はせてあるのでよく密接し得る爲めに運轉中少しも音響がない。然かも取外しに約10分間あれば済む。ボルト4本を抜き二駒を取去る丈けの手數である。

自走船が淺漕を止めて航走に移るときは甲板では錨捲揚げやらラダー捲揚げシャート捲揚等に30分以上はかゝるものであるから機關室に於て淺漕から航走用意に移る間左程に急速を要しない。故にカップリングでも簡單に外づし得るものなら差支ないのである。無論普通のフレンジ・カップリングでは孔を合すのが困難なので時を要するから不適當であらう。

兎に角自走大型船であつても若し強力なフリクション・クラッチが装置し得らるるならば此の式のクラッチを置く方がよろしいと考へる。

扱て前に戻つて齒車の軸の心心距離を定めるには非常に注意を要するもので、不注意に取付けた齒車は必ず片べりを起すか音響が高いか齒が折れるか故障を起し易い、齒と齒は平らに當らねばならぬ、噛む深さは理論的でなくてはならぬ、それ故に齒車の中心を出すときは出来る限り外周の歪を平均した半徑を定めてから旋盤で挽いて軸を箵めた後必ず一度は工場内定盤の上で2本の軸を併らべ何回も廻して見る。元來鑄物には歪が多い。大きく言へば周圍の各點が皆半徑を異にする、假令へそれが僅かであつても旋盤仕上げの様に均一ではない。其の不均一なる半徑の最も宜い平均の半徑を定めねばならぬ。つまり大きい半徑の箇所と小さい半徑の箇所との中を取つてそれを齒車の半徑とする、又齒が正しく軸と併行して居らぬのに<なつたり、>になつたりして居る筈だから此等も平均を見ねばならぬ、之れは正面盤のプラトに取付けてから旋盤の中心線と併行なる定規を置いて齒1個1個に調べて見て右に低いか左に低いかの數を平均する様にプラトの間に物を噛ませる、而して又大體のリムの振れも見て始めて本取付けをしてボス孔を挽けば略々間違ひはない。此ときリムの振れよりも齒の歪の方を重く考へる方が得策とする、リムの振れは廻轉中に見ばが悪いと云ふだけで故障を起す原因とはならぬが齒の片當りの強いのは往々齒のカドを三角に飛ばしてしまふからである。

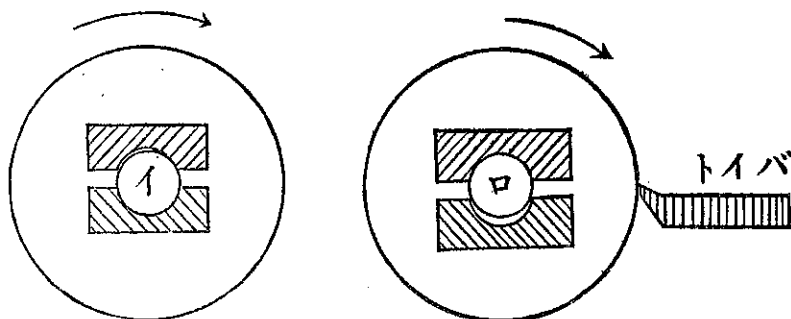
上の如くして軸心を出して軸に假り取付けをなし一對の齒車を定盤上に噛み合せ齒の底の噛み合ひを適當にして始めて軸の中心距離を出す。其の長さをタワー上に取付けたるベッドに移すならば夫れは一番善い工法である勿論此の際船體の傾斜のない様にし船を水平に置いて垂げ振りに依つてタワーの柱が垂直なるや否やを檢查して置かねばならぬ。そしてウエルの幅の中心に船底から櫓の上迄絲を張つて齒車軸が之れと正しく直角にならねばならぬ。

ベアリングとベッドが一箇體であるときは現場に於て中心を罫書いてポーリングする恰も船のスタンチューブの心を出す如くする。若しベアリングと別々の品物なら猫とコッターにて加減する、又凡て齒車の廻轉する向きと軸承の震動とには重要な關係があるからうつかり設計すると永久に故障が多い。齒の形がよく出来て居ることは震動及噪音を減する上に大關係あることは勿論であるが廻轉の向きが大關係あることは餘り注意されて居らぬ様だ。

旋盤で直徑の大きなものを挽くときバイトを下向けにして普通と反對の削り方

をする。之れは何故かと言へば震動(ビビリ)を少なくせんと欲するからである。旋盤の軸心棒とメタルとは如何に精密にしても多少のすきが無ければ心棒は廻らぬ筈である、然るに旋盤が廻つて品物がバイトに削らるゝとき削る力の反動は何處に来るかといへば心棒に来る。バイトが上向きときは心棒は常に上に押し揚げられ上メタルに當る傾になる。

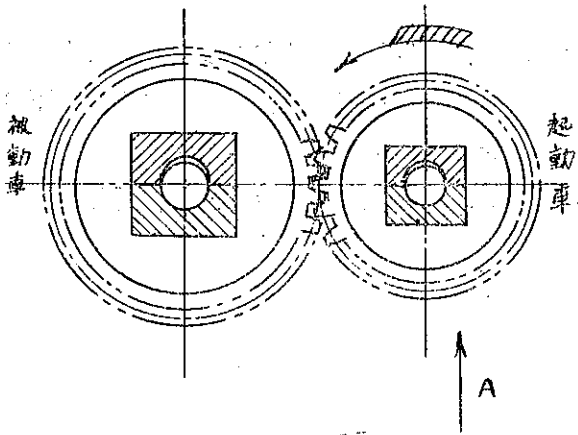
第三十二圖の様に(イ)の心棒は品物を削る抵抗の強くなる度びに跳ね上がるので(ロ)の如くなり所謂ビビルのである、それと反對に下向に削ると心棒は下メタルに常に押し付けられスキが無いのでビビル餘地がなく一定に中心が廻る譯で之と全く同一の作用が齒車とメタルに起る事を注意して設計すれば餘程震動は減るものである。



第三十二圖

第三十三圖で起動車が矢の向きに廻るとき被動車には必ず或る抵抗があるから廻されまいとする、然るときは起動車は齒の噛み合ひの點を支點として車全體がAの方向に上に持ち揚がる時上はメタルの間隙だけ叩く、之れが劇しくなるとキャブを締付くる植込みボルトのナットを弛ませて極端になるとボルトを切つてしまふこともある。それであるから蠻力を傳へる齒車一對を設計するときは先づ以て廻轉の向きを考へねばならぬ、最も簡單に見るのは齒車と齒車の噛み合ふ點が下から上向きに廻ればメタルは下向きに押されて震動が無くなる、反對に廻ればビビルことが劇しい。能ふ限り上の如く廻る様に設計すればよい。エンヂンを

反對に廻しても差支へはない。尤もタンブラルの車の如く非常に廻轉がおそく且つバケット連鎖の爲め強く下方に引かれて居る場合の如きは上の影響は少ないが主としてエンデンから次の軸に聯動する機關室内の齒車に上の現象が起るから此の點に注意を要する。



第三十三圖

一番二番三番など、面倒な仕掛けをせずにタワーの上の重量を成るべく軽くする事は最もよい設計だが材料の方から一寸むつかしいと述べたが、スプロケット・ホイール即ち一個の大きなチェーン車をタンブラル軸の両端に取付けて其の下の甲板上に小さなチェーン車を置き之れを汽機で廻して其の

大小チェーン車に丈夫な板グサリを掛けて汽機なら直接にタンブラルを廻す仕組みにしたものであるが、(大阪築港ロブニツ製渡海丸)板鎖のピンとピン孔の磨滅から生ずる伸びを調節するのが一つの厄介でいづれ一箇所にテンション・ローラーを設けて之れを押し出して弓なりにチェーンを押付けてたるみをとらねば必ずスリップしてしまふ。此の装置は至極簡單で軽く出来てよろしい設計であるが實際の場合に當つては作業上板鎖の修繕に一寸缺點がある様である。

元來スプロケットは大小兩車のピッチ・サークルに於けるピッチを合はせることは勿論のことであるが、鎖のピッチも無論同一でなければならない。何百個とある板リンクの孔のピッチを精密に整一せしむることは一寸困難な仕事で各リンクを作る材料の堅さも整一に揃ふて居らねば磨滅の程度に因つてすぐ狂ひを生ずる、始め作るときは一定のゲージで揃ひもせうが使用後多少の狂ひを生ずるのは已むを得ない。又擦りへつて來ればピッチが延びる。スプロケット車の方は磨滅してもピッチは變化しない。齒の減り方が同じ様に追ふて行くからである。さうすると例へば 1 ピッチに $\frac{1}{16}$ 吋鎖の方が延びたとすれば小車の齒數が假りに 16 枚とすると半圓周で 8 齒は鎖と噛む。第 1 の齒がリンク・ピンに當つて力を傳へると

すれば第2齒に到ては $\frac{1}{16}$ 時齒の當りに無理が来るがどうにか噛み込んで廻す。第3齒には $\frac{1}{8}$ 時 $\frac{1}{16}$ 時第4齒は $\frac{1}{16}$ 時第5齒は $\frac{1}{8}$ 時第6齒は $\frac{1}{16}$ 時第7齒は $\frac{1}{8}$ 時實に第8齒に到ては3分5厘から噛合が狂ふ、それでも齒數が此の位の程度に少なければ無理に噛込んで行くが若し齒數がもつと多くなると遂には齒の頂きにリンク・ピンが乗り上がつてしまふ。その時に鎖に非常な張力がきいて來て切れることもある。から小車の方の齒數は成る丈け少ない方がよい前の通り1ピッチに5厘違ふとも若し齒が3個しか噛むて居らぬとすれば最後の齒が噛むときは1分5厘の差であるから無理がきいても噛む。何廻轉しても1分5厘以上の狂ひは出來ぬのである。

前記はスプロケットの缺點で齒もリンクも容易に磨滅せぬ材料即ちマンガン鋼かニッケル・クロム鋼の焼入でも使ふて製作せぬ以上は齒數を多く噛ませることは出來ぬ。尤も今申した通り一方の起動車さへ齒か少なければよいのである。此の結果は普通のチエン車即ちショート・リンク・チエンなりスタッド・リンク・チエンなりを其儘噛ませる俗に言ふチン車でも同じ道理でチンの延びと言ふ厄介なものと固定したピッチの車の齒との面倒な關係は容易に解決出来るものではない。チン車でも齒數は8個以上にすると具合はわるい。

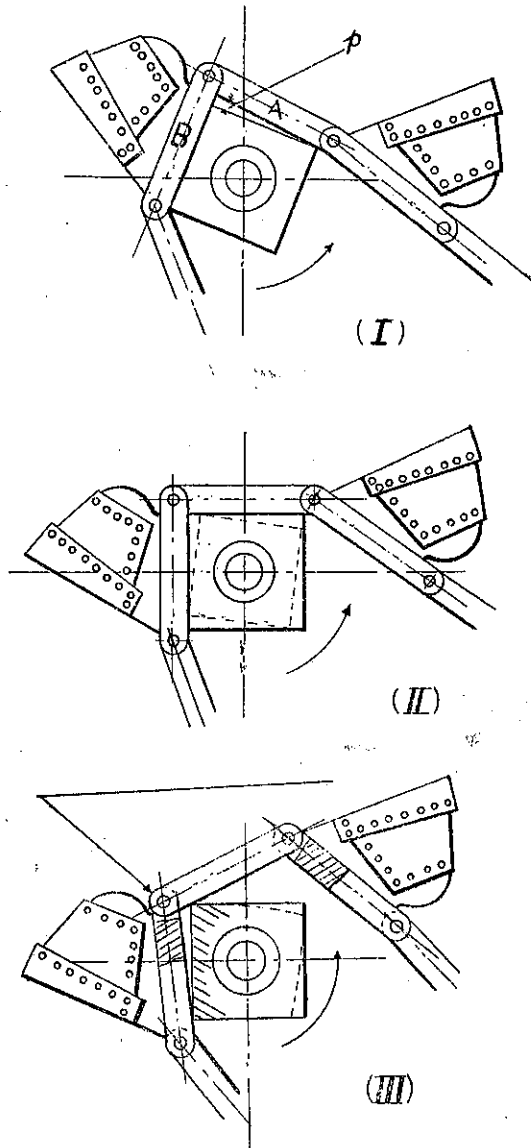
第 九 トップ・タンブラル

此れは淺深機構中の主要部分で之れが土砂を掘る主もな力を起すのであると同時に最も傷みやすい處である。形は四角である三角でもよいのであるが角が餘り鋭どくなつて折れ易くなる。五角でも六角でもよろしいがスリップする恐れがある四角が適當で且つ作り易い。

第三十四圖の(I)の如くタンブラルが廻つてバケットを引揚げて來るとバケット・リンクの背とタンブラルとの間に多少の隙があるので(II)の位置になつたときBリンクは強力を以てAのリンクとタンブラルと隙のなくなるまで上つて來る。此の時リンクとタンブラルは非常な強壓で擦すられるのだからたまらない。そしてAリンクはタンブラルを叩く拍子にバケットの中の土は幾分かバケットから離れる傾を生ずる、即粘着して居るバケットから離れてゆるむ。それで今少し廻轉が進むでバケットが直倒まになつたとき土は排出されるのである。此の間隙でバケット・リンクとタンブラルと叩くのは機構の爲めには宜しくない現象ではあるがバケッ

トの土を全部奇麗に叩き出す爲めには必要な作用なのである。

タンブラルの一邊はリンク・ピン心心の長さからリンクの幅を減したものであれば理想的である。さうすれば (I) の如く P の様な間隙は出来ぬ。併し茲には必ず

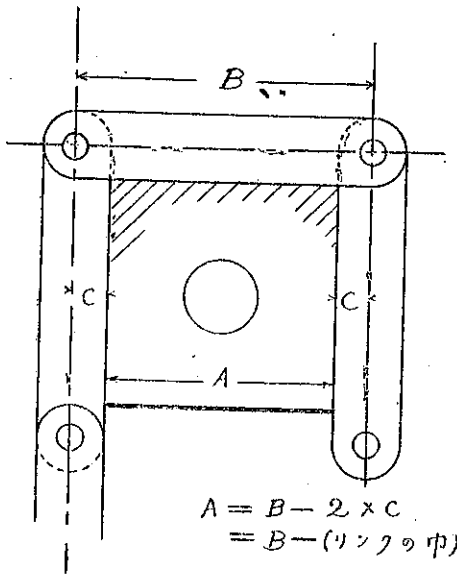


第三十四圖

多少の隙(クリアランス)を置かばねならぬ、普通2分から4分位當初から着けて置く。萬一リンク・ピン心心が少々短かであつたとき、若し此の P の隙が無かつたら (III) の如く後續リンクは跳ねられる傾きになる、従てピンは非常な力を受けて折れてしまふ。然らざればブッシュが破れる。併し丁度一杯に隙なしに作つて置いても暫く使つて居る内には磨滅して來て點線の如くなるしピン及びブッシュの磨滅も手傳ふてピンの心心も延びるから P の隙は自づから出来る。であるから始めからタンブラルの一邊をリンク・ピンの心心からリンクの幅を引いたものより幾分か小さく作つて置く方が安全である。(第三十五圖)運轉中に起る現象はタンブラルがバケツトを起しつゝ廻るときは力は主としてリンクの尾の方に起る。即ちタンブラルの四角の對角線の所へ來て引掛けて起すのであ

るから (II) 及 (III) 圖の點線の如く磨滅する此れが極端になるとひどく磨滅して點線が段々中心に近くなると平たい一邊迄の最短距離と略同一になつて來るとき

は遂にタンブラル丈け廻つても少しもバケットを引起さぬ。所謂空ら廻り許りして迂つてしまふ。丁度丸いタンブラルでリンクを引掛けやうとする様なもので角がなくなるから噛まぬことになる。そこで四角の角さへ固めればよいと云ふ事になる。即第三十六圖の様な設計が主として行はれるのである。



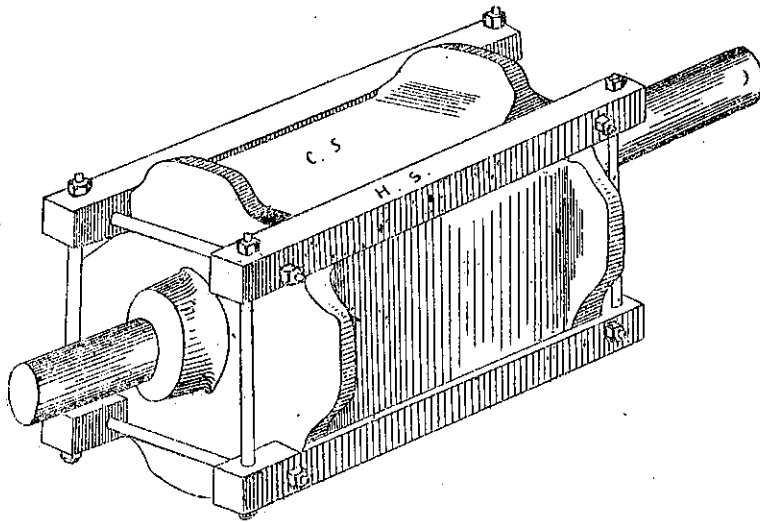
第三十五圖

丁度靴の踵と爪先とに鐵を打つて置けば裏革はへらぬ様なもので四隅の急所を固めて置いて滅つたら取替へると云ふ装置が宜しいのである。

圖のH.S.と印した處は硬鋼で中心のC.S.とした處は鑄物製でもよし鑄鋼製でもよろしいがH.S.とは宜くなじむ様に肌をしつくりと摺り合はせる必要がある。兩方の圖に凸凹があると凸部のみが当たり居るとすると猛烈なバケットの打撃に因つて其の凸な點のみがだんだんと潰れて来る。結局ボルトと

かバンドで締めた處が弛んできかなくなる位つぶれて来る。一度弛み出したらいくら締めても締めても到底安全に固着しない。であるから始め作るときにH.S.を丁寧に挽き若くはグラインダルにかけて砥ぎ平らかに仕上げC.S.の方も當る箇所をプレーニング・マシン即ちシカル盤で挽いて尙ほ其上に光明丹の摺合せを施してぎつしりとボルトとバンドを締め合せて置けば當りが充分であるから弛む恐れがない。隅角鋼は3吋以上を要する。當金のH.S.には炭素焼を施すのもよい。マンガン鋼もよろしい。もつと簡便な作り方は全體をチルド銑鐵製にしてもよい。チルド製は唯一組のタンブラルを作るにしてもチルド金棒即ちチラールを必要とする之に相當の材料と勞力を費さねばならぬ。唯一個のタンブラルを作るとすれば胴を鑄鋼とし當金を硬鋼とすることが最も工作が簡單である。が併し豫備として何箇か多數を作るべき考であるなら無論チルド製が宜しい、製作費が少くて永が持ちする製品が得らるゝからである。私は唯の軟鋼製品とチルド製品との壽命

を試験したことがある。チルド製は軟鋼製の約10倍の壽命あることを確かめた。併し炭素焼入鋼製とチルド製と熟れが永らく持つが實驗しないから知らぬが互の硬度から推斷すれば略同一位と思ふ。



注意
第三十六圖(其二)は製版の都合により本論末尾に添附せり必ず一覽を乞ふ

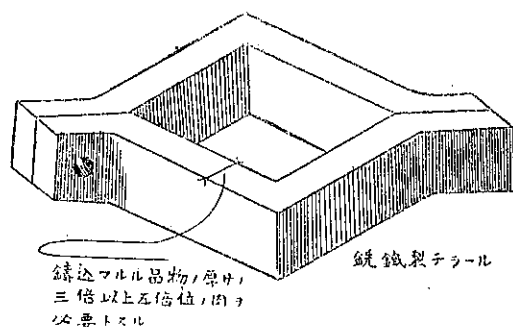
第三十六圖(其一)

時として鑄鐵製即普通鑄物の角角に普通の鐵板などをボルト締めて用ひて居るのが往々ある設計の様に見受ける。之が私の考へでは頗る不適當なことと思ふ元來薄板と云ふものは劇しく叩かれると漸々反り返る性質を持つたもので恰もブリキ板を鐵の臺の上で金槌で叩いて居ると漸々猪口の様に凹んで窪ぼくなるのと同じ事で薄い鐵板製當金は反り返らんとして來る。ボルトを弛るますべき傾向を生ずる、ボルト孔は漸々擴大されてがたがたと當金は弛んでしまふ。又ボルトのナットは海水の爲めに鍍付いて廻らぬから修理の際は必ずナットを切り割つて取去らねばならぬ、斯くの如き傷み易い設計は宜しくない、そこで叩かれても容易に反り返らぬ様な時以上太い角の當金を必要とする所以である。前に溯ぼつてチルド製の事になつて其の製作法を述べて見やう。

元來銑鐵がチルドと云ふ硬い堅い性質に變ずるのは鐵中に含有する炭素の變化であつてナマコの内に存在する黒い正の炭素が鎔解後金屬の肌に觸れて急に冷されると化合炭素と姿を變じて眞白な鐵にしてしまふ。之が非常に堅いもので悉く鐵とか鋼とか名の付くものゝ内で一等堅いものであらう。市内電車の車輪がそ

れで100,000哩夫れ以上も硬い鋼レールの上をこすつて走つて居ても磨滅せない事程左様に堅いと云ふのは今云ふたチルド車輪であるので、若し之が普通の鑄物であつたなら100哩も走らぬ内に磨滅して使へないものになる。

此の性質を利用してタンブラルを作るには先づ2ツ割のチラールを準備せねばならぬ、第三十七圖の通りにしてボルトで締め合はせて鑄型の周圍に置いて湯を鑄かし込むのである(湯とは鑄解銑鉄の事を云ふ)そして此のチラールは冷えて居る程チルドの品物は堅く出来る、併し鑄型の砂が充分に乾燥して居らぬ時チラール



第三十七圖

が冷えて居ると濕氣を呼んでチラールに露を置くことがある、それに湯が當て爆發を起し注いだ湯が噴出して頗る危険であるから露の付かぬ程度に少く温めることもある、其の程度は手で解れて見て永く堪へられぬ(華氏200度以上300度位)と云ふ位迄温めて置

けば湯ははねることはない。左もなくは鑄型を充分に乾燥して少しも水分を引かぬ様にして置いてチラールを冷えた儘置いて湯を注げば最もよろしい。それから湯は出来る丈け風壓を強くして冴へさせて卸ろす必要がある、何となれば軟鋼を鑄かすのであるから銑鉄よりは熱を高くせねばならぬ。

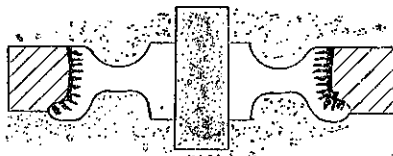
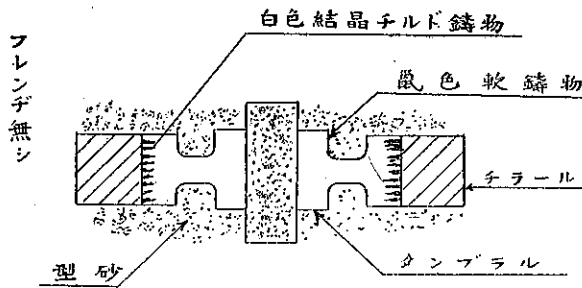
チルドされた銑鉄は脆弱になる、堅い事は堅いが非常にもろい、之をもろくさせぬ様に粘着性にせん爲めには種々の原料の調合が研究されて居る此の事に就て詳細は後段ポンプ船の當板の章で記す積りである。

元來チルド鑄物は色々な條件に因て支配されて、いつも必ず同一のものが出来ると云ふ事は保證が出来ない。例ば銑鉄原料の同一品を用ひても原産地に於て釜の變る都度同一性分のものが得られずして多少の差が起る、其差が直にチルド鑄物に影響して来る。コークスでも硫黄分の多い少ないが直に影響すると云ふ風に容易に變化が起るものであつて押さへ所が困難なものである。

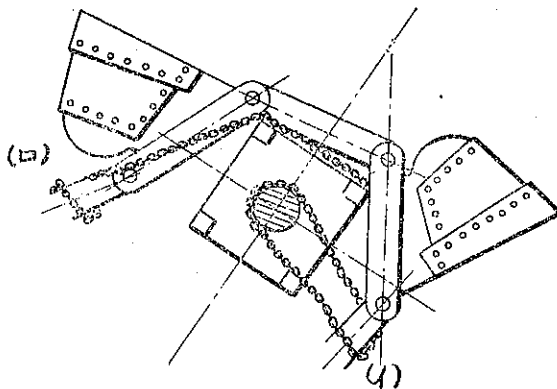
チルド鑄物を作るときは必ず試験片を同時に作り其れを割て見て粘り堅さを試験する、タンブラルの肉厚と同じ厚さの小片の鑄型にチラールと同じ厚さの鉄

片を當て、同一の湯を注ぐ、割て見て白い結晶が出た許りで安心は出来ないバイトに依て割れるチルドの出来る事があるからバイトの乗るか否かを試験して見ると同時に割るときの手筈へによつて粘さも知つて置かねばならぬ。

鑄物の出来上つた後は赤い内に鈍まし爐に入れ木炭とヨークス及藁等で10時間位徐々に冷やして置く、之が不充分であると使用中に突然破れる事があつて取替に又非常な勞力を消費する損失となるから鈍ましに要する費用は節約してはならぬ。



フレンド附キ
第三十八圖



第三十九圖

ぬ。乾燥した砂に埋めた儘徐々に冷やす方法もあるけれども完全な品物は得られない。

そこで2ツ割のチラールと鑄型を第三十八圖の如くに組み合はせて之に湯を注ぐときはチラールに觸れた湯は急に固結して丁度鋼に焼を入れたと同じく堅い結晶性のものになる、之を2ツに割てボルトで締め尙鉄環を燒締め丈夫に離れぬ装置をしてシャフトに取付けるのである、2ツに割るのは磨滅取替のときシャフト及サーヂ・ホイールを其儘にして置いてタンブラル丈け替ね得る爲めである。

此のトップ・タンブラルにフレンドを設けたのと設けないのとある、バケットが脱線せぬ爲めにはフレンドのある方がよろしいが無く

とも左程困難なことはない、バケット・ローラーにフレンヂがあるからバケットは眞直に導かれて来るので脱線はせぬ、若し脱線したなら手近にあるリンク1本を採てタンブラルの一面と脱したリンクとの間に噛ませて汽力を以て無理にタンブラルを廻せば容易に乗て来る、製作上からはフレンヂ付で2ツ割は多少六ヶ敷くなる。

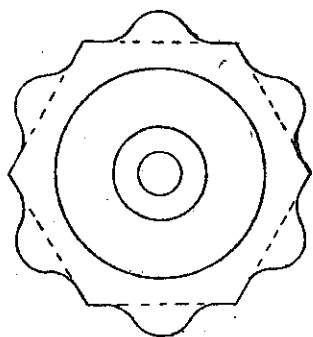
タンブラルの磨滅した時取替修繕をなさんと欲すれば必ずリンクを切りはなしてバケットとリンクを取外づさねばならぬ、此の作業をするには高き檣の上で足場の悪い場所であるから仕事が容易でない、此の目的に向ては起重機の設備のない場所が多いから豫め檣の上にタンブラルとバケットの揚げられる丈けダビットを設けて置く方がよい、丁度機關室の天井にリフティング・ギアを常設して置く様なもので非常に調法である。又タンブラルの下に假足場を組んで仕事をするが、どうせ時々入用なものであるから始めから檣の左右兩側内面にアングルを取付けて置いて板を敷けばすぐ安心な足場になる様に豫め用意して置くのは決して無用な事ではない。職人は充分な仕事出来る。

タンブラルを取替へるには第三十九圖の如く下の連鎖の重量は鎖で(イ)に纏なぎ置き、上の連鎖の一端は(ロ)の如く鎖でタンブラルに引掛け汽力で一寸廻すとき全連鎖のたるみは緊張してタンブラルの上でたるみが出て来る之を利用してピンを抜きバケットを切てダビットにて釣り卸ろしタンブラルを外づす。

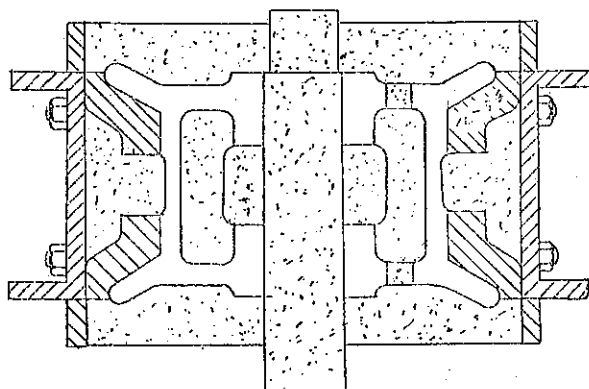
第十 ボットム・タンブラル

ボットム・タンブラルはバケットの連鎖を導いて行くガイド・ローラーと同じ役目をするものであるから丸でも角でも宜しい譯であるが大抵は五角にする。丸いと周とリンクとが平らに當つて行かぬ。常にリンクの中央のみが周と當るので其の部分のみが磨滅するのみならずリンクをへし折らうとする傾の力を生ずる。四角ならリンクと平らに當るがバケットの廻る半径が小さいので水底の凸凹に對して時として土を掘らぬ場合が多いことになる。水底ではバケットは大きく廻る方がよろしいので土を薄く長くかいでバケット1杯にする方が深く短かくくよりは故障が少ない。又掘り起す力も少なくて済む。例へばスコップ1杯の土を盛るに深く掛けて力強く起すよりは腕と腰の運動の許す範圍で浅く長く掬ふ方が力がいらぬ譯であると同じことである。その譯でバケットは水底では成るべく大きく廻つて

呉れる方がよい、併しタンブラルを餘り大きくすると非常に重くなるので五角か六角位の處で止めて置くのである。多角形が多くなる程一邊はリンクの長さの少し短かいものであるから其の多角形のドラムは随分大きなものになる出来るならば六角が適當である。ボトム・タンブラルはトップ・タンブラルと違ふて動力をバケツに傳ふるのではなくしてバケツに附いて廻るのであるからタンブラルの面とリンクとの間に無理な力が來ない。従つてトップ・タンブラル程に製作に厄介なことはない。磨滅することも餘程少ない、鑄鐵製の角角に鐵板の當金を取付けたものでも随分永い間保つものである。殊に鑄鋼製で其の角に分の厚い硬鋼でも當てた構造なら船一代故障は起るまい、其の當金の工作方も黒皮の儘で單にボルト締めとした位の程度で充分である。兩側のフレンヂは是非必用である。之がないと横に船を寄せて掘り進むときタンブラルは進むがバケツは土の中に喰ひ入つて居るので忽ち脱線してしまふ。フレンヂは五角でなくても第四十圖の様に梅の花になつて居ても差支はない。之れは當金を丈夫に取付ける構造には便利である何となれば當金の取付が胴體の兩側で出來得るからである私は鑄鐵製で必要な角角丈けをチルドにしたものを作つて見たことがある。之れは壽命は可成り永い。殆どスベアも當金修繕をも要しない位である。但し鑄物師は手間が掛かる第四十一圖の様な仕掛けにして湯を流すのである。鑄物の手間は多くかゝるが仕上は少ない。



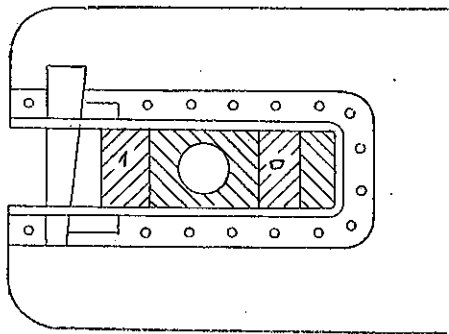
第四十圖



第四十一圖

タンブラルと心棒とを固定して兩端のメタルで廻すものは構造複雑で破損し易いが小型の渡瀬船で餘り猛烈な力を起さぬものにはバケツ連鎖の磨滅から生ず

るたるみを取るには便利である。それは第四十二圖の如くラダーの先端を削つて上下の顎を作り其間に鑄鐵製のメタルを挟み込んで前後から枕を當て、押さねて置く。普通先端にコッターを打込む。若し連鎖のたるみが多くなれば(イ)の枕を取去つて(ロ)の背から挟むとメタルは押し出されてたるみがピンと張つて来る。併し此の箇所が随分強い蠻力を受ける處で水底の石とか木片とかに來るとタンブラルのフレンヂとラダーとの間に噛むことがある。丁度楔を打込む様に廻されながら割り込んで來るとラダーは出來得る限り頑丈にしてあつても左右に開らく。

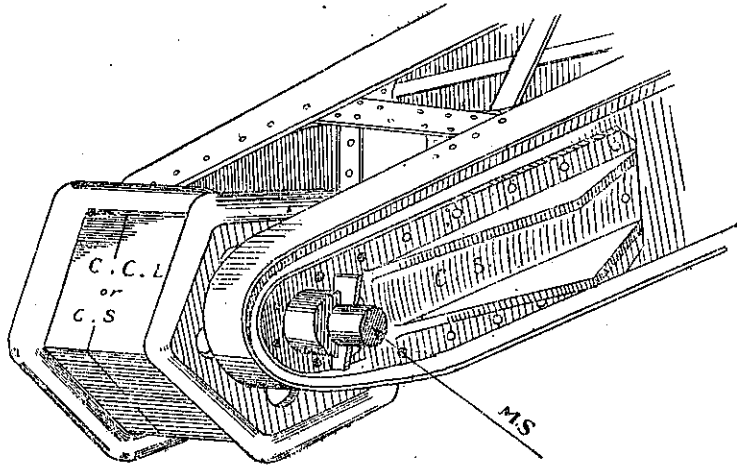


第 四 十 二 圖

そのみならず上下の顎が擴がつてしまふことがある。コッター栓などは影もなく飛ばしてしまふ。殆ど豫想外な故障を起すので茲の構造は成るべく簡單なのがよいとしてある。そこで大型のは大抵茲で連鎖の調節は出來ぬ様な唯の孔を明けて心棒を通して大きな栓でラダーの開くのを止める。さうする

と心棒とタンブラルと固定してあつては篋める譯に行かぬのでタンブラル丈けが心棒の廻りを廻る仕掛けにせねばならぬ。先づタンブラルをラダーの間に置いて中心の孔を覗かせて外から心棒を通し栓で締める、タンブラルの中心には豫め銑鐵製のブッシュを篋めて置いて此れが磨滅したら再び取り替へるのである。此の装置はラダーの傷み方が少ない。従來は皆銑鐵ブッシュであつた心棒を傷めぬ主意であらうけれ共之れはまづい、寧ろ心棒を傷めてもブッシュの磨滅せぬ方が取替が簡易である。私は内面チルドのブッシュを篋めて心棒はマンガニース鋼の最硬鋼を使ふべき處だらうと思ふ。此の方法にすると殆ど修繕とか取替を要せぬチルド、ブッシュも面倒なら成るべく硬い鑄鋼ブッシュが宜しい。土砂粒が噛めば摺り潰す位の勢があつて欲しい處なので、摩擦の大小とか或は二種の金屬の内一種を軟くして他の一種を保護せしむる(普通のシフト・メタルの様に)とか云ふ考へば全然駄目であつて唯要するに最硬にして脆ろくない金屬を應用するのがベストである。第四十三圖に示した通りM.S.と印した心棒はマンガニース鋼にしてC.C.I.としたのはチルド銑鐵又は鑄鋼、M.S.の心棒は厚1吋乃至1吋 $\frac{1}{2}$ 、幅4吋

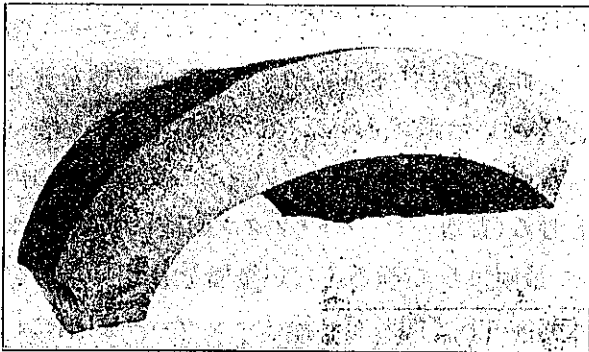
乃至5吋位のコッター孔を火造りの時明けて置き C.S と印した大きな鑄鋼製座金のブラケット孔と半掛けにしてコッターを打込みボルトを以てコッターの抜け出さぬ様用意して置く。此の座金は圖の如きリブを有せしめラダーの横梁迄踏張りがきかねばならぬ。



第四十三圖

ブッシュを作ると内面チルドは一吋厄介である。チラールが忽ち周圍の湯の爲めに熱せられて赤熱して来てチルを入れぬ。故に湯を注いだ後直ちにポンプでチラールの中央から冷やすのである。

第四十四圖は内徑5吋厚2吋長28吋のブッシュに内面からチルの入つた折れ口を示したもので、此の外周旋盤を仕上げしてタンブラルに水壓倣入するのである。



第四十四圖

湯の調合はポンプ船の部ケーシング當金の處に記載したものと同じで唯白銑の分量を約2倍に増すだけである。何となれば湯がチラール全周を包圍するので赤熱する之れを水で冷やすにしても品物の外周からチ

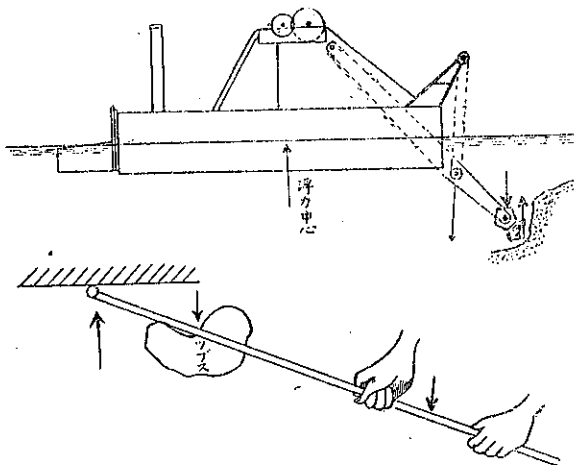
ールが冷やす場合の如く冷却面積が廣くない。却つて反對の關係にチラールの冷却面積が品物の面積より少ないのであるから、丁度チルド車輪のトリードとフレンジの曲り目にチルが入り難いと同じ道理であるから容易にチルし易い爲めには白銹を多くする。

内部のチラールは一箇體では品物が出来上つてから抜くことが出来ぬ。因つて4ツ割にして、且つ各個の合せ目に抜き勝手の勾配を付けて置くのがよろしい。尙合ひ口には厚さ2分許りの砂を嚙ませて置く。そして4ツ合はせた中心に2吋乃至3吋の穴が明く様にチラールの断面は扉の地紙にして置く、此の孔から冷水を注入するのであるチラールの厚さは少くとも品物の厚さ丈けはなくてはならぬ。其れ以上あれば尙よろしい。其の關係は作るべき プッシュの外徑と内徑との關係による。

チラールは比較的細くて長いから熱に依つて膨脹變形する即ち多少弓なりに長さの中央に於て反るので出来た プッシュの内面は幾分か中央に於て徑が大きくなる併し極めて些少であるから使用上差支はない。若しチラールの合せ目がわるくして プッシュ内面にバリが出たならガスで吹き飛ばして平滑にすることが出来る。

第十一 ラダー(鋤鏟梯)

水深を深く掘らうと云ふのには是非ともラダーを長くして深底に達せしめねばならぬ。ラダーを長くすれば従つて船長を延す必要が起きて来る。何となれば船



第四十五圖

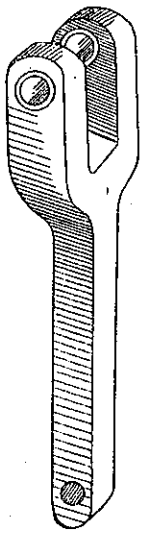
首から餘り長くラダーの突出することは土を掘る際、ボトム・タンブラルが土を掘り起す力の反動はラダーを下に沈め様とする力となる。バケットの刃が上向きに土を起す其の反動はボトム・タンブラルの心棒を下向きに沈める力となる。心棒はラダーを沈めようとする、ラダーは船體は沈め

ようとする。然るに其沈めようとする力が船首のずつと先の遠くに働くと挺子を掛けたと同じ理屈で船體の浮力にこたへることは甚だしく船體近くに働くのと遠くに働くのとは非常の差である船體の浮力中心を支點としラダー釣りの鎖若くはワイヤ・ロープを重點としバケットの反動を力點とする挺子となるから(第四十五圖)ラダーの船首から突出すこと少ない程船體にはこたへないで淺深深度の多い丈けそれ丈けラダーを釣上げたときはボトム・タンブラルは船首から10尺位より多く出さぬ様にする、淺深深度の少い船を或る必要に因つて深掘りの出来るように改造することがある。其の時船體も同時に延ばせば問題はないが費用の點で差支へるとか時日が許さないとか種々な非理想的な故障の爲めに不得已ラダー丈けを延ばす様なことが起る。私も其の様な問題に打つかつて二、三度ラダー丈けで無理と知りつゝ、施工したことがある。出來上つて如何なる現象が起るかと言へばバケットが土を起す都度船首がづぶりづぶりと水中に深く沈んで船體が非常に煽られる。併し船體が沈没せぬ以上は別に差支へはないことであるがラダー・チェーン即ち前櫓からラダーを釣つて居る鐵鎖なりワイヤ・ロープなりにラダーの延びた丈け多くの力がかゝり安全係数が減ずると言ふ丈けである。

ラダーの上端はヒンデで櫓に取付けられ下端をラダー・チェーンで釣つて居るが一杯に釣り上げた時ボトム・タンブラルが全く水面上に現はれ尙ほ3尺位水から切れる位釣り上がる様に設備して置かぬとタンブラルの修繕の際困難が多い。小船を下に突込んで置いてタンブラルをはづし得ると職人の作業に餘程便利である。殊に自走船であるとタンブラルのみならずバケット連鎖も全部水から切れると航海に便利で速力も速くなる。己むを得なければ航海の際バケットの水中に浸さるゝ部分を鎖でラダーに締め上げて置くこともある。

タンブラルの處で述べた通り少し重複になるがラダーの下端の構造に就て述べて見度い。メタルの調節の出来る構造のは心棒から先きが自然長くなる第四十二圖にも示した通り先が延びるのは土中の障害物に激突し易いから屢々横に開く、それは石などがボトム・タンブラルのフレンヂとラダーの鼻先の間を廻込んで振るとき楔と同じ働きをするので工が工になつてしまふ。心棒の兩端に第四十三圖の如くコッターを設けて締め付けて置くで猛烈な力でコッターを曲げたり折つたりすることもある。曲げられたコッターは抜くに困難する。それであるからラダーの鼻は成るべく短かくタンブラルの外徑よりずつと引込て居るのがよろしい。

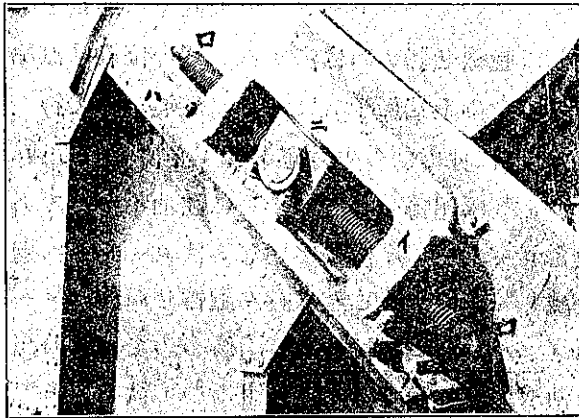
そして心棒とラダーを固定しタンブラルのみを廻す装置の方が故障が少ない。そんなら連鎖の弛みたるんで来た際は如何にして張らせるかと言ふとそれは出来ない普通出来ないが多い。己むを得ずリンクの特殊(ハンチング・リンクと云ふて一端が蛙股になつたリンクなり)(第四十六圖)なのを作つて置いてパケットとリンク一對を外づし全連鎖でリンク一本の長さ丈けを短かくするとたるみが元に戻るそれも段々ブッシュの磨滅で復々たるみが出たときはブッシュとピンの悪いのは取替へねばならぬ仕事になる時斯なのである。



第四十六圖

最も容易に理想的に調節するにはラダーの上端に調節の仕掛けを設けて置くに眼る。私は第四十七圖の装置を作つて試験した元來斯くの如き蠻力を受くる箇所に餘り複雑なことをするのは極力避けたいのであるが、若しこわれないで樂に調節が出来たとしたらそれに越したことはないからと思ふて試みたのである。

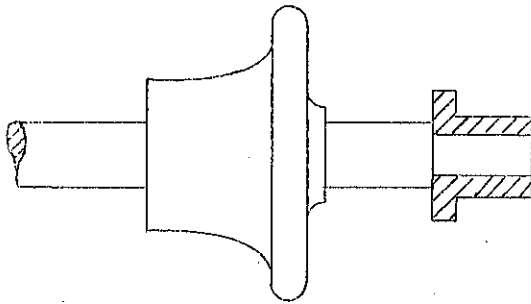
(イ)は鑄鋼製の堅固な棒で上下兩端に砲金製のスクルーブッシュを嵌め之に鋼棒に砲金を鑄ぐるんだスクルーを嵌ち込み其の振り山は角山とした。中央には銑鐵製の駒があつて棒のベースにボルト締めする装置である。其の駒の中心にラダーの元付けシャフトを通し(ロ)(ロ)のスクルーを締める事に因つてシャフトを押し揚げたり押し下げたりするジャッキの働きをなさしむるのである。此の装置でラダー



第四十七圖

全體を伸縮してリンク連鎖のたるみを取るのである。茲で述べて置き度いのは鹽水や雨風に曝らされる時は振子が鐵製であると普通錆着いて動かぬから特に砲金製とした譯で駒の下には座があつて太いボルト4本宛で棒の裏の凹形溝にボルト頭を引掛け溝の任意の箇所で締着ける又駒の頭は

勾配に削つて枠の天井との2吋位の隙間に楔を喫ませて置いて振子で其の楔を追込む。圖には楔の一端(=)が見えて居つて追ひ振子は向側の陰にかくれて見ぬ。斯くしてラダーの突き上げて来る力を座のボルトと天井の楔と兩方で受け止めさす構造にしてあつてボルトが切れると同時に枠の天井が折れるに非ざれば決して駒は破れぬ。ラダーは其の重量で下に落ちんとする力よりも底のバケットが土を掘る反動で上に突き揚げられる力が強い。尙一層強い力は波の爲め若くばバケットの運轉に依る船の上下動をやる内に時として底のバケットが水底を突くことがある其の場合は船の重量がラダーに乗つて来て元付けの駒に其の力が利いて来る。之れが最もこたへる時で(ハ)(ハ)の如きフレームから鉸鉸で持ち出した丈夫な猫で受けるに非れば到底こたへ切れぬので枠の取付ボルトなどは忽ち弛るましてしまふ。此の装置を取付けて約1箇年間何等の故障も起らず操縦上大に勞力を省くことが出来た。バケット又はリンクを取外すとき、及び弛みを取る時非常に樂である。



第 四 十 八 圖

ラダーの上面にはバケット連鎖の登つて来るローラー道がなければならぬ、此のローラーも傷み易い部分であつて鑄鋼製か若くはチルド銑鐵製で第四十八圖の通りフレンヂの着いて居る構造が宜しい。此のフレンヂ・ローラーで真直ぐに連鎖を導いて

行つて、トップ・タンブラルに達して脱線せしめぬ様にする。其の位置は無論トップ・タンブラルとボトム・タンブラルの上端に平らにリンクが導かれて行く丈けの高さを必要とする。ローラーの直徑に付ては多少考慮を費す必要がある。直徑が餘り小さくして軸の徑と大差ないときは廻轉せぬ。メタルは注油不可能であるから可成り摩擦は多い故にリンクとローラーの摩擦が多いならばローラーは廻轉せずして一部分表面が平らかに磨滅して来る然るときは益々廻轉せぬ故にローラーの直徑が大きいときは廻轉力はメタルの摩擦抵抗力に打ち勝つので廻らぬ恐れはなくなる。少くとも其の直徑の軸承メタルの直徑4倍以上あつて欲しいのである。

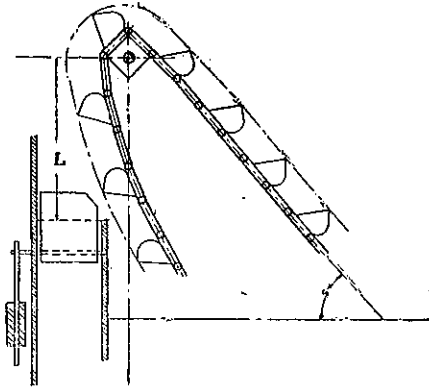
ローラーのメタルは鍊鐵製で差支へない。メタル・ボックスを銑鐵製として其中に半月形の鍊鐵メタルを簾込んで置いて愈々磨滅したときに取替へる。之は極めて簡単な作業である。ローラーの心棒の方に銑鐵製スリーブを燒嵌めして置く装置もある。磨滅したときスリーブのみを嵌め替へると心棒は永く保存せられる。

第四十八圖の如く注意するのも良策である。勿論油をやることも出来ぬ程砂と水に溶する箇所であるから磨滅することは非常なもので最初から普通のメタルの如く奇麗に仕上げる必要もない。唯黒皮の儘で使用する。砂で忽ちグラインドされてつるつるに仕上げ磨きを掛けられてしまふ。砂を防ぐ爲めにメタル・キャップに種々工夫をしたものもあるが、何れも餘り有効でない。土砂の水を頭からあびせられるのだから其の砂防工事は餘程困難である。寧ろ簡単な帽子を着せて置くに限る。併しボルト・ナットは鹽水で鍍付いて役に立たぬから唯着せた丈けで置く。バケットに木材など引掛かつて來ると其の爲めに、引かけられてキャップが飛ばされるから無くて宜しい。ローラーのピッチはバケットのピッチと同じにする。

ラダーの構造は100坪以下位なら1本宛のチャンネル・バーを左右に通じて其の間隔を同じチャンネルと6尺間位に縦ぎアングル・バーを以て十文字に筋かいを入れた構造で充分であるが、大型のは皆プレート・ガーダーで丈夫な構造に作る處々に横繼なぎを入れ上下両面共アングル・バー若しくはフラット・バー(平鐵)を以て十文字繼なぎを入れるバケットの全重量及バケット半數に土の満ちた重量が掛かる。尙ほ船體重量の一部がラダーに豎に掛るものとして考へるのである。併し之れも餘り確かなことは到底解り兼ねるので大體は既成品に準據して置く方が安全だ。要するに輕くて堅固なのがよい。

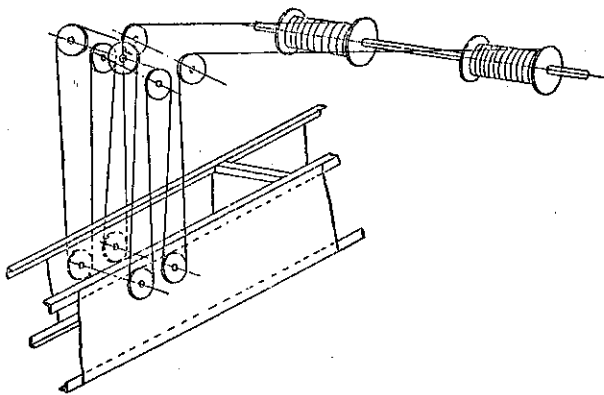
此のラダーは水面に對して45度の角度に降ろしたときに必要深度を掘り得る様に作るのが普通である。其れで長さが定まる。何故に45度にするかと云ふ之も經驗から來たことで45度以上になると萬一浪の爲めに水底を衝いた時根付けにこたへることが甚だしい。其の方から言ふとラダーを長く作つて45度以下でつまり極めてゆるい角度で豫定の深さに達する様にするが最も安全な譯であらねばならぬ併しラダーの長くなるのは船體を長くすることに響いて來て面白くない。そのみならずバケットの數も増して來る重量も増して來る先づ45度位迄は差支へないと言ふ處で普通其の角度に止めて置くのである。それに又餘り角度を多くして短

いラダーで豫定深度に達せしめやうとするとバケツの連鎖のたるみでダンパーの前立板に当たる様になり圖のLと云ふ寸法が大きくなつてトップ・タンブラルをずつと高くせねばならぬ困難を生ずる。第四十九圖に示した關係で解る事と思ふ。



第 四 十 九 圖

持ちがよろしい。ワイヤー・ロープを以て一組の滑車により天秤釣りで捲く場合は平らに揚つて来るが左右兩側に各一組宛の滑車を置く場合は鎖どちらかふてワイヤー・ロープは延びが出るので左右何れか片延びするとラダーが片重もりになつて来る。夫れは簡単な方法によりて調節する事が出来る。即ちワイヤー・ロープの兩端を1本のものとして滑車に掛ける事第五十圖の如くすれば一方が片延びすれば他方に曳かれ常に平衡を保つことを得る。又天秤にして1本ワイヤーに釣る場合



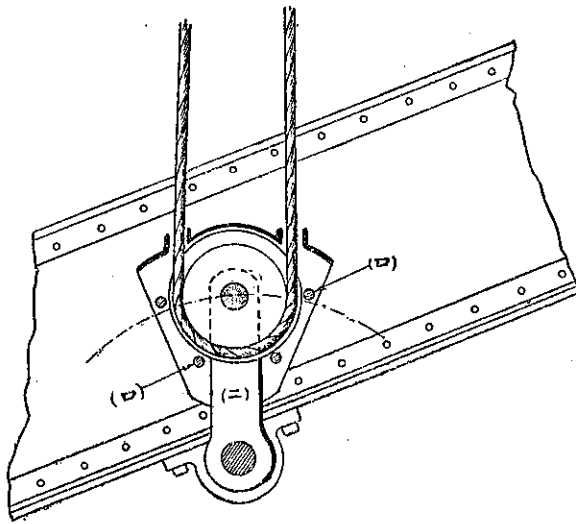
第 五 十 圖

ラダーを捲き上げるウインチは小型のは主汽機から聯動させたフリクション・クラッチ・ギヤであるし、大型のは獨立のスチーム・ウインチを一臺備へて置く。コーン・クラッチでウオーム・ギヤによりチェーン車を廻しラダー兩側のチェーンを同速度で捲くのは便利である。其の装置は種々の設計があつて又特別な注意を要することもない。又ワイヤー・ロープならば素直ほに捲くが海水に對しては鎖の方が

は下部のブロックと天秤の高さ丈けがラダーを捲き揚げ得べき捲き代りを肩かす譯で夫れ丈け鳥居を高く作らねばならぬ、従て鳥居が弱くなりウエル兩舷の繼なざが堅固でなくなる。ラダーの横側にシーブを着けると其の憂はない、バケツが鳥

居の天井に當る迄充分に捲き代りを有するが、一方に缺點がある。

此の構造にするときはシーブよりバケットの方が高いので土石が落ちワイヤーとシーブとの間に噛むのでワイヤーが傷む、併し其の缺點は第五十一圖の構造にする事に因りて大部分避け得らるゝ。則ちシーブの上にカバーを着せてワイヤー・ロープ丈け通る孔を明けて置く。そして(ニ)と印した槓を長くしてバケット側面の高さ迄シーブを達せしめて置くときは土石は甚だしくシーブの上には落ちて來ない。ラダーの重量は(イ)と印した横軸に受ける。シーブはラダーの上下するに従ふて(イ)を中心とする圓を畫いて點線で示した様に動く、シーブは二枚重ねの時も二枚並びの時も同じ方法でよろしい。



第五十一圖

又(ロ)と印したのはロープ・がシーブから脱線せぬ爲めの捌きで若し此れを着けないときは才底で萬一ワイヤーが外づれたならラダーを捲き揚ぐる事が不可能になり非常に困難を起すから此れは特に注意してワイヤーの絶対に外づれぬ装置をして置かねばならぬ。

上のラダー釣りのワイヤーなりチェーンなりは單にラダーとバケット連鎖と、バケット

全數の半分に盛た土の重量との、總計の半分丈けを支へればよいとして設計すると、大に間違ふので、之にはボトム・タンブラルが土の抵抗に逆らつて掘り起す力、則ちトップ・タンブラルの全力が掛かるものと見なければならぬ。何となればボトム・タンブラルに因てバケットが土を掘り起す反動はラダーを沈めようとする下向きの力となる、それが全部ラダー釣のロープに掛つて來る譯で、其の力に堪へ得る丈けの丈夫さを持たせねばならぬ。

但し捲揚げウインチは前に述べたラダーの重量其他の半分を揚げ得らるゝ力を持ってば充分な譯である。

自走式の大形になると鳥居の天井にウインチを据付けて直接に其下にあるラダーを釣る構造のものもある。又は艙割れならば鳥居の代りにプープ・デッキに作りブロック・シーブをプープの裏に取付けて後部甲板下のホイストで捲かせるものもある。此の場合は左舷に置いて船長はホイストの上甲板に立ち右手にバケットの揚つて来るを見つゝ左手に舳のウインドラスと機関室に信號する様な勝手に装置すると便利の様である。

但し凡ての場合に於てウインチの位置とラダー・シーブの関係からワイヤー・ロープの方向變換の爲めガイド・シーブを着けねばならぬが此の敷は成るべく減する様に工夫することが必要と思ふ。

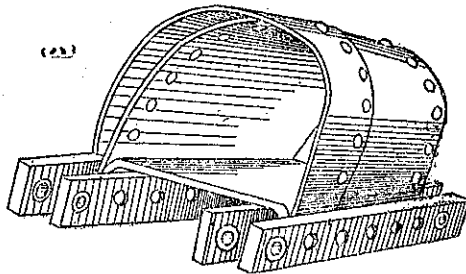
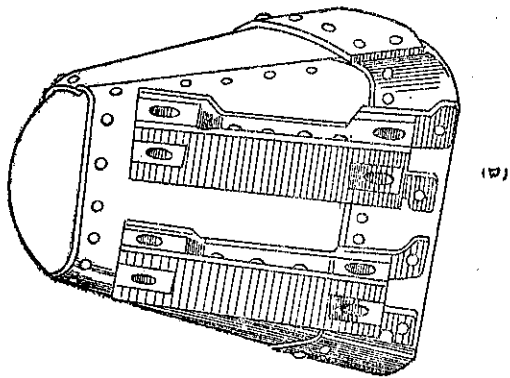
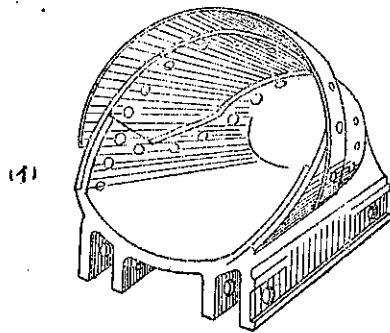
第十二 バケツト

土を掬ふバケツトは最も堅固であらねばならぬ、堅い處を掘るとき潰れたり、破れたり、歪んだり、鉋が弛んだり、随分ひどく傷むものである。全體が鑄鋼で作られて又先きとピン穴のブッシュとが特別硬鋼を附けたのと、又全體が板鐵を鉋鉋して脊中に鑄鋼リンクを鉋着したのと、又鑄鋼リンクの代りに平鐵を鉋着したのと其他色々の構造がある。其中二番目三番目の構造は普通 200 坪以下の船に應用されるが其の鉋鉋が弛む點に於て甚だ修繕費を消費する缺點がある。大形の船には主に一番目の構造の全體鑄鋼のが應用される。之れは修繕費を要しない最も善い設計であるから小形船と云へども皆此の設計にするが本當である。

第五十二圖に示す通り(イ)は鑄鋼製(ロ)は板鐵と鑄鋼リンク鉋着製(ハ)は板鐵平鐵リンク鉋着製であるが之又一得一失をまぬがれない。

(イ)は重量の多くなる缺點がある(ロ)(ハ)は目方が軽く出来る然しリンクの取付けに鉋を鉋釘するのでバケツトに土を掘る強力を傳へる時に鉋に段々弛みを起して鉋穴ががらやがらやに擴がつてしまう。そうすると修繕の際其鉋穴に合ふ太い鉋を持つて鉋釘しなければ其の鉋は本當に締まるものではない。然るに薄板に法外に太い鉋で締めても鉋は本當に利かない。鉋の直徑は板厚の 2 倍から 3 倍迄でなければならぬ。且つ又鑄鋼リンクもしくは平鐵リンクの方が厚いから穴は左程大きく弛みは來ない。其の穴を板の穴の大きいのに習つて引り擴げる事は無用の工作であつて其處に修繕の困難が生ずる。普通の修繕法は弛んだ鉋を切つて復元の太さの鉋鉋を施すに過ぎない。そうすると忽ち又弛んで來る。

上の如く甚しい蠻力で鉋が弛みバケットが破損するのを免かれないから其の構造は畢竟よろしくない。其處で重量の多くなることを犠牲にしても(イ)の構造にするより外致し方のないと云ふ事になる。殊に鉋にテンション・ストレス(引張る力)を與へる構造は最も悪い。何となれば土を掘り起す力に對して鉋頭が強く引張られるので鉋頭の裏が潰れてリンクと板との接觸が離れる。一度弛むと益々鉋が叩かれるので鉋頭が板に喰ひ込み地板を薄くする。斯うなつては本療治も効がないから遂に全體を放棄するの損失となる。



(ハ)の構造は小型の場合には甚だ手輕に出來、且つ修繕も鑄鋼物などを待たずに何處の鍛冶屋でも容易に出來るから、100坪以下の小型浚渌船にて岩石などを掘らぬ場合に推奨して差支へない型である。併し缺點は背板を曲げて平鐵リンクに挿む折れ目の處が往々裂ける事がある。

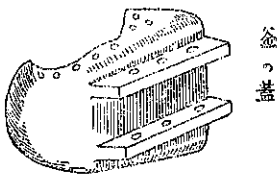
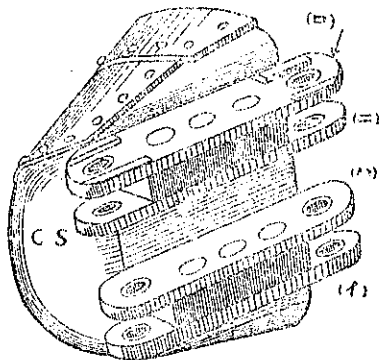
前に述べた一得一失と云ふのは、ブッシュの磨滅したのを氣付かず使ふて居ると遂にバケット・リンクの穴をいためる、そうするとブッシュを入れ代へても忽ち飛び出すか、破れるかして効力が無い、其處で瓦斯で瓦斯銲接もしくは電氣銲接で穴の中に肉盛りをして再び穴を挽き直すのであるがリンクの背中の滅つたのは肉

第五十二圖

盛りも厄介なので寧ろリンクだけ新らしく取替へた方が却つて經費も安く且つ簡便である。

(イ)の構造であるとリンクの磨滅が若くはブッシュ孔の非常に楕圓形に滅つた場合バケット全體を棄てねばならぬ不經濟を來すのが缺點である。

運轉手の不注意からブッシュ穴を傷ませる事はよく起る障害であるが已むを得ないを考へる。何となればピンの頭によつてリンク・ブッシュは隠れて仕舞ふから遂に氣付かないで居る内にブッシュは薄くなつて來る。之れを間斷なく注意させる事は容易でない。併し注意深き運轉手は向ふ側のブッシュを見て容易に磨滅を知る。そこでブッシュは極めて堅くて容易に滅らぬもので且つ劇衝に對して破れない靱強なものである必要があるがそれは後にピンとブッシュの事を述べる時に詳しく説明する。



第五十三圖

私は一種特別の構造を案出して第五十三圖の如きものを作つて試みた。之れは萬一リンクのピン孔を歪に滅らしても修繕も容易であるし且つリンクの背面の磨滅した時單に鉸を打替へる丈けの手數で始めの通りの新らしいものとなるのであるが最初の製作費は勿論多いがバケット自身の壽命は非常に延びるのである。鉸はテンション・ストレスを受くる代りにダブル・シーヤ・ストレスを受くるから弛み方も少いし、鉸孔が精確にのぞいて居ると且つ孔の内に一杯に鉸が太くすわつて居る以上は殆ど鉸はゆるむものではない。リンクの背面が磨滅したら(イ)と

(ロ)を轉換して裏面の新規な面を表に出し(ハ)と(ニ)も同様にする、故に始め作る時に鉸孔はリンクの中心線に正しく明けて置かなければならない。バケットと本體から鑄出してある釜の蓋の様なものは兩側面共正確にプレーニングで仕上げを掛けてリンクに黒皮の儘でよろしいが、かなり平らに火造りリンクの鉸孔と釜の蓋の方の孔とは充分叮嚀に合はせ、鉸は水壓鉸鉸機か若くは鐘突き法で直徑

3 吋位の長さ 2 間もある位の丸棒を水平に釣り下げて鐘突きの撞木の仕掛けで鉋打ちをする。然らずして唯のハンマーで手で絞めても到底 1 吋 $\frac{1}{2}$ 位の太い鉋はすわるものではない。孔の内に於て充分鉋が太らなくては此の工作法は効能がないのである。水圧機を以て絞めればすわるけれ共到底此の鐘突きの有効なものにはかなはぬ。

土を掘る又は硬鋼板を胴體に鉋着する、此の鋼も靱性ある硬鋼でマンガニース鋼は最も適當であるが尙ほ經費を省かうとするには普通の道具鋼位の程度でもよい。併し岩石の破片でも漂へる時にはこんな安鋼では 1 月と持たぬ。破れてしまふ。刃尖が潰れる、曲る、殆ど目茶々々に破れるのでマンガニース鋼か若くはニッケル鋼を用ひなくてはならないが、可成り高價なもので時價 1 貫目外國製のマンガニース鋼で 3~4 圓内地製で 5 圓(品質は外國製優秀)もするから多量に用ふるには一寸考へなければならぬ。私は上の特殊鋼の代用として軟鐵表面炭素焼が最も適當と信ずる。此の性質に就ての研究はビンの處へ行つて述べる積りである。

茲に注意し度いのは刃即ち俗に口金(バケット・リップ・リップとは唇と云ふ事)と、胴と鉋鉋するとき鉋頭を饅頭クワガネに(スナップ・ヘッド)すると土を掘る邪魔になる抵抗が多いと云ふ懸念からして能々皿頭(サンク・ヘッド)にするか潰ぶし頭(ビード・ヘッド)にする設計を往々見掛けるが此れは餘計な心配で且つ有害なる設計である。土を掘る時の蠻力たるや鉋頭の抵抗位殆ど問題にならぬ。皿であらうが饅頭であらうが殆ど變りはないと言つて差支へない。然るにリップを取替へようとするとき皿であると鉋を切るのに一本一本錐でもみ取るかタガネで皿をすき取つてから鉋を抜かねばならぬ、大層手間がかかる。饅頭だと横からヘシを當て、大ハンマーで打つて切り飛ばしてすぐ鉋が抜ける。又酸素アセチレン吹管で鉋頭を切つても容易である。工作費も大影響があるので饅頭の方がよい。であるからせめて外面に向いた方丈けは是非饅頭にして内面は土を吐き出し易い爲めに潰ぶし頭にするのが最良の設計であらうと信ずる。

バケット・リンクとリップとの傾斜勾配は概略 50 度乃至 60 度にする。之れはラダーを 45 度に降した際リップが水平より少し持ち上がつて居る位を程度とするからである。

バケットの動くのは 1 分間 15 乃至 20 位を適當とする。即ち 1 分間にバケットが 15 個乃至 20 個だけ一點を通過すればよいので之れ以上遅いのは掘るのには差支へ

ないが浚漂能力が減する許りであるが餘り早いと水底の障害物に出會ふときひどい破損を起すのと、又トップ・タンブラルで引つくり返へされる時盛つた土が充分シュートの方に 出切らぬ 内にウエルの方に來て落ちる。土には粘着力があるのでバケットを倒さにして相當の時間を置かぬときは土が離れて脱出しない。其の内にバケットは進んでウエルの側に來てしまふからそこで落ちて何にもならぬ。折角掘り上げた土を又元の水底に落すことになるので餘り早いのもいかにぬ。土の粘質か否かによつても大分相違はあるが、普通15乃至20位として設計するのである。

處で浚漂能力と言ふものは一時間にバケットの掘り上げる量を言ふのであるから假にバケットが6立方尺の容積を有するものとすれば1分間に15杯のバケットは90立方尺となる。1時間には5,400立方尺と云ふ勘定になる。1坪は6尺立方で216立方尺だから之れで5,400を割れば25坪と云ふ數が出る 1日10時間正味運轉すれば250坪の土を掘り上げる譯であるが、實は仲々さうは參らぬもので、一日朝から晩迄どのバケットも皆山盛り宛土を掘らぬ。水底の様子はわからぬので山もあり谷もあり時としては盛り切れぬ位山盛りに掘り上げ、或るときは空の水ばかり汲んで揚つて來る。船長の上手下手が非常な影響を及ぼすもので上手なのは餘り多く空のバケットを揚げない。そこで山盛りと中位と空とで凡そ平均の8割位と見れば25坪の8掛けで正味20坪となる。

であるから一言にして浚漂船の能力1時間何坪掘とか10時間何坪掘とか言ふても甚だ漠然としたものであつて正味どうあつても10時間に何百坪揚げねばならぬと云ふなら、今述べた様に7掛けか8掛けかの割合でバケットを大きく作らねばならぬ、即ち正味1時間20坪の能力にし度と云ふなら前の勘定で25坪か30坪の計算を立て々置かぬと設計よりは必ず能力を減するものである。之れが最も必要な條項で設計の根本となるのであつて、今茲に海底の浚漂何十萬坪を何年間に揚げねばならぬと云ふ基本要件に因つて之に應ずる浚漂船を設計するには此のバケットの容積の勘定が第一の素となるのである。

併し普通にはそんな船長の技倆などと云ふ不定な條件を考へて設計はせぬ。何立方尺のバケットが20廻つて1分間何立方尺 1日10時間には何坪と出して簡單に能力をきめてしまふ。正味山盛り宛無駄なしに掘れば斯の如き能力があると云ふに止るので實地作業に當つては天候の良否とか修繕故障の爲めの休役とか土受船の

配給の都合とか其他種々の事情に制せられて能力は減する許りである。

1箇年の内で正味365日は運轉するものではない。天候の悪い日と機械の故障とで普通は1箇年間の作業日は凡200日位に減するそれに加ふるに種々な事故で1日の内にも10時間は運轉出来ないで6時間位と見なければならぬ。土受船の來るのを待つて居る。即ち能力は減る。又曳船の故障で土受船の配給がうまく行かぬとか、土が思ふ様に排出せないので捨場で手間取つて歸る時間が遅くなるなどの爲めに所謂200坪なる能力の浚渫船なら150坪が精々の處であらう。400坪なら300坪若はそれ以下となる。能力の大きな程此の減する率は大きくなる。

海底の土砂は測量して出した勘定よりも掘り揚げると1割位は増量する、之を出坪と言つて出坪で計算を採らぬと實地設計と勘定が合はぬことになる。測量の土量は元坪と言つて土砂が締つて居るが掘り起すとふくれ出すからである。又掘つた跡を測量して出した坪を跡坪と言ふて之れで何坪掘つたか勘定することもあるが之れは大體餘り當てにならぬので潮流等の爲めに埋まるかも知れぬ。是等の事は餘り關係がないから止める。

要するに浚渫船の實際掘り揚げた土の量を測つて其の能力を知らんとすることは極めて困難な仕事で假令へ土受船の運搬回數を知つた處で何坪積んだかは目測に過ぎぬのであつて、米を斛で量つてトボをかけて何斗何升と云ふ程精確には行かぬ。土受船のホッパーに7分目位積むのもあるし8分目若しくは盛澤山にてこてと積む時もある此れを目分量で1隻凡何坪と定めて基礎に置き之れから種々な計算を出すのであるから概數しか分らぬこととなる。故に前述べた通りバケツトに絶えず山盛りに掘るものとしての基礎から割り出した數に7掛けか8掛け位にして置くより外に致方がない。此れは餘り實地には必要もないので設計計畫には皆大きな割掛けをして置くので差支へはない。

今假に或る港の底を浚渫しやうと計畫する。測量の結果50,000坪と出たとすると之れを3箇年間に仕上げるにはどの位の浚渫船が何隻入用かと計算して見るに

$$50,000 + \frac{50,000}{10} = 55,000 \quad 55,000 \div 3 = 18,333 \text{ 假りに } 18,500 \text{ とす}$$

浚渫船一箇年に200日就役とする

$$18,500 \div 200 = 92$$

1日10時間に92坪掘らねばならぬ。即ち100坪掘る能力あるもの1隻で足りるが

今言た計算でバケットの容積を出せば約3立方尺の小なるものでよい譯である。併し3箇年に是非共仕上げねばならぬ此の期限は絶対に延せばぬと云ふ注文なら150坪を採らなければ失敗する。即ち4立方尺位の容積に設計して丁度1日90乃至100坪位出る。之れは正味出る勘定である。若し3箇年に500,000坪即ち前例の10倍の土量を浚へる計畫があるとするればバケットの容積は45立方尺の大きさを要することとなる。10時間1,500坪を揚げる浚渌船が入用と言ふ譯だが、斯んなのは日本には未だ使ふて居らぬ。外國にはある米國には随分ある1バケットの内に大の男が10人も入り得る位の恐ろしい大型のもあるがこんなものを使用することは考へものである。其れ相應に凡ての部分が皆大きくて重量も多い。之れを修繕する際には容易に取扱ひ得る設備が完成して居らぬときは修理に非常に日數が多くかゝり1箇年の体役日數が増しては能力がずつと減する。それよりも12立方尺位のを4隻即ち48立方尺の能力を有せしめた方が遙かに得策である。

船の運轉經費としては船員給料と石炭費其他雜消耗費であるが此の内大部分を占むる船員給と云ふものは就役体役に係はらず支出せねばならぬ性質のものであるから、之れを極力節減の方法を講せねばならぬ。夫れには凡ての機構を便利に取扱ひ得る様に設計して船員の勞力を省き例へば20人の人手が必要ならば15人で成し遂げ得る様に設備の方を完備させねばならぬ。然るに船の數が増す程船員は増加する10時間1,500坪掘の船とすれば少くともデッキと機關室と合して40人を要するであらう。汽機汽罐も大型になる程1馬力當りの石炭消費量は減するから經濟である。又一方に於て10時間400坪掘の船は、1隻につき15人位を要する4隻で60人となる。人數は前の一倍半になる。石炭も大型1隻とでは約1と2位の比例になるから之れも隻數を多くする程不經濟の勘定だ。然し實際に於ては此の方面のみを以て利害を打算することは出来ぬ大型1隻が体役するに之れに附隨する曳船とか土運船とか或は又捨土を埋立に利用する場合にはポンプ船とかの凡ての機關が全部ストップしてしまふ。其の間此等従業員の諸給は皆就役日に掘り揚げた土坪の單價が負擔せねばならぬ。おまけに小型船と大型船と同一程度の損傷でも修理に要する日數は3倍も4倍も多くなる同じバケットを外す作業でも小型なら4人掛つて1時間で出来る處を大型は8人掛かつて3時間を要すると云ふ勘定になる。そんなら4人の3倍も4倍も人數を掛けたら同じく1時間で外づせるだらうと云ふが或る極限された場所にそんなに多く的人數は掛かり得るものでない。

従つて時間を多く要する譯であつて萬事が此の筆法で手間取るから修繕日数が延びるのである。然るに小型船になると手輕に行くのと今一つ大なる利益は4隻の内1隻宛順繰りに休役して居ても残り3隻が作業して居れば全部の機關は停止せぬ1箇年を通じて運轉する日数は比較的多くなるので例へば此の能力であつても1箇年の殆ど全日数は作業が出来ると云ふことは非常な利益である殊に海上平穩な期節に於て1箇年の仕事を成さんとする場合などは其の好時期に故障を起し休役しつゝ海上の荒れる時期になつて修繕完成することも何にもならぬ。大型であつて見れば仲々1箇年の量の就役日数は得られぬものであるが小型4隻の内のべつに1隻宛修繕に廻ると云ふが如きことはない。即ち全能力の量と見ることは餘程内輪の計算であるから其の兩方の比較は非常の差を生ずるのである。故に私は上の如き計畫を實行する場合には小型で多數の船を建造する方針を採ることを勧め度い。併も小型と云ふてもそこに或る程度があつて修繕設備の規模と相見合つて相當な能力のものを選ばなければならぬのは勿論の話で、前の例で見ても10時間1,500坪のもの1隻の代りに100坪のもの15隻を採ることは却つて又不經濟になることを考へなければならぬ。

鑄鋼製バケットの設計が最も宜しいと前に述べた。其の肉の厚さは100坪から200坪位の處なら4分乃至5分でもよしい400坪から500坪位なら5分5厘乃至6分600坪以上800坪位なら7分乃至1時あれば充分である。そしてバケット・リンクの鑄出される脊面の方は胴よりは2分位厚くするがよしい。尚ほよい方法はリンクの根元から漸々勻配形に肉厚を落して來る方が材料の節約と目方の輕くなるのと同時に利いて來る力を分配する最良の方法である。

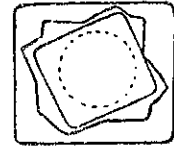
第十三　ピン及びフッシュ

ピンとフッシュは浸漖機構中の主要部分であつて其の形狀寸法材料の研究は最も必要な事である。私は是れに大なる興味を感じたから既往六年間に貧弱ながら研究してみた事を順次述べて見度いと思ふ。ピンの太さは小型船の100坪位では1時2分位でもよしい。200坪位だと2時位400坪で3時内外500坪以上800坪位では4時乃至5時位である。元來此の太さは簡單に力の計算から出すともつと細いもので充分な筈であるがそうすると時々折れるし磨滅面が少い爲めに減りも劇しいので力を受ける面を廣くするため、スキン・ストレスを輕くするため太いものを使

用するのである。今述べた大體の太さと云ふものも計算から割り出したものではなく全く昔からの経験からこんなものになつて居るので到底計算などを當倅め得べき性質のものではないからである。

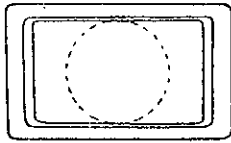
プッシュは少くとも2分の厚は必要で200坪で3分其れ以上4分5分位迄である。

ピンの形狀に就ては種々なのがあるが要するに頭は長方形にしてピンの廻らぬ様にし先端はコッターで抜け出さぬ工夫をすればよろしいのである。頭は正方形よりは長方形を適當とする。何となればバケット・リンクに対しては廻らぬがよいのであるから頭の四角をバケット・リンクの内へ落とし込むのである。然るに正方形であると第五十四圖の如く喰ひ込んで来る。之れはピンの廻轉動を止める爲めの押への頭が小さいに依て生ずる缺點で若し之れを長方形とす



第五十四圖

れば充分樂に止めるから第五十五圖の如く容易に喰ひ込まれない長方形の短邊はピンの太さと同じに設計して置かぬと火造するとき手間が非常に違ふ。短邊とピ



第五十五圖

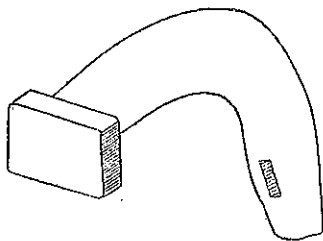
ンの太さと同じであれば火造容易であるが少しでも幅が廣いと火造手間が餘分に掛かる斯くして置けば丸い棒の一方力の掛かる面のみが磨滅する何坪か掘た後にピンを180度廻して又元の如く倅めて置けばピンの表面は最初と同じ事になる其爲めにピンとバ

ケット・リンクとは關係的に廻らぬを宜しとするのである。コッターは成るべく強いのがよい。横の力即ちコッターを押す力は起らぬ筈であるが實際はタンブラルの歪みとバケット・リップに石塊其他の固形體の片た當りする關係で可成りコッターにこたねて来るので小型でも1吋以上の幅は是非必要である小型船に時としてピンの先きに振子を切てナットを倅めたのもあるがこんな設計は無益で斯くの如くせねば抜け出すと言ふのならトップ・タンブラルの軸心線とラダーの中心線と正しく直角をなして居らぬと云ふ證據で缺點あるに因る。さもなければバケット・リンクの左と右のピン孔が正しく一直線になつて居らぬ證據であらう。左右の孔に丸棒を通して見てすつと眞直に通らなければならぬ、若し丸棒が一方の孔から通し込んで行くと他方のピン孔に来て喰ひ違つて通らぬのは落第であつてピンのコッターに横に押し出す力を起す素となるのである。此等の缺點は早く直して置かねばならぬ。

バケット・リンクの上下のピン孔に各丸棒を通して見て二本が併行であつて且つリンクの中心線と直角をなして居るのは正に及第である。

ピン及びブッシュは年中砂を噛んで極めて強力で擦すられるのであるから普通の鐵などでは到底永い壽命は保ち得らるゝものではない。1箇月もすれば全滅してしまふ。そこで炭素鋼に焼入れをして使ふて見るとする。保つのは3箇月位も持つのもあるが時々ピンがぼきつと折れる。ブッシュなら破れる。斯くの如き故障は皆焼入れ過ぎて脆くなつたからである。普通の炭素鋼なら焼入れ過ぎれば必ず靱性を失ふて脆くなる。ピンは軟かくてへる方は我慢も出来るが脆くて折れるのは最も禁物であつて時として向ひ合ふた他方の折れぬ方のピン迄も同時にお附合を喰ふて折れることがあるさうすると慘憺たる損害を來すものでバケットを落さぬ迄もリンクを傷めてしまふ。折れぬ丈けに焼入れを軽くすればすぐ滅つてしまふ。充分赤く焼いて充分冷めた水中に投すればこそ堅くなるが薄赤く焼いて温水に投すれば堅くはならぬ。砂の粒より軟なものにしかならぬ。忽ちへつて細くなるのは當然であるが併し折れはせぬ。

そこで普通に注意して作るにはマンガニース鋼と云ふものを用ふる鋼の成分の中に14/100位のマンガニースと稱する特別の金屬を含んだもので其の性質はピンとブッシュに最も適したものであつて殆ど理想的と言つてもよい。磁石を持つて行ても吸ひ付かぬ特性を有する堅くして靱性があるものが理想的なので正宗の銘刀の様な堅さを有して然かも鐵の兜を切つても刃のこぼれぬと云ふ位な靱性即ち粘ばり強さを有して居れば最も上等なのである。マンガニース鋼と云ふのは軟鋼を爐中に於て熔解する際フェロー・マンガと云ふマンガニースを8割以上も含んだ合成金屬を混じて電氣熔解爐で精練するので12%以上14%も含んだのになる

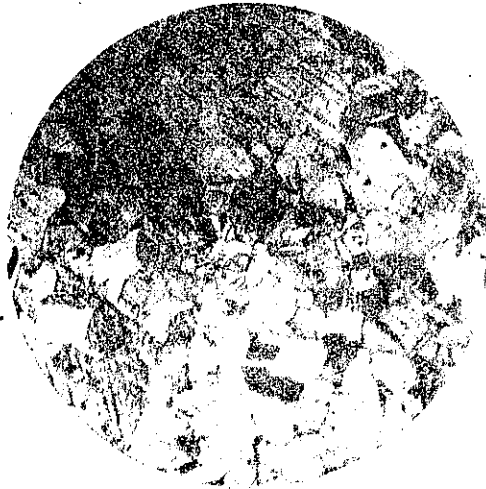


第五十六圖

と奇妙な性質を持て來て焼きを入れると却て少しく軟くなり、鈍ますと堅くなる、鏽もかゝらぬバイトも乗らぬ、高速度メリケン錐を當ても漸く當時位間こむかと思ふ内に錐先が潰れてしまふ、バイトの内でも最も堅しとする所謂風焼きバイト(水でも油でも熔けた鉛でもない、強壓な空氣を吹き付けて焼きを入れる、バイト鋼)より尙ほ一層堅

いステライトと稱するバイトの刃先きを極めて鈍角な掬くひ刃にして旋盤に因

此のマンガニース鋼を削て見るに辛ふじて一と皮むけるが忽ちステークライトの刃尖きが潰れてしまふ事程左様にマンガニース鋼は堅い、堅い故に成形するには火造りより外に致方がない、コッター孔を明けるにしても、頭を角にするにしても凡て火造りで焼いて赤い内にする、焼くのも生焼けは禁物で充分赤く焼かねばならぬ、然も冷めた儘水圧機のスチーム・ハンマーで曲げて見ると第五十六圖に示す如く折れずに曲る、今申した理想的と云ふのは茲なので如何なる劇衝に會ふとも決して折れると云ふ事がない、タンブラルに來て劇衝を受けたり又はタンブラルとリンクとの間に物が噛んでピンが異常なベンディング・ストレスを受けても折れぬ、然も平生の作業には堅くして磨滅せないことが特徴である。尙ほ竊かに考ふるに磨滅に抵抗する性 (Wear resisting property) と云ふものは堅いと申す事許りに比例するのでは無くして分子の粘着力 (Adhesion) にも比例すると同時に分子の密度 (Porosity) にも關係するのではないかと思ふ、砂に磨擦されてへると云ふ事は鋼の分子がむしり取られて行くことで夫れに抵抗するのは粘着力の強いことを要するのではないかと思はれる、又むしり取らるゝ時表面が密であれば分子が容易に起きて來ないかと考へられる。靴の踵にゴムを着ければ堅い革より永く持つのは粘力の多いためであらうか、單に鋼の硬度のみを以て磨滅に抵抗する力に比例するとは思はれない。又單に抗張力のみを以て比例するとも考へられない。



第五十七圖

此の點に就て深く研究して見ることは非常に面白いことであらうと思ふけれども未だ出來ないで居る。讀者諸君の御研究に就て發表を願ふて置き度いと思ふ。

或る英國製のマンガニース鋼の分析を調べて見た處炭素 1.26 マンガニース 12.39 であつて物理検査では鋼の専門の方で申すオーステナイトの組織で顯微鏡で見ると第五十七圖の様に白色の部分が非常に堅い分子なのである、此の炭素とマンガニースの

分量の割合が丁度よく上の如く含まれたる時理想的なもの出來るので、單にマ

ンガニース許りでは堅くはならぬ。

ブリネル硬度計によつて207度位である、此の鋼を鍛造するに際しては元來が堅いものであるから火造りに骨がをれる、住友鑄鋼所に於ける研究を發表したのに依ると鑄放しのものとロール品と鍛造品とに就て次の如くなる

	弾 性 限	破 断 張 力	延 伸 率 2'	C. 1.0—1.0%
鑄 造 品	20—25 T/□"	40—50 T/□"	28—30%	Mn. 11.0—14.0%
ロ ー ル 品	80—33 T/□"	60—70 T/□"	30—40%	P. 0.05以下
鍛 造 品	25—28 T/□"	60—70 T/□"	30—38%	S. 0.10以下
				Si 0.25

(住友鑄鋼所製品の成績發表に依る)

内地では餘り多くの需要がないため各所の製鋼所でも此の特種鋼は多く産出せぬ、主もに在市品は外國製であるが、それにも種々な寸法のもを豊富に持ち合せて居るのではないので適寸のものを探すに仲々得難い、エドガーアレン社で英國製品を在庫して居るのは時々使ふて見て其の優秀なるに信頼した、又獨逸のボーレル社のも使用して見たが之も優秀であつた。未だ外に此の鋼をストックして居る所があるかも知れぬけれど取調べた事はない、外國品は一般に皆優れて居る、むらの無いことは確かである、内地製は能く出来たのは外國製と少しも變らぬ優良品であるが時としてむらがあつて困るけれども此の位の事で内地品を捨てゝはなるまいと思ふ。非常に製鋼技術の困難な此の鋼を内地で努力して作り得るならば保護獎勵して行かねばならぬ。

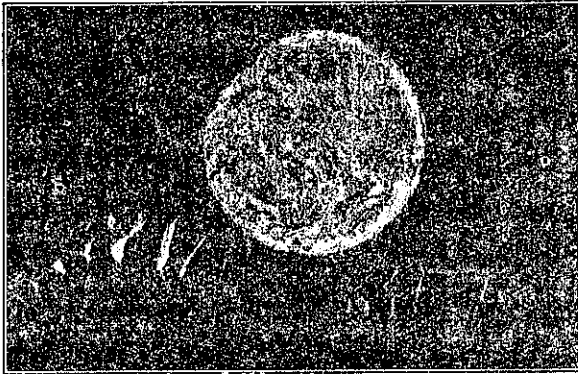
凡てのものが需要によつて製造法が進歩するのであるから此のマンガン鋼も需要さへ多ければ従て外國品と同價に優良品を供給することが出来るであらうが、今の處鑛山用かセメント工場か浸漑船用位の少量では何處の製鋼所も犠牲を拂て研究——外國製と價の競争をなし得る迄——を進むるに躊躇する譯であるが需要者の側から言へば誠に不便困難するので、先づ以て此の特殊鋼の需要の増すことを切に希望するのである。

或る製鋼所では1貫目8圓位どうしてもかゝると云ふ、其の當時外國品は4圓で供給して居た私は其の製鋼所の關係者某氏に外國品と同價では出来ぬものかと尋ねた處遺憾ながら目下の設備では到底競争は出来ぬ、併し國産獎勵の主旨に於て犠牲を拂て外國品と同價で引受けて見やうとて製品を送つて來たが硬さが充分であれば粘さが足らず又粘さの能いのは硬さが足らぬが使用に堪へぬのではな

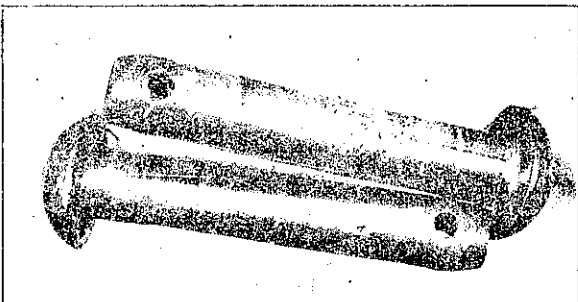
いので程度の話であるから目下浸漑船に使用して試験中である。

曲りは90度位迄行くのは使用して危険はないこれだけ曲れば實際使用上折れる恐はないので浸漑船のピンとブッシュとに造て全バケット及びリンクの約半分に使用し残り半分は炭素焼鋼のを使用し、成績を比較研究して見やうと試みた。

其後各方面に就て製造家を尋ね、又製造家の方から此の研究試験を聞いて見本を持って来て使ふて見て呉れど云ふ所が數箇所あつたので私は大に心強く思ふた、それは名古屋の名古屋電氣製鋼所、鶴見の日本特殊鋼會社、山陰の米子製鋼所、大阪の住友鑄鋼所及金子鑄鋼所、熱田の大同電氣製鋼所等は皆優秀なる品を作るが全部の品質が統一であるかどうかと云ふことと、價格が外國品と同じく製産し得るかと云ふことは永い經驗を積みぬと斷言出來ない、某製鋼所製品で試験した處によつても使用後約1箇年の内に寒中になつて折れるのが出來たり使用始めに折れたりして完全とは申し兼ねる結果を來した場合もある。



第五十八圖 (一)



第五十八圖 (二)

併し上記數多の工場が皆熱心に此種の鋼を産出せんと勉むるのを知て私は浸漑船製造の上に甚だ好都合な事と思ふ、若し讀者諸君が諸君の浸漑船にマンガニース鋼を必要とせらるゝときは今申したる箇所の製鋼所の内何れにか依託さるゝならば相當な品を供給するならんと思ふ、尙ほ他にも特殊鋼の研究所が存在するかも知れぬ。無論あるであらふが私の知り居る範圍だけを記したのである。

マンガニース鋼の代りにケース・ハード ニング鋼—炭素焼—を研究使用して見

たるに之は第五十八圖の寫眞の如く軟鐵の表皮が非常な堅い焼詰め鋼を以て鍍を着せたもので中心は決して折れない粘い軟鐵である。

此の圖の説明は所々白き龜裂を現はして蛇の如き形をしたものはブッシュの内面丈け硬化して試に夫れが延びるか否かを見る爲め丸いブッシュを開いて見た處が硬化した深さ丈けが龜裂して残りの厚みは軟い特性を失はずに平易に延びたのである、之が炭素燒の理想的とする處なのであつて素材を選ぶときに注意しなければ鋼地が普通市場には多いから往々出來上がつてから失敗する、地金の成るべく軟かいのを選ばねばならぬ、品物を作る前に地金の試験を必要とするので必ず地金1本毎に小片を切て燒きを入れて見てそれが曲り得る様でなければならぬ、又樂に鍍が乗る様でなければならぬ。

其のブッシュの上の丸いのは外面丈け硬化したピンの折れ口で周圍の白い處丈けが炭素が多くなつて鋼化したので中心は寫眞に見る如くもくもくしたる荒い軟鐵として殘されたので極めて柔かい。

又2本並べてあるのは同じく炭素燒のピンで約2箇年間使用した後に取外して見た處なので直徑が甚時弱磨滅して居つた。

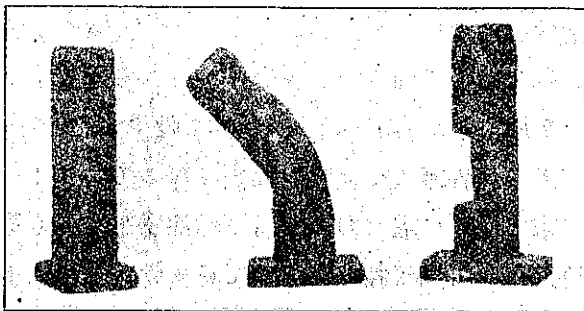
私は始めてピン及びブッシュに炭素燒きを應用したのは大正二年頃からで當時大阪製鋼所と云ふ工場で或る一種の藥を以て良質の炭素燒が出来るが内務省の方で工事に何等か應用の途なきやと尋ねて來たことがある。私は其以前から炭素燒法を磨滅部で猛烈な力を受くる淺濶船の部分に使用して見度いと考へて居つた處なので試に其工場で作つて貰ふて使用して見た。處が始めの内はブッシュが破れて到底使用の見込がなかつた。

リンクに嵌め込む際に破れてしまふのが澤山出來た。使用運轉中にも澤山破れた。其後屢々改良を研究して最後に缺點のないものが得られる迄になつた。其の破れる原因と云ふのが前申した素材を選ぶ時の不注意から生ずるので極めて炭素の少い粘き燒きの入らない軟鐵が得難いので知らずして幾分か燒きの入る位の鋼地が素材に混入して居ると炭素燒を施こして後赤熱して冷水に投ずるとブッシュ全部が燒詰めとなつて粘靱性と云ふのが皆無になり脆い性質になつてしまふ。煎餅の様にぼきぼきと破れるのが出來て使用に堪へぬ、素材さへ注意してよく検査し1本毎に端を少々切り取つて燒入れして見て鍍で擦すつて見て軟かなればよろしい。曲げて見て樂に曲るのはよろしい。澤山の素材の中には上の様な許りは

得がたい。處でどの邊まで我慢して使へるか云ふと焼入れ試験で90度位迄曲つて後ぼきと折れるのは使へる。この位の處まで譲歩しなければ實際市場から集める素材に理想的なものばかり得やうとすることは事實行はれぬからである。其の折れ口を能く鑑定して見る必要がある。分子が餘り細かく白地なのは面白くない。黒味を帯びて荒く筋目立ちて居る様なのはよろしい。斯の如き不確實な様な鑑定法及試験法は頗る非學術的である様だがもつと學問的に言へば炭素含有量何パーセント硅素何パーセント何々何々抗張力1平方吋何噸以下延伸標點何時に付て何十パーセント云々と書いて見た處で僅の使用量に對して手數のかゝつた分析だのテストだのは出来るものでなし又何處でも出来ると云ふ譯には行かぬ。手取り早く隨所で行へる試験法でなくては役に立たぬ。そこで今述べた簡單なる試験法を施して素材を決定し炭素焼を施せば間違ひはない。そこで大阪製鋼所の製品が追々よくなつて來て信頼するに足るのを見たから私は或る浚漂船のピンに使用して同じ期間マンガニース鋼との硬度を試験して見た處次の様な成績を得た。

	元の直徑	一萬六千坪 浚漂後の徑	磨 滅
炭 素 焼(燒詰)	$1\frac{15}{16}$ "	$1\frac{14}{16}$ "	$\frac{1}{16}$ "
マンガンニース鋼	$1\frac{15}{16}$ "	$1\frac{13}{16}$ "	$\frac{2}{8}$ "
普通 の 甘 鋼 (薄 燒 入)	$1\frac{15}{16}$ "	$1\frac{3}{8}$ "	$\frac{6}{19}$ "

約16,000坪掘る間に磨滅の程度は炭素焼が最も少い。マンガニース鋼より少い此の筆法で行くと炭素鋼の深は約1分として48,000坪迄は持ちこたわる勘定でピンは磨滅した面を反對に振り向けて又略同じ壽命を持つから結局90,000坪位掘つて始めて廢品になる。



第五十九圖

第五十九圖の寫眞は上の試験に供したピンで一番ひどくへつて居るのは軟かな鋼(少々焼きの入る併し充分堅くはならぬ甘ま鋼)真中がマンガニース鋼次ぎが炭素焼きの分で同じ浚漂船に同時に使用し

たのである。

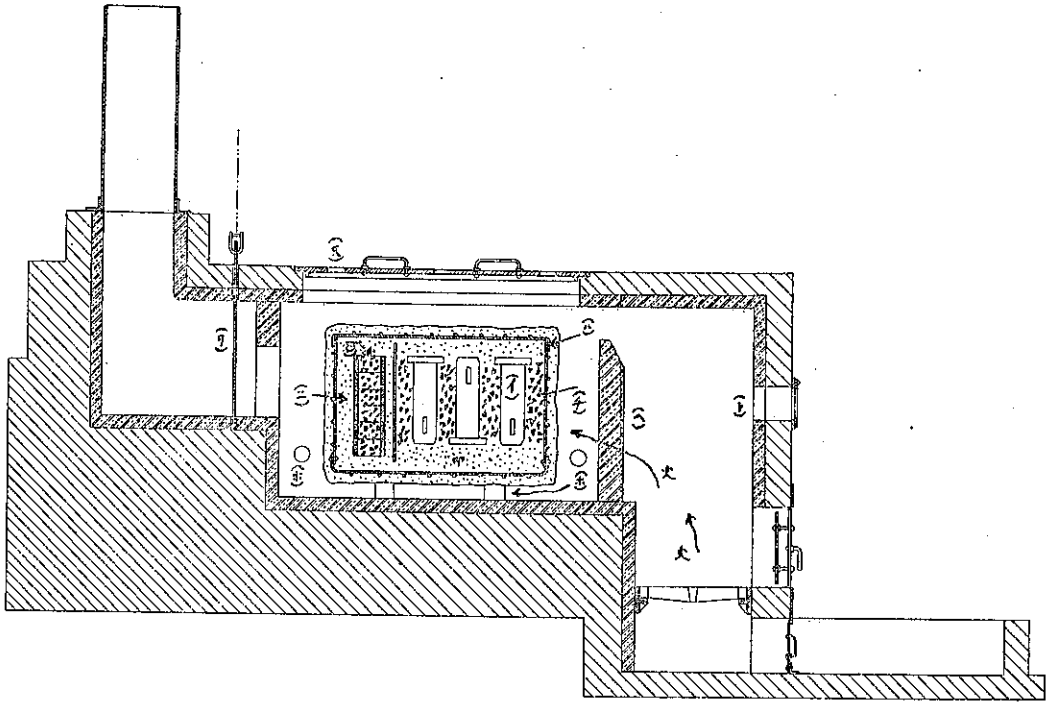
マンガニースの鋼の分は取外づしてから試みに冷めた儘曲げて見て粘さを検査した故に寫眞の如く曲つて居るマンガニース鋼は正味真中迄堅いのであるから例へ磨滅しても極度迄使用し得る。愈々使へなくなれば潰してブッシュに作り替へる。又若し浚漂船に大型中型小型と使用して居る場合などには大型のピンの廢物は中形のピンになり其の廢物は小型になると云ふ様に面倒を見て使ふて行けば結局は非常に經濟なものになる譯である。

マンガニース鋼の適寸なのが常に得易くないのと適寸ならずともストックが全然切れることとで私は炭素焼きを代用して色々と試験して見たのである。前に述べた如き軟鐵を以て種々なピン及ブッシュを作つて應用して見るに常に折れぬことに於て安心して使へる。

炭素焼きをする所謂給炭材は何に因らず昔からの經驗で動物質の炭であればよいとしたものである、即ち鶏骨鶏毛牛皮牛骨などを蒸し焼きにするか或は生の儘のを以て鐵を包んで鐵板の箱に納め8時間以上10何時間の間白熱すればよいのであるが、其給炭材としてアルフレッド・ハーパート會社が英國から輸入して來るイターナイトと名づけらるゝ炭は誠に能く目的に適したもので原料は何か分らぬが消し炭の様な少々濕りのあるもので之を使用して焼くと8時間で1分位容易に炭素が浸入する。太いものでも14時間も焼けば充分である。素材を能く吟味して火造り其のイターナイトの炭で充分包み若し軟化することを欲せざる部分があるなら耐火粘土で包むか砂を充たすかして置けば自由自在に思ふ處が硬化せらる。

第六十圖に示した如く簡単な爐を築き石炭の熱を以てすれば何處でも出來ることゝ思ふ。

(イ)はピン (ロ)はブッシュ (ハ)は鐵箱にして外から針金を巻き耐火粘土を以て目塗りし空氣の流通を防ぐと同時に鐵箱の熔解を防ぐ。空氣が箱内に流通すると給炭材は燃えて消耗が多い。(ニ)は乾燥した砂で硬化を要せざる表面に充たして置く。(ホ) (ホ) (ト) (ヌ)は覗き孔にして火力が充分であるや否やを検査すると同時に電熱計があれば挿入して熱度を檢する孔。(ヘ)は耐火煉瓦の壁で上端及び左右側に爐壁と隙きを作り火を通し鐵箱の前面と後面と熱度を一定にさす爲めに設くる仕切り壁 (チ)は給炭材でブッシュの中も同様。(リ)はダンパーで火力を加減する。



第 六 十 圖

斯くして7時間乃至14時間位攝氏1,000度位の熱を續ける(黄色に焼けねば1,000度にはならぬ赤色では未だ低い)と品物は1分位硬化せられる。之を取出して一旦冷却し更らに木炭を以て赤熱して急に冷水に投じ充分に焼を入れると鑪もタガネも一切受けぬ極めて堅い働作面を得るのである。

其の表面の堅い程度と云へば恐らくマンガニース鋼も匹敵するものではない。マンガニース鋼と云へども良質の風焼きバイトを以て削れば一と皮位むけるものであるが炭素焼鋼の焼詰めとなるとグラインダーで研ぐより外絶対に何も受けぬのであるから硬いと云へば最硬の材料である、則ち前に記した試験の如く磨滅の度最も少い所以である。

マンガニース鋼は14%位の含有量を有するものにして高速度ツイスト・ドリルに掛けて揉むと多少の間みを生ずる。そこで見ても硬度は炭素焼が最高でなければならぬ併し硬度計と云ふものは餘り的確に信頼出來ぬ場合がある磨滅面には硬い計ではいかぬ密でなくてはならぬ。

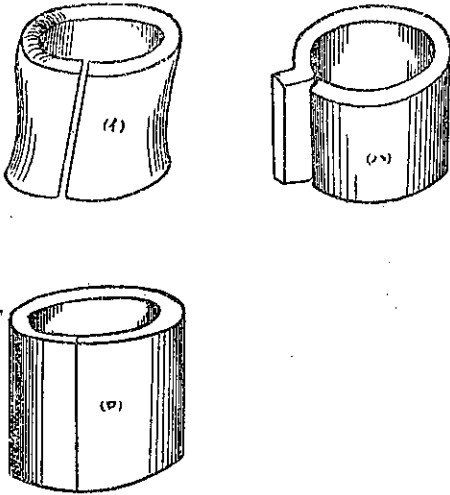
給炭材は前にも述べた通り一酸化炭素瓦斯を發生して之が高熱に因て鐵の分子

に結合して鐵と炭素の固溶體となるのであるから何によらず前の働をするものであればよい。例へば木炭粉に食鹽を混じたものでもよければ又木炭粉に血洩鹽を混せたのもよい。私は或る人から聞いて蠶豆の炭を粉にしたもので焼いて見たら其れでも立派に硬化した。最初蠶豆を罐に入れて密封して火中に置き蠶豆のコー克斯を作り、之を取出して粉末に碎き給炭材として用ひた。時間は凡そ8時間位蒸焼きにして見た處約5厘乃至1分位入つたので給炭材としては餘り六ヶ敷條項は必要ないのである。

炭素焼きの法は學理的に述べると随分長くなるもので原語でシーメンテーションと云つて優に一冊の書物になる位昔から研究されて居るが要領と云へば今述べた簡単な理窟に外ならぬのであるから隨所に試みられ度いと希望する。其熱度に関しても本當にやると電熱計ダイオシメトルを用ひて微細の熱度の差も生せしめぬ様に調節する必要もあらう又爐の構造も瓦斯爐若くは電氣爐又は油爐等を用ひたら熱度の調節も自由に出來やうが現在日本の工業設備の程度で理想的な事を併べ立てた處が是亦實際上の仕事に直接の役に立たぬ。矢張り目下の程度日本國中到る處に於て出來得る簡単な要領を得た法で實際にやつて見るより外致方がない。

そこで爐も反射爐の持合はせがなければ普通の鍛冶屋さんの火床(ホド)でよろしい。ホドの羽口から五寸許り距てた處に孔を掘て鐵棒を3~4本渡し其上に蒸焼きをする前述した鐵箱を安置して箱の周圍3寸位はなして鍛冶屋用の三池粉炭を水で捏て壁を築き上げる。其の高さが箱の上迄來たらアングルでも丸棒でも適宜な橋を渡し木板を架け渡して其の上へ又粉炭の壁を塗る厚さ6吋もあれば充分である。そして全部粉炭で竈を作り一方を明けて其の明いた處を鐵板でふさいで火を入れて6時間乃至12時間位蒸し焼きにすればそれで事は濟むのであつて多少熱度の差とか其他の不正確があつても硬化することは受合である。現に私は反射爐が面倒なときはいつもそれで間に合はして然かも相當に、硬化を得つゝあるからこんな簡単な法はない。之れなら何處でも試み得ると思ふから是非皆さんに一度試みて貰ひ度いと希望する、そしてピン及びプッシュの壽命をなるべく永からしめて取替の手續を省き材料を節減して國損を幾分とも減し度いと云ふ希望に外ならぬ。

給炭材なるものはむづかしいものでないと云つたが若し遠隔邊鄙な土地などで仕事するとき適當な給炭材を得難いならば木炭の粉と食鹽と鋸屑若くは糠を100



第六十一圖

と10と150の割即ち木炭1貫目に付て食鹽100匁鋸屑若くは糠1貫500匁に混せて今云ふた竈ホドで蒸したなら極めて簡単に出来る事と思ふ。

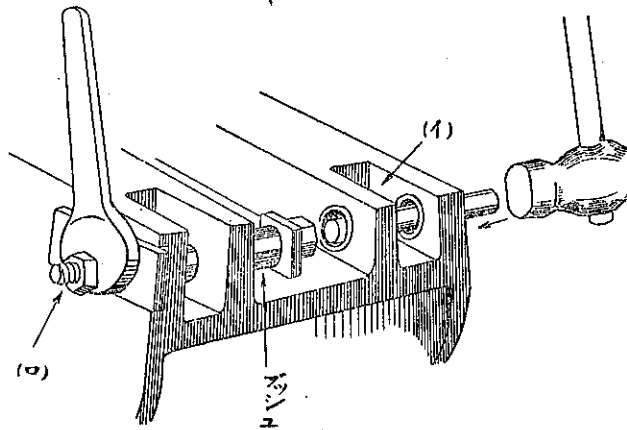
ブッシュの形に付ては唯の環状でよろしいが其れを作る際には手敷でも型へは3度以上打込まねばならぬ平鐵を始めて巻くと第六十一圖の(イ)の如く必ず鼓形に中央がしやくれて角が丸味を持つ之を赤めて心鐵に箵めて叩くと稍表面が平かになる。型に打込む。心鐵を通はす。打ち出して又上下兩コバ

を平らかにし角を出す。(ロ)の如くなる。斯の如くきちんと角を出して直角となし外面を全く圓筒形にしないとリンクに箵めて使用中弛み易い、外径はリンクの孔より3厘位大きなのを大ハンマーで□型（ハ）の當物をして打ち込む。水壓機があれば小さなので5噸中位で15噸大型で25噸位の力で押し込めば容易に弛むものではない。(ハ)の如き型に作ることもあるが之はブッシュが弛んでも廻らぬ仕掛けで茲迄注意すればよろしいが左程大した必要はない。製作には一寸厄介である。

内面硬化したブッシュは焼を入れるとき必ず合せ目が口を開くものである。内面と外面の質が違ふ爲めに外に向ふて張るからである。焼入れする前に強く周圍から押へて置いて其儘焼入れして押へを放すと3厘5厘位口を明く、之は別に差支はないので特別な道具を造つて押へながら打込めばよろしい、尙又バケット・リンクのブッシュを箵めるときは余り打つ事は出来ない。何故なればリンクの孔を敷金の上に乗せることが出来ぬから劇しく打込むと必ずリンクを破つてしまふ、外方の孔は第六十二圖(イ)の間隙へ鐵の矢を嚙まして破れを防ぐ事も出来るが内方のは徑1吋位のボルトで矢を嚙ませて置いて締め込むより外に致方がない即ち(ロ)の如くするのであるが締めながらボルトの頭の方から打撃を加へるとちりちりと入る、若し餘り堅ければブッシュの外面を鑪で丸く摺るがよろしい。斯くの如き場合にはマンガニース鋼のより炭素燒のブッシュは始末が宜い。自由に外径

を摺り減らすことを得るからである。

船に於て此の作業をすることが多いのであるが其船に エメリー・グラインダルの設備があればマンガニースを摺り下ろすことも出来るが若し無いと鑪では摺り下ろす譯には行かぬ、故にマンガニース鋼のブッシュを使用する船には必ずI臺の足踏みグラインダルを備へることを忘れてはならぬ、そしてブッシュは成るべく堅い目に作つてリンク孔が少々大きくなつても差支ない位に外径を大きくして船長に渡して置くべきが本當であつて緩いのは何の役にも立たぬ。外径の大きいのはグラインダルですつて穴に打ち込めば表面が奇麗になつて辻入り込みが宜しい。普通の炭素鋼薄焼入若くは硬鋼其儘のブッシュを使用すれば取替へてから間もなく又取替へなければならぬので外周を砥ぐなどの面倒はして居られぬが炭素焼ブッシュ又はマンガニース鋼ブッシュなら一度替へたら容易にへらぬから多少の面倒をして箆める甲斐がある。



第 六 十 二 圖

バケットの方のブッシュはリンク・ブッシュの様にピンと廻轉することがない。常にピンと接觸して壓力を受けて居るのみであつてピンの頭さへ廻らなければ劇しい摩擦は起らぬものであるからブッシュは左程堅く箆められなくとも抜け出す恐はすくない。又磨滅もリンク・ブッシュの様にヒドい事はない。

ブッシュを巻いた合口は必ずきちんと密接して箆入されてあらねばならぬ。口の開いたを押し込んで矢を嚙ましても暫時は保つけれども連轉中に矢が抜け出す

ことは往々ある。其の施工法は面倒でも始め作るとき正しく合ひ口に隙のない様に合せた際の外径がブッシュ孔に3厘位大きな程度で作らねば本當でない。

合ひ口の開いたのを打込むとも決して充分な接觸壓力は生じない。口が絞ばられて單にブッシュの彈力丈けの力で接觸して居るのであるから忽ち抜けてしまふが弛んで来る。

古い浚渚船でブッシュ孔が全部大小不揃である場合には止むを得ないから合ひ口の隙のあるブッシュを作りブッシュ孔の徑に應じて矢を嚙ますがそれよりは寧ろ瓦斯鍍着を施してブッシュが絞られぬ様に固めて置いて嵌入する方がより多く完全な仕事である。

第十四 操縦装置 (Maneuvering gear)

船體を前後左右に移動せしむる仕掛けを操縦装置と云ふ、工作機械で刃物に送りを掛けると同じ理屈で海底の土砂に向つてバケットと云ふ刃物が順々送りを掛けられて行くので必要の面積と深さを竣工せしむるのである。

バケット船は六挺の錨を入れて船の位置を定める。オモテ錨、オモテ右舷錨、同左舷錨、トモ錨、トモ右舷、トモ左舷、と都合6挺を要するオモテ錨は最大トモ錨は其の次ぎ右左兩舷錨は最も小さい。オモテ錨が最も強く力が掛るので錨鎖も從て太い。長さは大抵船の全長の5倍乃至6倍が普通である。トモ鎖も同様兩舷鎖は4倍もあれば充分である。

オモテ錨の重量 200 坪位掘る船で 800か1,000磅位 400坪で2,000磅位其他は大凡の見當は表に示した位の處である。略大體がバケット船のバウ・アンカーは全寸法の普通船に規定してある錨の5割増位に採て置く方がよろしい。

船ノ能力 坪	オモテ(Bow) #	トモ(Stream) #	サイド(Kedge) #
200	1,000	700	400
400	2,000	1,400	600
600	3,000	2,200	1,000
800	4,000	3,000	1,500

自走船で舳割れの場合はオモテ錨2挺を要し内1挺は荒天非常用として何時でも投錨し得る様にして置いて平素の作業に使用せぬがよろしい。平素の作業に使ふ方でも普通の5割増位を必要とするバケットに送りをかけウインドラスを以て捲込む際タンブラルの掘込馬力に答えて行くには海底の堅い場合に往々錨が曳け

て苦しむものである、又荒天の際は貨物船と違ふて櫓に風を孕むことは恐ろしい位であるから何れにしても舳錨は大きくとる必要がある。舳割れの場合ならばパウと同じものを一挺備へて置くのみでよろしい。

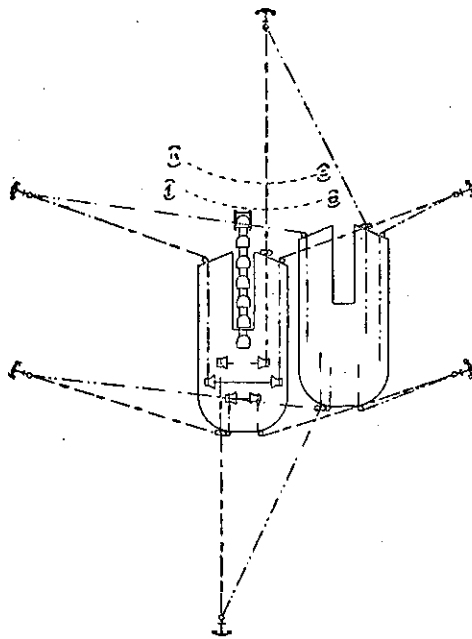
鎖はスタッド・リンクよりはシルト・リンクがよろしい。太さは大きくなり重量も増すがスタッド・リンクであると必ずチン車——ジプシー・ホイール——に依りて巻かねばならぬ、ドラムを以て巻くと1個のリンクが横に寝てドラムの爪に引かれるとき（へ）の字に曲げられるとスタッドは忽ち弛みを生じて飛んで仕舞ふ。飛ばぬ迄も弛みを生じたら何の効力もなくなる、故にすなほに真直ぐチン車の爪で巻き込まねばならぬ。然るに浚渫船は貨物船と違ふて鎖の巻き込み繰り出しは非常に劇しく行はるゝのでチン車の爪は磨滅がひどい。元來チン車は柔い材料即ち銑鐵位で造る方がチンを傷めないでよいとしたものである位でチン車は減る方がよいのであるが、少々磨滅して來てすべると直ちに取替へするには餘りに面倒が多いチン車の爪は餘り數多いのは具合がわるいので6個か8個位にすると此の少數の爪が數多いチエン・リンクに對して何回となく當たるから磨滅し従て多くなる譯でスリップを起し易い。又鎖一筋毎にエンド・リング及シャックルが來てスリップを起し易いから寧ろドラムにしてチエンのピッチにもシャックルにも何にも關係なしに巻ける装置の方がよろしい。ドラムにすればシルト・リンクでなくては具合がわるいので浚渫船には大抵上の鎖を用ふる。

ポンプ船の方であると櫓もないし普通の船と異りがなく、且つ左程劇しく兩舷に振らせることもなく首尾兩錨鎖を極めて徐々に巻くのみであるから普通船の通りにチン車付きのウインドラスで少しも差支はない。

鎖は長いのがよい。一度投錨して位置を定めたら成るべく其儘仕事を繼續して行き度い。鎖が短いときは屢々錨の入れ替へをせねばならぬ、又鎖の長いと云ふ事はバケット 刃に來る異常抵抗を緩和することを得る。それは鎖は重いので常に垂れて居る所謂ガテナリー曲線であつて居る。それで適當の力で船體を引き付けてバケットに送りをかけて居る處が石か杭でもあつてバケットの刃が進み得ないときは其儘船は停止する。鎖はづしづし機械で捲き込まれて居るにも係らず何故に船は停止するかと云へば鎖のたるみが張られてピンときいて來る。それだけ鎖は強く船體を引付けるけれども異常抵抗の來た瞬間は一時之を緩める作用をする其時非常に鎖が緊張したときは直ちに船長に因で發見されるしウインドラスの

廻轉が自然にスローになるのですぐわかるから捲き込みを止めるのでバケットは障害を免かれると云ふ順序になるからたるみは可成り多くして差支へない。尤も長い鎖には途中二、三個の浮きを着けて鎖が海底に觸れずに中段に釣られて居る様にせないと船體の移動に連れてうまく方向を變じない。

第六十三圖に見る如く始めに浚渌をやり出すときはオモテ錨の鎖は延ばせる丈け出して錨を入れ、兩舷のサイド・アンカーは各錨鎖のある丈けの半分宛の位置に入れ、トモ錨は極めて短かく船に接近して入れて置く。サイド・アンカーは餘



第六十三圖

り遠く出してはいかぬ船を左右に多く振らせぬ爲めには遠い方がよいが遠ければ遠い程鎖は水平に近く張る即ち船の舷側では水面に近かく張られる部分が長くなる。さうすると曳船が土運船を曳いて来て浚渌船近處で放すときに浚渌船と併行の向きに持て来て勢でやり放すと必ず船底をサイド・チェーンで摩擦する。サイド・チェーンが深く沈んで居れば問題にならぬが水面近くにあると土運船の船底及船腹を傷める。故に之は餘り遠くに投錨しない方がよろしい。

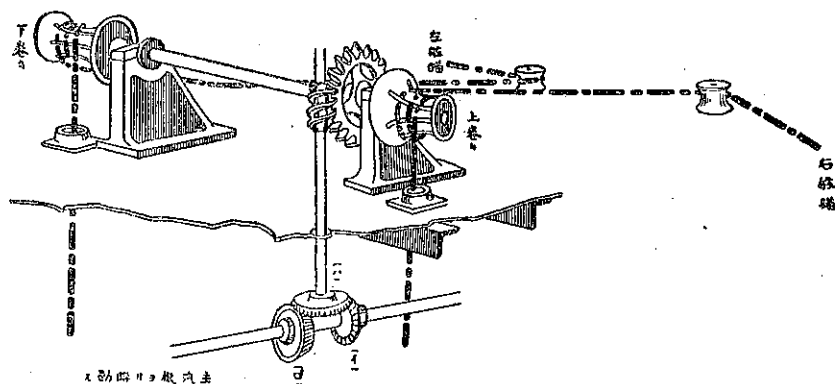
トモ錨の鎖は必ずしもオモテ鎖の伸縮と伴なはない。オモテが一定の

長さに保たれて左右に船を振らせるときに於て最右端又は最左端に寄つた場合トモ鎖は少しく延ばされないと張りが強くなり過ぎる、第六十三圖のトモ鎖を見る通り圓弧を以て船が進む丈けトモがきいて来る。然るにオモテ鎖のドラム軸と同じ軸にトモのドラムが装置されてあるときはオモテを捲かぬ以上はトモは自然に延びぬから船夫に因てトモ鎖のたれ込みを引き揚げてドラムの捲き付きを弛め鎖を繰り出してやらねばならぬ。其他浚渌中に於てもバケットの抵抗の加減に依てオモテ鎖の伸縮と一致せぬ場合が起る。潮流の影響、川の流速の影響、干満の加減等でトモは不必要に緊張したりたるんだりする。故にトモ鎖はオモテと同一軸に

捲くことなしに獨立の小ウインドラスをトモに据付てオモチ鎖のドラムとは無關係に操縦せしむる方が作業が樂に行く。勿論船夫は一名專屬に付けて置かねばならぬ。

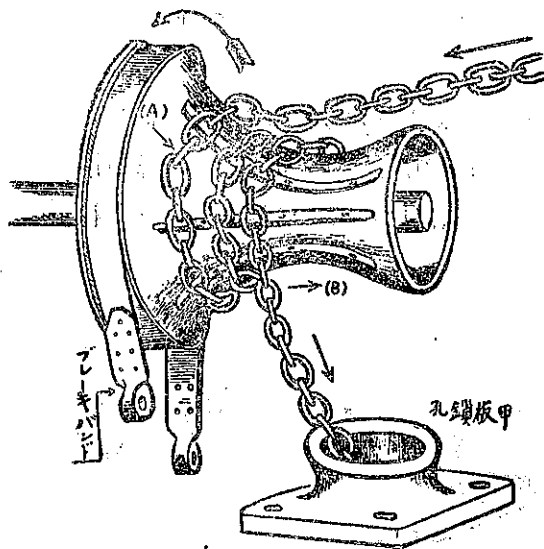
圖で現はした---線は投錨中央の位置で左舷から右舷に向つて掘るとすれば右舷を捲いて左舷を弛めれば---線の様に船は右に寄つて来る。即ち①から②迄オモチ錨を中心とした圓弧を畫き、次にオモチを適宜に捲て②から③迄一步進んで左舷に向つて③から④迄掘る順々に一步宛進んで行つて最後にオモチ錨が愈々短かくて左右に振れぬ且つサイド・アンカーが船の後方に残される様になる迄掘り進んで行くのである。オモチ錨の捲き込み程度は土質に因て色々に加減をせねばならぬ。堅い程少くする軟かい程多くする。そしてバケツは成るべく向ふに山を澤山持たせる様にラダーを深く卸す程有効に土を盛り上げて来る。つまり土手を崩すのに10尺の土手の下からスコップで掘り始めると高さ4尺位掘つても上の6尺は自然に崩れて落ちて来る様なもので、バケツを下から下からと入れると上の山が崩れて来て凡てのバケツが連続して山盛りの土を揚げて来る即ち能率が高くなると云ふ利益があるが時として大山が崩れてバケツが埋没して動かなくなることもある。

サイド・チェンを澤山捲かすに且つラダーを上げたり下げたりすること無しにバケツにいつも山盛りに土砂を揚げて来るのが船長の妙技なので譯の無い様なものの少くとも10年位是の道で苦勞せぬと如何なる場合に當てもうまく行かぬものである。



第六十四圖

小型船は普通生汽機から一本の軸を聯動させて第六十四圖に示す如き反轉機構を備へしめ甲板上のチエン・ドラム若しくはチエン車を廻はすのである。チエン・ドラムと云ふのは鼓形の銑鐵製捲胴で6本の鋼製爪を附したものである。此のチエン・ドラムの形がうまく設計してないと必ず鎖が捲かるゝ間に重なつて操縦に非常な困難を來すものである。要するに鼓の絞りが急な方が具合よろしいので緩いのは鎖が重なり易い。若し緩いときは恰も丸太に繩を捲いて行くと同様に一と巻毎に繩の太さ宛寄つて行くのが道理であるから、遂には鎖はドラムの最端に來るべき筈であるが急勾配を登るから少し宛太い處へ巻き登ぼつたのが細い處へすべり落ちる。それでいつも同じ處で巻くことを得る譯であるのに勾配がゆるい爲めに迂り落ちずして居る内に次から次から鎖は巻き込まれるので其の迂り落ちずに巻かれてある鎖の上に二重に巻かれることになるそうすると尾の方が甲板鎖孔にするするとほどけて入り得ない。二重巻きの鎖の爲めに押へられる今度は反對に尾の方が逆巻きに巻き付いて來ると云ふまづい結果になるのは皆此の鼓胴の絞りがわるいから起る失敗なので極めて簡単なことであつて淺瀬



第六十五圖

船の能力に非常な影響を興へるのは常に此のドラムの具合一つである。具合の悪い設計になると1人宛水夫が付いて居て常に二重巻きにならぬ様に注意してハンマーで鎖を叩いては胴の細い方へ鎖を打ち卸ろして居らねばならぬ。之がうまく曲線の出來て居るのは何等の注意を要せずして自然にするすると鎖を巻き取り鎖孔に送り込む作用をする一に設計の巧拙にある。

上のドラムの曲線が鎖を迂らせるのは鎖の張力とドラム對鎖間の摩擦抵抗力との關係の微妙な釣り合であるがむづかしい解説を試みる程の必要もないが要は絞りを急にして鎖孔を成るべく鎖を胴の細い方へ引き付ける様な位置に設けるとの二つの條件を満足させれば大抵

は失敗せぬ、即ち第六十五圖の方針で行けばよろしい。

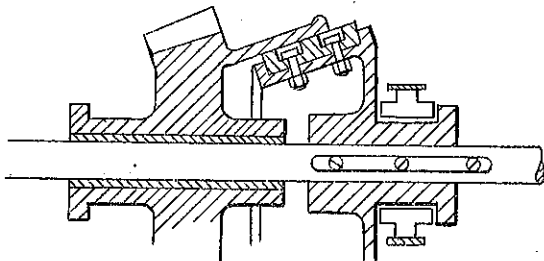
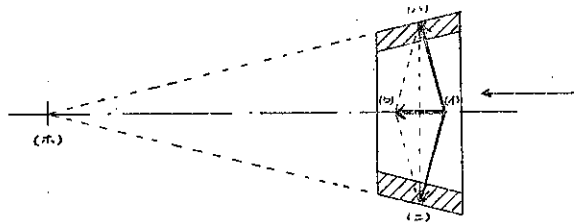
チェンが六本も張られてウインドラス・ドラムが澤山設けられてある 渡瀬船なるものは此のチェン・ドラムの注意深き設計と云ふことは非常に大切なことで能率に大影響することを忘れてはならぬ。

第六十五圖のドラムで矢羽根の向に巻き込むとすればチェン・ポート（甲板鎖孔）は(B)の矢印に鎖を引き付けて細い胴に送り落ちさせるべく成るべく右に在つて欲しい。鎖の甲板下に納まる箱チェン・バックと稱ふる箱迄が6尺以上あると其の垂下した重量で鎖を引き寄せる傾向を生ずるそこへ持て来てドラムの勾配が急になつて居ると急な坂へは登り兼ねて如何に鎖に張力が働かうとも(A)の矢印の向きに送り落すので順繰りに巻き取られるのであるが前記した様に勾配の緩いのは中央の一巻きが送らぬ内に其の上へ押しかぶさつて後の巻き込みがのし揚がつて二重巻きになりチェン・ポートから逆に引張り出して来る様な始末となるので誠に具合のわるいものである。往々私は此のまづい設計のドラムで苦しんで居る船を見るから特に蛇足を加へた譯である。又餘り巻き込みの方にのみ右の原理を應用し過ぎて巻きもどしの方にも考へて置かぬときは鎖を延ばして繰り出す際に同様の失敗が起きる。即ち繰り出しのときは鎖の尾の方が胴の太い處へ巻き上がつて来る其の時チェン・ポートが餘り胴の太い方に近かより過ぎて居ると繰り出された鎖が胴の細い處に落ちないで二重巻きとなるもので巻き出繰り込み兩方の爲めに位置を考へて適當に定むるを要する。チェン・ポートは餘り大きくしてはならぬ鎖の太さの二倍あれば充分である。又ポルト金物の位置は最初から本取付けせずに凡その見當で孔を甲板に明けて置いて實地巻き込み繰り出しをやつて見て最も適當な位置を見出してから最後に本取付けする方が一番簡単にうまく行く様で設計圖で考へても容易に最好位置はわからぬものである。

第六十四圖に戻つて右舷鎖と左舷鎖と一本の心棒の兩端のドラムに巻かすることは便利な設計であつて右舷が上巻きなら左舷は下巻きにすれば同一廻轉で一方は巻き込み一方は巻き出すことになる。そこで主汽機から聯動させた軸は常に一方の向きにしか廻轉して居らぬから(イ)と(ロ)のベベル・ホイールを付けて各其等の背中にフリクション・コーン・クラッチを付けて置いて(イ)が軸と聯動するときは(ロ)は外づれて空轉する様に仕掛けるのである。そうすると(イ)に聯動したとき(ロ)に聯動したときで(ハ)の堅軸は全く反對の廻轉をするからウォーム

の反轉に因てウオーム・ホイールは右廻り左廻り自由自在で即ちチェン・ドラムは右舷を巻いて左舷を延ばしたり左舷を巻いて右舷を延ばしたり操縦自在な譯である。此の(イ)(ロ)を掛け外づしする桿を甲板上の船長が扱ふ様にハンドルを装置して置くのである。若し廻轉を止めて何れも巻かせまいとすれば(イ)も(ロ)も心棒を聯動を外づし心棒丈け廻つて車はストップさせて置くのである。

茲で何故にウオーム及びウオーム・ホイール機構を用ふるかと言ふと鎖の爲めにドラムは強く引き張られて逆に戻らふとする傾向がある。則ちドラムが起動して鎖を巻くと反對に鎖が引張てドラムを逆に廻さうとする力を生ずるそれは船體に受ける風力潮力及びバケツトに起る反動力其他土運船の接觸によりて生ずる船體の移動力等によりて鎖は強く張りがきいて來る。其の際にドラムの軸にブレーキでもないと勝手に廻り始めて船の位置は忽ち狂ふ。そこでブレーキをかけることなしにいつでも任意の位置でドラムを固定させて置かうと云ふにはウオーム仕掛けに限るので、普通の齒車聯動であると鎖が起動になつてドラムは着いて廻るので危険が生ずる。普通のスチーム・ウインドラスであると齒車のみでドラムを廻すのであるから任意の位置に其儘止めて置かうとすれば、必ずブレーキを締



第六十六圖

めて置く其の不便をなくして同時に何時でも運轉を開始することを得せしむる爲め上の如き装置には必ずウオーム・ギアを應用するのである。

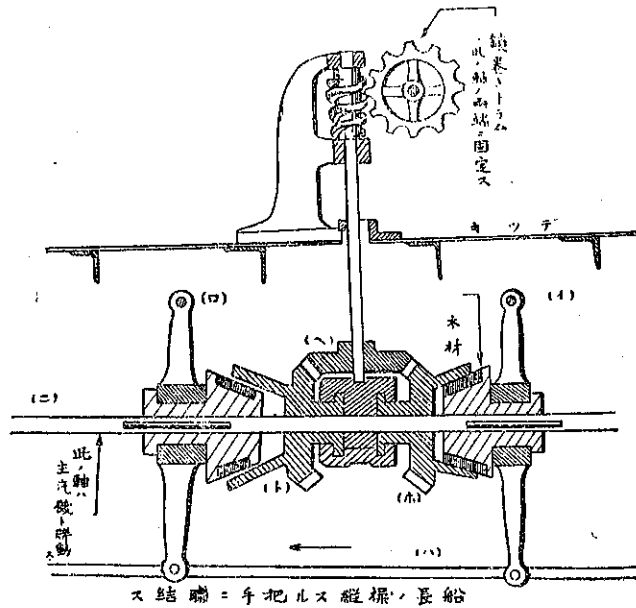
200 坪以下の小型船であるとコーン・クラッチの直徑は9吋乃至12吋位でコーンを木製となしベベルの背中の反對コーン(俗に腕と云ふ)に俵めて置く此の詳細の構造は第六十六圖に示す

如くコーンの腕に吸ひ付く力で運動を傳へるのであるから抵抗が強くなると時として回る上りが多くなると摩擦で焼けて來るコーンの木材が黒焦げとなることも

ある。

コーンが腕に吸ひ付いて聯動する理窟は第六十七圖に説明する通りの力學的特性に基くのであつて機構としては極めて簡單にして要を得て居るうまいメカニズムと言はねばならぬ。

即ち(ニ)軸は汽機と常に聯動して廻つて居る(イ)(ロ)の中心は船體に固定されてある。船長は甲板上で把手を動すと(ハ)の棒が力を傳へて來て矢印の向にレバーを動かすと(ロ)のコーンは外づれ(イ)が啣むでコーンの廻轉は(ホ)

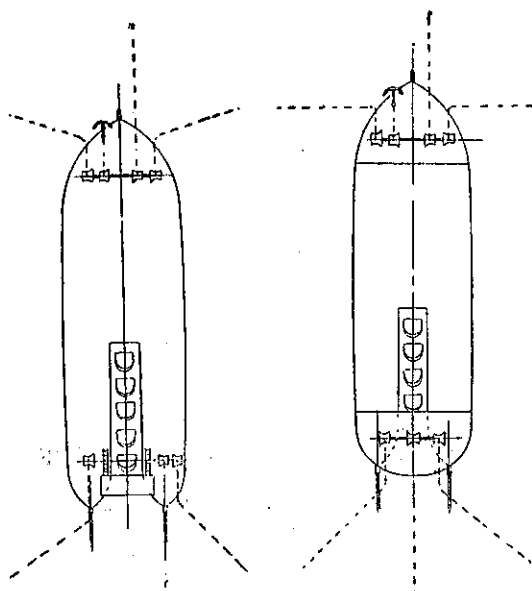


第 六 十 七 圖

のベベル・ホイールに傳はり(ハ)のベベルを廻して堅軸が廻りウォームがドラム・シャフトを運轉すると云ふ方法である。此時(ロ)のコーンと(ト)のベベルとは反對に廻るが縁が切れて居るので何等差支は起らぬ(ニ)軸にはキーが植ねてあつてコーンは自由にキーと交るが軸と別々に廻ることは出来ない。普通の植込みスツピルで叮嚀に合はせてビス2本位で軸に固定して置けば決して弛む恐はない。

コーンと腕とが吸ひ付いて離れないときはクラッチを外すと腕と共にベベルが齒の噛み合ひから外づれて來る傾を生ずる。其れを防止する爲めにベベルの裏にリング・カラーを鑄出して第六十七圖の如くキャップを押へて置く此の方法が最も

よいと思ふ普通のやり方で行けば腕を軸に箆めて手元に戻らぬ爲め腕とコーンの間にストップ・カラーを押し振子で止めて置くが元振子の締めにくい箇處で且つコーンと僅の間隙しかない場所であるから丈夫な装置は出来にくい従て早速弛緩してストップが利かぬことになる。コーンとベベルと吸付て抜け出し厄介なことになるので茲の止めは面倒でも前に述べた第六十七圖の方法を設計する方が安全である。又ベベル・ホイールが齒の噛合ひの隙きを一定に保つ上から言ふてもコーンの押し引きの爲めに齒底を突いたり離れたりの恐れがない。第六十六圖の線圖に示した様にコーンは勾配の弛いの程よく吸ひ付いて迂らぬ矢印の向から押し付ける力は (イ) (ロ) の大きであつて之が約二倍の大きさ (イ) (ハ) 及び (イ) (ニ) の力となつて腕の内面を押し付けそこに壓力に對する摩擦力が生じ迂らずに吸ひ付くので、摩擦力を成るべく大きくする爲めにコーンの表面に木材を取付ける其材質は餘り堅木は迂つてよろしくない。柳か朴がよいとしてある木目の影響の少い軟かな木がよいのである。



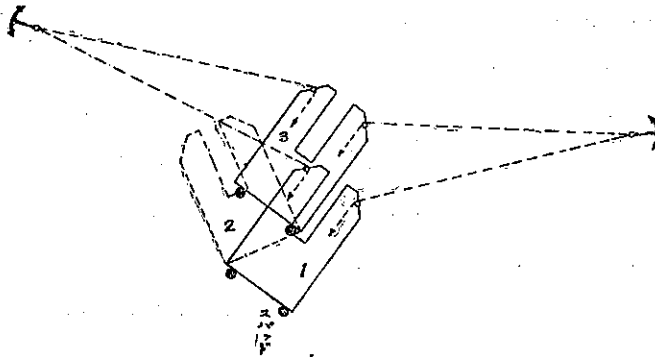
第六十八圖

上の如き装置のクラッチ・ギアを少くとも3組作つて1組はトモ、オモテの鎖1組はオモテ、サイド・チェーン1組はトモ、サイド・チェーンを捲かすれば都合6本の鎖を操縦し得るのである。そして各組の掛け外しハンドルは皆船長の立つ1箇處に聯動せしめ船長はバケットの揚がり來る模様を見ながら自由自在に船を操縦するので小型船では最も便利な方法である。

其のハンドルの工合は船長が前へ押せば船が前へ寄り後ろへ

引けば船が後ろに寄ると云ふ關係に槓杆を造つて置くのがよい。船長が飲み込んでしまへばどちらでもよろしい様なものではあるが船長がわかつてても上の如く装置してある船は一度で覺ててしまつて決して突差の場合にも間違ふことがない。

大型船では鎖も太いし捲く力も強くなければならぬから従てクラッチを押す力も強くなければならぬ。ハンドル位では容易でない依て複雑なギアを要することになる。寧ろ獨立のウインドラスを甲板上に据付けて運轉手を一人附けた方が簡單でもあるし馴れば船長の意の如く船を操縦することも出来る大型船は皆其の設計にして居る(第六十八圖)併し機械装置さへうまく設計すれば方法の絶對に付かぬことでもない。成るべくは船長一人で容易に操縦出来るのがよろしいのである。



第六十九圖

さうするにはコーン・クラッチでなしにパーレル・フリクション・クラッチを用ひて其の掛け外づしに可成りの力を要するから小さな スチーム・シリンダー を以てクラッチ・レバーを働かせる、其のシリンダーへ蒸氣の出入を司ざるバルブを船長が開閉し得る様に構成すればよろしいので大型の ホイステング・ウインチの捲胴に仕掛けてあるのと同じ構造にする。

併しながら上の機構をウインドラスの各部に應用する事は非常に複雑となり傷む箇處も従て多くなる、人間の勞力賃が非常に高くなつて船員を極度に減する必要の起らない以上は却て有利ではないと思ふ。

船は常に荒天用意として相當人數を乗組まして置かねばならぬ。其等の人數が居る以上は平常の操縦に對しては餘り複雑な機構を作つて勞力を省く事は修繕費用との程度を餘程考へねばならぬことであらうと思ふ。

水底が淺くして且つ風波の影響の少ない様の場所にのみ働らく淺瀬船にはチェーンの代りにワイヤ・ロープを使用する又スバッドと稱する柱を船の艦の兩舷に上下

して家鴨が歩む如く1本宛代る代る水底に立て、軸を左右鎖を以て振らせつゝ浚渫前進せしむる事を得る。第六十九圖の如くするのである。之は船首兩舷各1本宛の錨鎖を張ればよろしいので4本を節約する事を得るが風波に遭ふたり水底が深か過ぎたりする場所には不向きである。

乙 ポンプ浚渫船

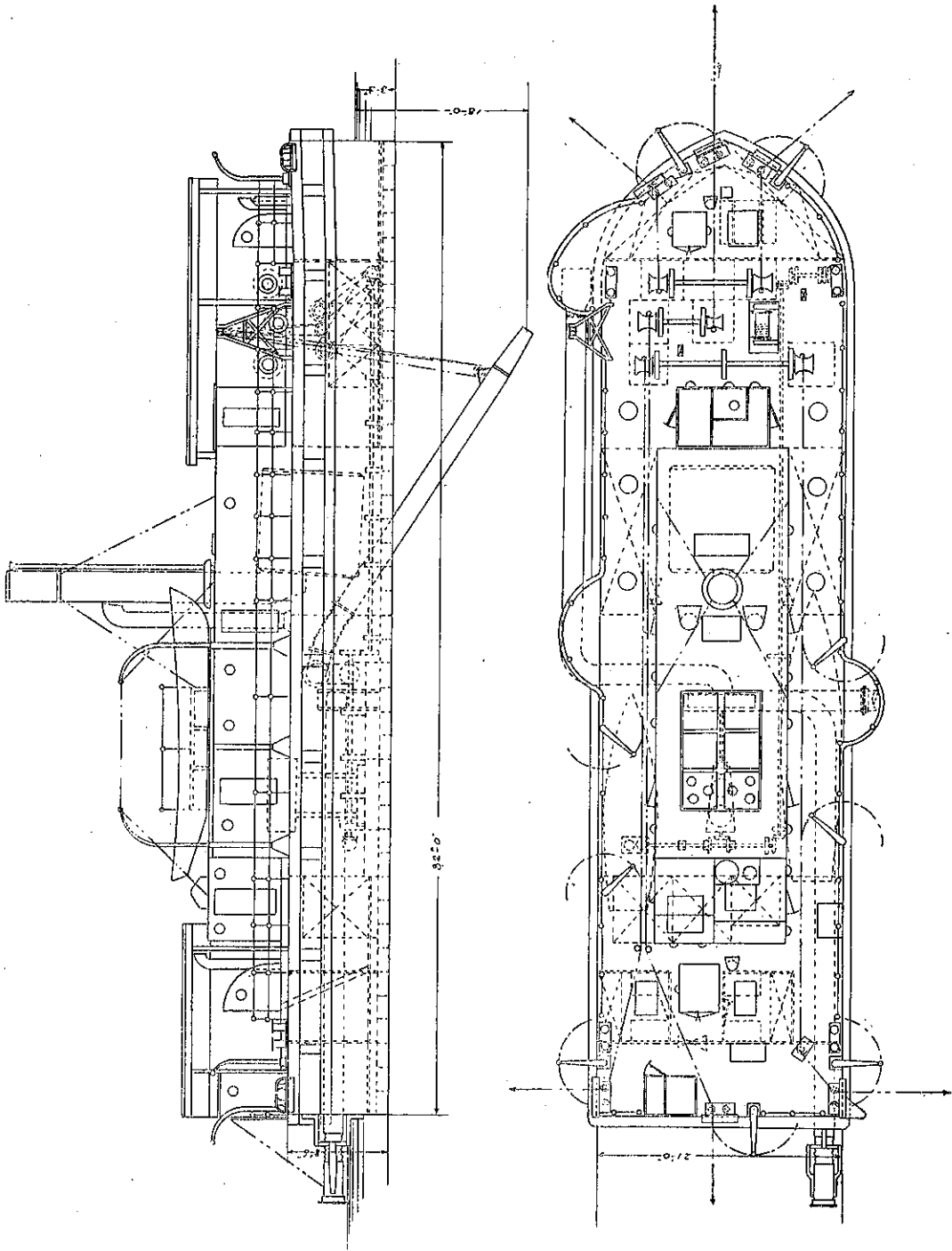
第十五 大體の構造

ポンプ浚渫船は申す迄もなくセントリフューガル・ポンプの吸管を水底に達せしめて水と共に砂を吸ひ揚げ、其の排出した砂を別の受船に取るか或は土捨場が近ければ其儘鐵管で送り出すか或は遠ければ自艙に採つて航走して捨場に落すか若くは砂が必要ならば自艙から再び吸ひ出して送砂管に連結して埋立用に送るかする、皆各々目的によりて構造を異にするけれども根本の原理は流水のモーメントを以て土砂粒を移動させるのである。

- (1), ポンツーンを移動させつゝ水底の土砂を吸揚げ直に船側の土受船に排出するか、又は送砂管により遠距離に送るもの。——第七十圖(A)
- (2), 船内の砂艙に積み自航して他の場所に運び行き排出するもの。
- (3), バケツにて掘り揚げたる土砂を直に吸ひ込み送砂管を通して遠方に送るもの、總説に於て第五に記載したるもの。

(1), は最も簡單なるもので一隻のポンツーンに汽機汽罐若くは電動機と直結したるポンプを置き吸入管を船側に釣り下げ、排出管を兩舷側に突出せしめて土運船の上に落すか若くは遠方に送る場合は排出管と浮艇上に置きたる送砂管と連絡せしめ、錨を巻きつゝ船體を移動せしめて浚渫する。勿論土運船に直に排出するときは送砂管を用ふるより馬力は少い。水底の土砂が地山であるとき、他の土運船が持て来て捨てたのを吸ふとき土運船に積だ儘水を注入して吸ふときとある。此の場合はポンプを2臺備へて一方は吸ひ一方は土運船内に水を注入せしむるのである。其の時はポンツーンは移動せしめずに土運船の方を前後に動かして船艙の全部に吸管を當てがふ。始めの場合の様に地山を吸ふのでない以上は必ずしもポンツーンに依らなければならぬ譯ではなくポンプは陸上に据付けてもよいので、吸管丈けが移動してもよいが自然吸管が長くなるので凡ての場合に於

第七十圖 (A)



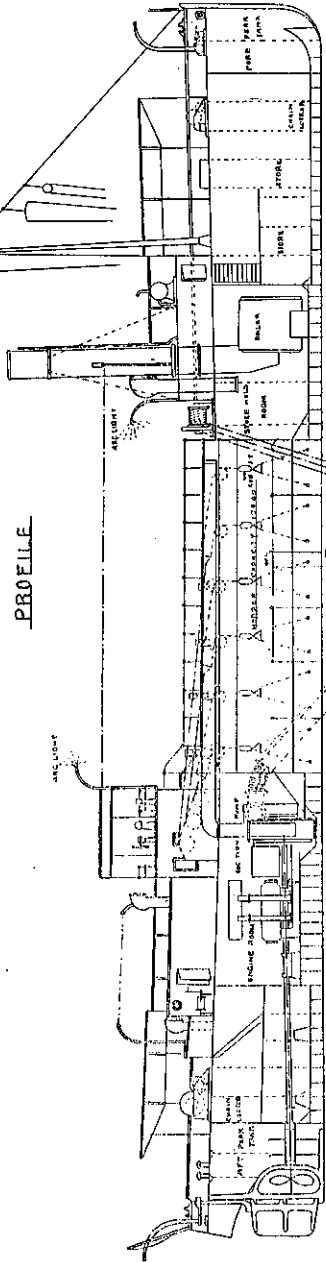
第 七 十 圖 (B)
GENERAL ARRANGEMENT

DE

SELF-PROPELLING SUCTION PUMP DREDGER

SCALE 1/8 IN. TO 1 FT.

PROFILE

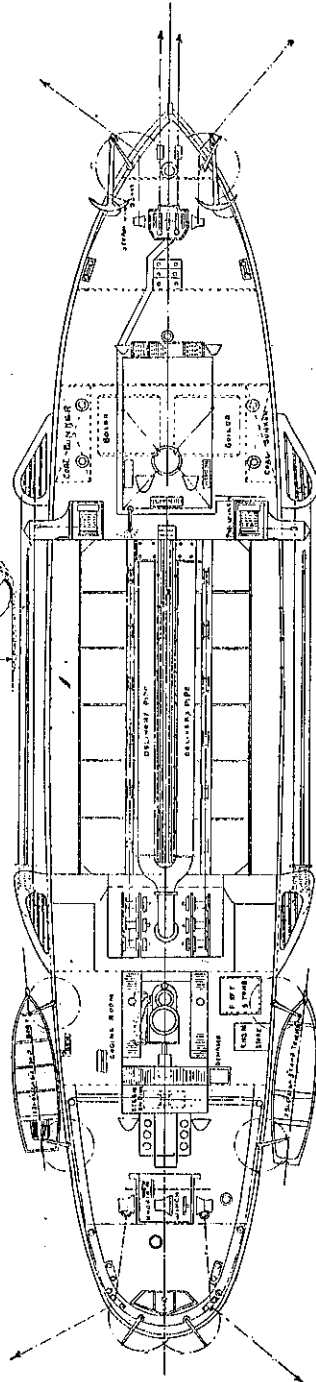


LENGTH P.P. 172 FT.

WIDTH 33 FT.

DEPTH 15 FT. 3"

DECK PLAN



て吸管の長くなるのは効率を低下せしむる機会が多い。

ポンツーンを移動せしめて捨土を吸ふ場合には必ず陸上の固定送砂管の端とポンツーン迄の連絡は浮臺に乗せた何本かの送砂管と自由に曲り得る提灯繼手（フレキシブル・ジョイント）などを装置せねばならぬ。其の道中をS字形に浮かしてポンツーンの移動の前後左右何れに動くともS字の伸縮が自由であらねばならぬ。若しSに及ばざる位移動が少距離であれば1本の弓形でも差支へない。兎も角も極めて面倒の多い修繕が頻繁な破れ易い且つ抵抗の多い提灯繼手を澤山に置くことは面白くないので、其の點から見るとポンツーンを碇繫して置いて土運船の方を移動せしむる方法の方が利益の様でもある。唯潮の干満に依てポンツーンが上下する丈の自由を利かすのであるから提灯繼手は3個位で充分であるが一方に於て大なる損失があるそれは土運船の艙内へ多量の水を注入する爲め特に注水ポンプを運轉するのは動力費に於て多くの損失を生ずる。捨土を吸ふのなら水は自然に得られるものを態々費用を掛けて水を汲み込むのは不經濟なことになる。提灯繼手の損失より此の方が不利益となるであらう。併し夫れにも係らず此の方法を採らねばならぬ場合が生ずるのは主として水面上の廣狹の關係である。

錨鎖を巻く装置は小型船ならばバケット船の小型のと同様に主汽機から聯動せしめたるクラッチに依てドラムを廻す方法を探り得る。大型船ならば舳艫の獨立したるウインドラスに依る方が便利である。ポンプ船はバケット船よりも主汽機を停止して置いて鎖丈を巻く時が多い。殊に土運船に排出さする場合などは地山の面白くないときはよささうな箇所を探らねばならぬ。其際は操縦装置のみが運轉を續ける。若し主汽機と聯動して居る仕掛けだとするとポンプも共に廻さねばならぬから寧ろそんな必要があるなら操縦装置のみを動かす小獨立エンジンに依つた方が便利である。其のエンジンを機關室に置いてベルトなりシャフトなりに聯動せしめ操縦用コーン・クラッチを廻し甲板上のドラムを巻くのである。

併し之れも其の便利許りを考へてもいかぬもので、元來其の小獨立エンジンは皆單汽笛か復汽笛にしても所謂高壓エンジンでコンパウンドでないから比較的蒸汽を喰ふて甚だ面白くないものであつて汽笛が小さいから何程も蒸汽を要しない様に見て其實仲々餘計に要する、時によると主汽機と匹敵する程喰ふこともある。若し主汽機から聯動せしめる仕掛けなら蒸汽は左程餘分には消費しない。何となればコンパウンドで冷汽機があるから殆ど筒抜けの高壓エンジンとは蒸汽効

率が非常に違ふ。其の點に於て毎日の作業に於て費す石炭費は可成り嵩む譯である。若し主汽機が運轉しつつあるときには獨立エンジンのエキゾーストを冷汽機に吹き込めばよろしいと考へて途中で三方コックを設けてウエースト・パイプと切り替へさせたらと思ふけれども日々の運轉中容易に機關手は勵行するものではない。依然としてウエーストか又はホット・ウエル・タンクに噴き出さすが夫れは無理もない。

其等の不利不便を成るべく少くするには兩方の折衷を取つて獨立エンジンからも主汽機からも聯動せしめ得る様にクラッチを2個設けて——スプリング・パーレル・フリクション・クラッチが最も宜らしい——隨時ハンド・レバーの一舉動に依て切り替へるのが經濟でもあり便利でもある。燃料節約から申しても最初の設計は少々手数を要するが是非さうし度いと思ふ。

吸入管の揚げ下げも小型船では操縦装置の軸からホイスチング・ドラムに聯動せしむるを便利とするが大型になると矢張りスチーム・ウインチ一臺別にする。之れもウォーム・ギヤーがよろしい。

(2) は第七十圖 (B) の如き構造で砂送距離が非常に遠くして到底鐵管などでは不可能の場合とか、又は浚渌が目的で以て吸ひ揚げた土砂を海底の深い所に行て捨てるなどの場合に用ふるので、自航する以上は勿論ポンツーン型ではなく航海船の型であつてホッパーを持て底開き扉を有する、若し土砂を捨つるのでなく自艙に満載して運搬して來て之を埋立に送る場合には扉無しホルドを持たして吸入管を其の底に導びいて置き、(1) の所で申した注水ポンプのデリバリーと吸砂ポンプのホルド内のサクシオン・パイプと連絡せしめ管側のバルブを開いてホルドの砂を徐々に吸ひ込んで陸上の送砂管に送る。従てポンプが2臺必要になる。自航船であるからプロペラーに連結せしむる爲めクラッチを設ける。ポンプ1臺のものは單暗車2臺のものは双暗車にして満載の時8漕位のエンジンであると航海馬力と浚渌馬力の比は100と70乃至80位であつてポンプ船の場合はバケット船の場合より此の比率が一に近づいて來るものであるからエンジン自身丈の効率は浚渌の際にも甚だしく低下しない。

此の種類船は吸入管が自在繼手を以て船外に出て居るから可成り浪のある場合でも仕事をなし得るもので船の長さ160尺位のであると5尺位迄の浪には堪へて作業する。舳艫のウインドラスは普通貨物船のと同じ構造で差支へない。バケッ

ト船の所で記載した通りポンプ船は餘り劇しくウインドラスを運轉せぬ。船を一箇所に停止して置いて吸入管を段々卸し深く摺鉢形に海底を掘る從て錨鎖はスタッド・リンクでよろしい。

潮流もなく風もなく船が動かぬ様なときは錨1挺入れたのみで掘り得る、潮流を縦に受けて横に風を受くる場合は舳2挺艫1挺か2挺を入れねば吸入管が船底に捲き込まれる恐がある、舳2挺は成るべく左右にはなして入れバケツト船の舳3挺の代用させるので艫は多くの場合1挺で足りる。勿論此れは吸入管が舳を向いて居る構造なので、若しトモに向ひて居る構造ならこの反對になる。

粘土層を掘るときは是非ロータリー・カッターを吸入管の先きに廻はして海底を切つて吸はねば容易に掘れない。其の時は吸入管がぶらぶらでは逃げて都合がわるいのでバケツト船のラダーと同じく船體にきつしりと押さへねばならぬから船體を割てウエルを作り其の間へパイプを卸し船體とは上下の動きのみして左右には振らせぬ。振るときはチェーンをラダーの下端のシーブを通して船體を以てする。パイプとカッター・シャフトとは1箇のラダーに取付けるのである。此のラダーをトモに向ける場合にはトモ錨2挺を入れねばならぬ。

獨逸のフリーリング式と云ふのはラダーがトモを向いて居つて、カッターの代りに熊手形の丈夫な箱を吸入管の先きに付けて5本位爪を設けて海底を引かく其の爪の間から強い噴水を噴かせ地盤を跳らせつゝ吸ひ揚げる装置なので錨を入れて船を移動させるのでなくしてウエルの兩舷の双暗車を廻して航走しつゝ掘るのであるから砂倉に満載したら錨を巻く世話を要せず吸入管丈け釣り揚げて其儘走り出すのである。此の方法の最も適するのは廣い淺瀬を取り去る様なときに大凡その目標を定めて一直線に船を進め餘り吸入管を上下せず一定にして置いて満載後土捨を了し歸て來て再び以前の目標の近所を掘る。少々位水底に凸所が残つても差支へない潮に依てならされると云ふ場合には極めて有効に働く譯である。併し錨を入れて掘るのでないから船の位置は容易に定まらない。或は以前掘た上に又來ることもあらう。併し直に又地盤に當るから大なる不都合は起らぬ。上の方針であるから水路の狭い所とか區域の狭い所等では餘り威力を發揮することは六ヶ敷しい。

ホッパーの構造はバケツト船に就て記載したものと同様に排砂管がホッパーの上に横はつて扉一對毎の區劃に各別に排砂し得る爲め排砂管口を區劃數丈け設けて

置く此の排砂口をフリーリングは2本の排砂管を並べて向き合はせに噴出せしめ互に水勢を殺ぎ合ふてホッパー内の沈澱を早めやうと計畫してある。——勿論ポンプ2臺で排砂管2本ある譯である——此れは善い設計である。

第十六 ポンプ浚渫船の能力を定むる基礎

ポンプ浚渫船の能力を定るには始めに水と砂の混する割合をきめねばならぬ。砂の粗なると密なるに因ても割合は違ふ、又排出管の長短に因ても違はせなければならぬが普通の場合水の分量の1割乃至1割5分の砂を揚げ得るものとして設計を立てる。即ち水1升の内に砂1合とする。例ば10時間に砂600坪を揚げると言へば

$$600 \times 216 = 129,600 \quad \begin{array}{l} \text{立方尺} \\ \text{立方尺ノ砂} \end{array}$$

$$129,600 \times 10 = 1,296,000 \quad \begin{array}{l} \text{立方尺ノ水} \end{array}$$

即ち10時間に約1,300,000立方尺の水を揚げ得るポンプを要する。1時間には13,000,1分間には2,166立方尺の揚水量となり此のポンプ吸管は直径2尺5寸位が必要となる。

然るに砂を1割5分と假定すれば

$$129,600 \times \frac{100}{15} = 864,000$$

10時間に864,000立方尺 1時間に86,400立方尺 1分間に1,440立方尺となる勘定である。

尙又2割と取れば1,080立方尺でよいことになる。砂の混合量を多く取ればとる程ポンプは小型になる譯であるが2割以上を豫想する事は少しく危険で兎角豫定が狂つてうまく行かぬ。砂の濃い水程重くなつて揚りにくい。ポンプの効率のよい間は(内部が磨滅せぬ内は)真空が能くきくのでかなり濃いのを揚げる。(70乃至80%位)

ポンプは皆セントリフューガル・ポンプで片吸込みの4枚羽根が普通である、私は嘗て獨逸製のフリーリング式のポンプ船を見たが、羽根の廻轉を多くして成るべく強い真空を得るやうに設計してある丈製造當初か修繕當時の効率のよい内は土砂7割位の濃いのを揚げるが磨滅後は斯くの如き状態を永續し得ずして真空も低下するし濃いのを揚げやうとすればポンプは空ら廻りをする。

ポンプを常に良好効率に置かうとすれば内部の當て板の材料に特殊なものを使はなければならぬ。普通の鋼で1箇月も使はぬ間に運動面の間隙が多くなつて真空が弱はつてしまふ。炭素焼入鋼かマンガニース鋼かニッケル・クロム鋼かチルド銑鐵か金剛石かでも使はねばならぬ。其の材料の事は後に記すことにして先づ土砂と水の割合は最高2割普通1割5分と採て設計の基礎とする。さうして置けばポンプが磨滅して後も豫定に狂ひを生せぬ。

上の割合をきめてから吸込み排出兩管の長さを計算に入れて始めてポンプの廻轉と口徑と羽根の直徑とがきまる。

管中を走る水の速度は大底1秒時8呎から14呎位に定める。餘り速度が多いと摩擦損失が多くなり過分な力が必要になり、餘り遅いと砂を吸揚げ若くは輸送する力が弱く且排砂管の内に沈澱して閉塞する。

管が長い程摩擦が多くなり水勢が鈍るからポンプは強い壓力を出さねばならぬ。之れを水を垂直に押し揚ぐる高さに換算して水平の管何呎に付て水頭何呎と實驗から定めた式にて計算し、其等を基礎として勘定するのである。1秒間に吸揚ぐべき必要の水量に對して管の太さは水量を水速で除したものであるから

$$(1\text{秒間の水量立方呎}) \div (\text{水速}^{\text{呎}/\text{秒}}) = \text{管の斷面平方呎}$$

上記のものに依て管の直徑がきまる。

次に水勢に應じて管の摩擦水頭を計算する。元來抵抗は管の太さに反比例し管の長さに正比例し水速の自乗に正比例するものであつて尙ほ管の内面の平滑か粗雜かに因ても違ふものであるので是等を研究して實驗の結果を式に表はしたものが次のである。

$$\text{管の抵抗換算水頭(呎)} = 4f \frac{\text{管の長(呎)}}{\text{直徑(呎)}} \times \frac{(\text{流速})^2}{64}$$

$$f = 0.01 \left(1 + \frac{1}{12 \times (\text{管の直徑})} \right) \text{錆びたる管}$$

上の式の内にて管の長さも直徑も水速もきまつて居るので摩擦水頭何呎はすぐ計算で出る。必要丈けの水頭を生ずるのは羽根の尖端の動く速度の自乗に比例する、即ち速度を2倍に増すと水頭は4倍に増す。

$$\text{圓周速度(羽根の先きの動く速さ)} = 9 \times \sqrt{\text{水頭}}$$

此れでランナー即ちインペラーの圓周速度がきまる、併し直徑と廻轉數が未だ

さまならない。

エンジンの廻轉數を大きくとればインペラーの徑は小さくなるが廻轉數は餘り突飛な數をとる譯には行かぬもので大抵きまりのあるものであるから1分間150乃至250位の間の數をとる、300以上は高速の部になつて構造も注油も面倒になる小型ので250大型ので150位にとれば普通型のエンジンで間に合ふ。

廻轉がきまれば從てすぐ直徑がわかる、それは次の式で出す。

$$\text{羽根の直徑} = \frac{\text{圓周速度} \text{ 呎/分}}{\text{回轉數} \times \text{圓周率}}$$

羽根分び當板の磨滅と云ふ方から考へて見ても餘りポンプの廻轉數が多くして羽根の直徑及びケーシングの小さいのは表面積（ウェット・サーフェースと假に言つて置く）の1平方呎に對して通過して行く砂の量が多くなるので磨滅が多いウェット・サーフェースは成るべく大きい方がよいと思ふ。

上の順序によりてポンプの直徑も廻轉數も口徑もきまり最後の馬力をきめねばならぬ。馬力は水の正味排出される馬力の約2倍の力をエンジンが出せばよろしい、何となればセントリフューガル・ポンプは効率が $\frac{1}{2}$ 位であるから2倍の力を要する。勿論水馬力は水頭に1分間の排水重量を乗じたものを33,000で除したものである。

試に一例を舉げて右の算式を應用して見れば茲に1時間15坪の砂（細砂）を750呎の距離に送て埋立をなさんとするならばどの位のポンプが必要かと言へば（水底から埋立最高點迄で正味の高さを24呎とする）

$$15 \times 216 = 3,240 \text{ 立方尺(一時間)} = 54 \text{ 立方呎 (一分間)}$$

混合量1割と假定す（送砂管長きを以てなり）

$$54 \times 10 = 540 \text{ 立方呎の水(一分間)}$$

3割増しの割掛けをなす（継手、曲管其他砂交りの水は清水より摩擦多き故に其の抵抗力を見込む）

$$540 \times 1.3 = 700$$

水速8呎とす（一秒） 480呎（一分）

$$700 \div 480 = 1.45 \text{ 平方呎}$$

$$\text{直徑} = 16 \text{ 吋} = 1.33 \text{ 呎}$$

摩擦水頭

$$f = 0.01 \left(1 + \frac{1}{12 \times 1.33} \right) = 0.01$$

$$\text{水頭} = 4 \times 0.01 \times \frac{750}{1.33} \times \frac{1}{64} = 20 \text{ 呎}$$

$$\frac{100 \text{ 呎} \times 20 \text{ 呎}}{750} = 2.7 \text{ 呎每百呎に就き}$$

正味水頭と摩擦水頭とを加へて

$$24 + 20 = 44 \text{ 呎}$$

$$\text{圓周速度} = 9 \times \sqrt{44} = 59.4 \text{ 毎秒呎}$$

$$\text{羽根直徑} = 4 \text{ 呎}$$

$$\text{廻轉數} = 4.5 \text{ 毎秒} \quad \text{とすれば一分間 270 なり}$$

$$3.14 \times 4 \times 4.5 = 56. \text{ 毎秒呎にして 59 に近似數になる}$$

以上を綜合して

$$\text{管 直 徑} \dots \dots \dots 16''$$

$$\text{廻機數毎分} \dots \dots \dots 270$$

$$\text{羽 根 直 徑} \dots \dots \dots 4' \sim 0''$$

上の如くして大凡の寸法が定まるのである。

馬力は700方立呎の1分間排水の量に1立方呎62封度を乗じて水の重量を計算し其れが44呎高く押し揚げられるのであるから之を乗すると1分間の仕事量になる。

$$700 \times 62 \times 44 = 1,909,600 \text{ 呎封度}$$

$$1,909,600 \div 33,000 = 58 \text{ 馬力}$$

上の58馬力は正味水を排出する馬力で機械の効率が5割以上はむづかしいから汽機は此の2倍の馬力を出さねばならぬ、則ち約120馬力を要する。

尤も上の計算は餘程安全の方で充分に見込んだときの數が出たのである。水を揚げる正味の水頭は水底からでなしに水面からでよい譯であるがそれを水底からとして採つた。砂を揚げるのは水底からであるが水は水面からでも充分揚がる筈である、併し其の邊の安全率を見込む爲に大きくとる。尙ほ水量も3割増しにとつて大きくしてある、上の如くするのも又は摩擦抵抗を計算式から出た數の3割増位にとつて水量の方の割掛けをせずに置いてもよろしい。結果は同じ様なこと

になる此の邊の見込みの定め方で如何様にも變化するものである。

ポンプの仕事を三段に分かちて出すのは最も合理的で基礎計算として應用し得る即ち

- (1) 真空を起す力
- (2) ポンプ中心より上方に押し上げる高さに打勝つ力
- (3) 排砂管の摩擦抵抗に打勝つ力

上の三者の總計力を1分間の仕事分量に直ほして33,000で除したものが水馬力として出て來る數である。

力が強ければ強よい真空を起こし、高く水を押し揚げ、強い摩擦を排して水を送る譯である。之等以外に曲管とか革又は帆布繼手等を通ほるときの抵抗を加算しなければならぬ、夫等を皆水を直立に揚げる仕事に換算する前に記した通りであつて何故に換算するかと云へばポンプが廻はつて排水に壓力を生じなければ水は遠くへ押し出されない、其の壓力の代りに高かい處にタンクを置いて其れから自然に流れ出す壓力がポンプの生じた壓力と同一になつたとき排水量はタンクからとポンプからと全く同じである譯である。然らばポンプから一度其のタンク迄押し揚げて置いて今度タンクから流し出したと考へるときはポンプが直接に排水管に送り出す仕事は其の仕事に相當する高さにあるタンク迄押し揚げるのと同じ事になるので、排水管の先きから所要の水が噴出する迄タンクの高さを種々に變化せしめて必要の高さを定める代りに摩擦抵抗とか其他の仕事を実験式によりて計算で出して水頭何尺と換算するのは皆其のタンクの高さを出す爲めに外ならぬのである。上の様にすれば大きなタンクを揚げたり下げたりする必要もなく又實際に於て左様な事は不可能でもあるし萬事計算で割出してタンク迄水を揚げるものと想像した必要の高さを出すので水頭何尺に換算と云ふ手段をとるのである。併し之には実験式を用ひての計算の事であるから多少見込みと云ふものが入る。例へば実験式を定めたときの鐵管の内面の粗滑程度と現在計算して出さうとする場合の鐵管の表面とは必ず違ふて居る、革繼手でも曲管でも公式の場合よりは表面凸凹が多いと思へば抵抗を多く見込まねばならぬ、夫等の少しづゝの差を生ずるから實際タンクを揚げて見て高さを計るのと違ひを生ずるかも知れぬ、それで計算が不足したときは不都合を生ずるから皆安全に割掛けをして大きくとるので計算と云ふものは大體の基礎の當りをつけるより外役立つ處はない。殊に

水に砂が混入して比重が重もくなつたものは普通清水の式其儘では無論不足するので之に割掛けをするのに1.3とする場合もあれば1.4とする場合もある甚しいのは1.5にもする。元來單に砂と云ふけれども小石の様な砂もあれば灰に近い様な砂もある其邊の研究砂粒の大小に對する分類的割掛率などを精細に出した數字と云ふものがないので割掛率も自然計算する人々の見込によりて變化するから砂ポンプの基礎計算と云ふものは元來頗る非學術的なものであると云ふことを頭に置かねばならぬ、故に割掛率は摩擦抵抗に於て見込んでも實際水頭に於て見込んでも真空抵抗に於て見込んでも或は全部を清水式で出した總勘定に掛けても總て結果は同じ事になる。

又此等の外に一つ重要な條件が伴ふ。それは必要馬力の計算を出すときポンプの効率と云ふものを見込む、例へば0.4~0.5と云ふ様に殆ど一定しない數字で前に記した換算水頭丈け水を揚げる1分間の仕事量を割る、前に掲げた實例では効率を即ち0.5として水馬力の2倍の馬力を必要とした、之を0.4とするか0.5とするかによりて汽機の寸法にも汽罐の寸法にも影響して來る譯である或は電動機の大さにも影響する事になる、併し其の邊は餘り精密な極限された計算を必要としないので時に或は豫定の送水をやれば原動機が過荷になつたり又時としては全力運轉をやると豫定より遙かに超過した排水が出たりする事は往々ある、又はヴァキュームが10吋位と思ふて作つたものが12吋も揚つたりする、砂も1割と見込で割掛けをして置いたのが排水口で掬くつて見ると7割も入つて居る事などがある。凡てが餘り精確に行かぬものであるから設計以上に成績が出たとて敢て喜ぶにも當らず不足したとて悲しむ必要もない、見込の割掛けによつて自然さうなるべきものであるのだから之は計算によつて變化して來る處であるが唯ポンプの工作法が良好に行て効率が良くて送水量が豫定以上に出たと云ふ時には大いに喜んでよろしい譯である。此の事實は永久に滅しない好結果なので例へ磨滅して効率が低下しても再び修繕を加へインペラルなら原形の儘のものを取替へるならば試運轉當時の効率を恢復するのであるから其の設計はいつ迄も残る、ブレードの角度と肉取りの關係ブレードの幅と水速の關係チップ速度と水流の關係などがうまく行つた事を證明するのである。

それ故に試運轉には先づポンプの効率を第一に試験する必要がある。砂の揚がるか否かは強いて検査する事を要しない。水さへ出ればそれに應じて砂は出る。

(固くない砂を吸ふ場合)

若し夫れ水底の地盤が固いとか玉石が多いとか云ふ場合は別問題でポンプ其のもの、能率には関係のない事なのであるから別に講究を要するので後に記す事にする。

試運轉には汽機ならば先づインヂケートルをかけて馬力を測定する夫れで出たものに凡そ85/100を乗じてシャフトの實馬力とする。同時にポンプの排水量を測定する之は送砂ポンプで設計した丈の所要鐵管を全長連結した場合には吐水口に於て水速を測り水の流出して居る斷面を測て二者を乗すればよい、水速を測るには次の式によると大體が出る。

$$\{1秒間ノ水速\}^2 (呎) = 16.8 \times \frac{y}{x^2}$$

y とは瀧を吐き出す中心から水面迄の高さを呎で計つた數字 x とは瀧の水面上に打ち當て居る凡その中心から吐水口迄の水平距離を呎で計つた數字である。

此の式は物を抛けて地面に落ちる彈道の形と云ふものは一定したもので純數學の理論で定るそれから出した式であるから比較的正確な譯であるが之も又絶對信頼する事は不可能で瀧の中心を目測すると云ふ事夫れ自身が不正確の基となる。

又實際の速度を測る方法もある、夫れは吸管を水の中途に釣て全力運轉しつゝ急に水底の土に卸ろす其の瞬間から吐水口に濁り水の出づる瞬間迄の時間を測定して管の全長(呎)を除すれば1秒何呎は正確に出る。

其の速度と管の斷面積を乗すれば水の容積が知れる、1立方呎62封度(海水なら64位)を乗すると一秒間に動いた水の重量が出る。

次にそれを測定すると同時にポンプの排出口の壓力計で管内の水壓を見る。通常汽壓計を付けるので目盛りは一平方吋に付封度で表現される之を見て水頭に換算せねばならぬ。水33.8呎の高さは一氣壓即ち14封度7であるからゲージに出た水壓を14.7で除して33.8を乗すればよい。即ちゲージの20封度であつたら

$$20 \times \frac{33.8}{14.7} = 46呎$$

の水頭言ひ替ねれば前に記したタンクの高さが水面から46呎の處にあるのと同じ壓力の譯であるそれで此のゲージに現はれるのは最初に記した2と3との兩方の力が合併して表はれて來る其の内ポンプから正味押し揚げの最高點迄の何呎を差引く即ち2の數を減すれば3丈けが残る之が實際管の摩擦に打ち勝ちつゝある力の水頭を表はすものである。試みにその水頭の高さを送管全長で除して送管 100

呎に付て何呎と率を見て置くときは次回設計のときの良い参考になる。普通設計表などには 100 呎に付 2 呎から 3 呎位 (管の太細と水の遅速によつて變する事以前記した通り) の間を採る様にしてある。

次にヴァキューム・ゲージを見る即ち 1 の力を加へねばならぬ、ヴァキュームはインペラル・ブレードを逆に引戻す力と見る事が出来るから矢張り之に打勝たねば廻らぬ、ヴァキューム・ゲージは之も汽機のコンデンサーでは一氣壓を水銀柱で表はして 30 吋で吋で目盛りがしてあるから 33.8 呎の水頭に換算するには前と同様 30 で割つて 33.8 を乗する、即ち 1.13 と云ふ比を乗すれば出る、例へばヴァキューム・ゲージが 10 吋きいて居れば水頭 11.3 呎で逆に吸水管の口から押して居るものと考へる。

それで凡てのポンプの出して居る力が讀めた譯である、即ち 1 の力はヴァキューム・ゲージから 2 と 3 の力の合併したものはプレシユア・ゲージから見て皆加へて總水頭何呎と出る、それを前に出した 1 秒間の水の重量に乗すれば 1 秒間の仕事量となり 60 倍すれば 1 分間の仕事量となるから 33,000 で除して正味の水馬力が實測出来る。その水馬力を今測定した汽機の實馬力で除すれば茲にポンプの効率が出來る譯である。

上記の要領を摘記すれば次の數項に過ぎぬ事となる。

- (イ) 原動機の馬力を測定する (電動機なればボルトアンペアから)
- (ロ) 水の一秒間の速度を測り断面を乗じ 62 を乗じ重量を出す
- (ハ) プレシユア・ゲージとヴァキューム・ゲージを見て各換算して水頭の總計を出す

$$\text{ポンプ効率} = \frac{(\text{ロ}) \times (\text{ハ})}{550 \cdot (\text{イ})}$$

若し土砂を揚げつゝあるとき測定したならば排管が可成り長いときには効率に 1.1 を乗じ短かくて比較的濃厚の土砂が揚がりつゝあれば 1.3 位を乗する。

船が砂倉を持って居て排砂管が短かいときは最も遠くの排砂口を開き残部を閉鎖して試験する、又遠距離送砂の場合でも管全長を連結せずに單に船外に排水するだけで試験を簡單にする事が多い其の場合には排水口に盲蓋メクラフタをして之に徑 1 吋位の孔を數多く造り栓數を色々な變化せしめ其都度プレシユア・ゲージを讀み上

記の計算を出して見るのである。吸水口にカーレント・メーターを装置して流速を測定して見た試みもあるが仲々面倒である併し水速は可成り正確に出る。

最近に一つの實驗を試みた例を記載して見れば次の如くである、夫れは内務省が多摩川改修工事に使用する爲めに造つたポンプ凌漂船で第六十九圖に示した方法による設計の下に計畫せられ神戸製鋼所鳥羽造船工場に於て建造され其の試運轉に際して鳥羽工場の希望によりて前記した方法を以てポンプ効率及摩擦水頭等の實驗をなすの機會を得たので以下大體を摘記して参考とする。

汽機直結 3回膨脹 12 $\frac{1}{2}$ " × 20 $\frac{1}{2}$ " × 34" × 16" 180ポンド

ポンプ インペラル直径7呎ブレード幅10'エンクロースト型5枚翼排砂管全長2,000呎、帆布織手21箇曲管(130度位) 2個ボール・ジョイント5個

	第一回 lbs	第二回 lbs	第三回 lbs	第四回 lbs	第五回 lbs	第六回 lbs	第七回 lbs
ポンプ 壓力 計	35	35	35	37	34	29	12
	//	//	//	//	//	//	//
ポンプ・ツアキューム計	10.5	10.5	11.	7.5	7.0	5.5	2.6
換算水頭	92.5	92.5	93.07	93.7	86.3	73.22	30.66
一分間廻轉數	173	183	183	184	182	163	116
インデケートル馬力	418.6	447.5	452.6	457.7	439.6	324.4	71.5
軸馬力	355.8	330.4	384.7	389.0	373.7	275.7	60.8
水速	11.47	11.45	11.48	11.88	11.86	—	—
	lbs						
一分間排水重量	56,700.	56,600.	56,600.	71,100.	69,400.	—	—
水馬力	158.9	158.6	159.6	202.0	181.5	—	—
ポンプ効率	0.447	0.412	0.414	0.519	0.485	—	—
摩擦水頭 100 呎に付	3.624	3.624	3.624	4.29	3.89	3.24	1.00

上表に於て4回以後の壓力が減して却て水速が増して居る従て計算して出した排水量が増加を示し居るは排砂管の途中を切りはなして約200呎位減じたので摩擦抵抗が減じた爲である。

本實驗では場所の都合上2,000呎の排砂管を高低なしに曲折なしに一直線に置く事が出来得ないので已むを得ずして一つの大きなどぐろを巻いて敷設したのみならず地盤の高低がある爲め水平に於て凸凹が多く排砂管としては最も抵抗の多い損な有様であつたから100呎に付3呎以上(水速11呎のとき)にもなつたのであるが之を下がり勾配にするか水平に置くときは2呎半位に出たであらう。之も實驗の状態として附記して置く、排砂管の途中に凹部の出来る事は最も避けなくて

はならぬ事で砂が局部沈澱をして管の断面を小にする。

ポンプ運轉中排水壓力が上がり廻轉數が自然に増して來たときは排管が閉塞しつつあるので又ヴァキュームが上がつて廻轉數が増して來たときは吸管口が塞まつた事を表はす。ヴァキュームが下がつて廻轉が増して來たときは革繼手が漏氣を生じたか若くは吸管ループに空氣が出來たかのときである。


水底が粘土であるか堅い砂盤であるときは吸入管の先きに特種の仕掛けをして崩しつつ吸ふ方法をとる即ちロータリー・カッターとか噴水とかを装置する。そして切り崩しながら吸揚げるのである。

カッターは鐵工場に於て使用する菊錐の様に主として刃のブレードの頭の部分が土を切り取るそして其の土砂をカッターの中の吸水口から吸揚げるのであるからバケット・ラダーの如くに深く土中に入れて横掘りをするには不適當でカッター・ブレード丈の深さに置いて横に送りをかけるか然からざれば山を正面に置いてカッターを上下に動かして行くのみである。

カッター・ブレードの材料は硬質鍊鋼か普通鑄鋼で造るも粘土質なれば相當に保つけれども砂盤砂利泥りに向ては到底壽命は短かく特殊鋼を使用しなくてはならぬ、矢張りニッケル・クローム鋼若くはマンガン・クローム鋼が適當である。

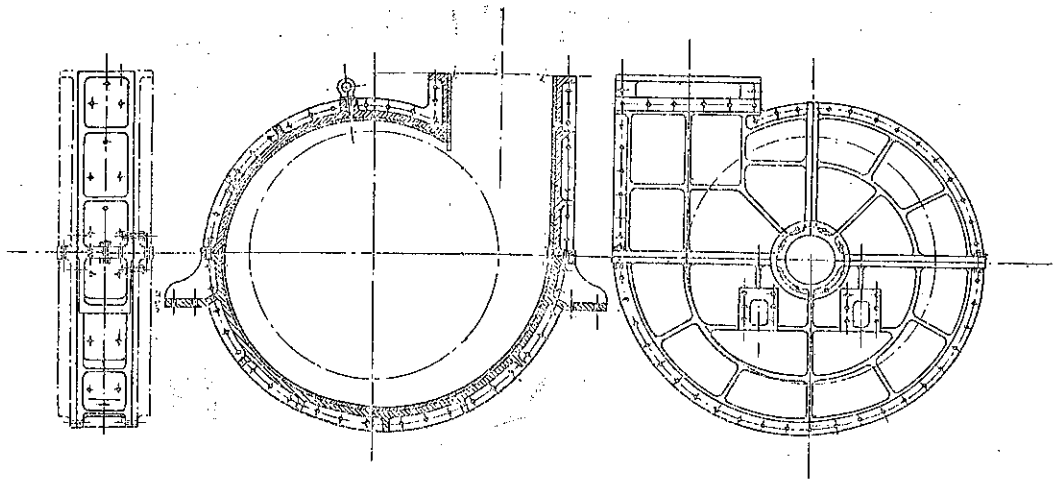
カッター・ヘッドの軸承は注油のむづかしい箇處でポンプ・グランドと同様に砂を嚙むから注水を以て砂を驅逐する方法を講ずる事亦全く同様の装置にする。

カッターの廻轉數は略バケットの廻轉數と同じ位であるジェット噴水を以て砂盤とか粘土質をルーズにする場合には成るべく噴水口をポンプ吸管口の方に向ける様に装置する方が有効である、一直線に前方に噴出させるときは土砂をうまく吸はぬ、ジェットの的方法による場合はフリーリング式に箱を蔽ふて其中に於て吸水口に向て攪亂を起こさせるのが最もよいと思ふ。

ジェットの壓力は40封度位にするノズルは多數でも差支ないジェット・ポンプの容量が許すならば4個以上6個位装置したのものもある。ノズルは内面を注意して平滑に仕上げ消防ポンプ筒先きの様に適當な  形の曲線に造るときは簡単にパイプを叩き潰して細くしたのより遙かに力強く噴くので此の點は特に注意を要する。

第十七 ポンプの構造

ポンプの構造は第七十一圖の通り何個にも割つて作るのであつて斯くせなければ内張りの當て板をするに不便だからである。若し此の當板が無かつたら忽ち本體をすりへらしてしまふ。當て板（ライニングと言ふ）は鋼板4分から1吋位の厚としポンプの大小に應じて定める。先づ排砂管口径1尺位なら4分板位で2尺位なら1吋位3尺位でも矢張り1吋位でよろしい。余り厚いのは曲げるに困難であるから大抵1吋止まりだが1吋位迄は用ひたのものもある。併し在り市品は1吋止まりで之より厚いのは少ないものである。



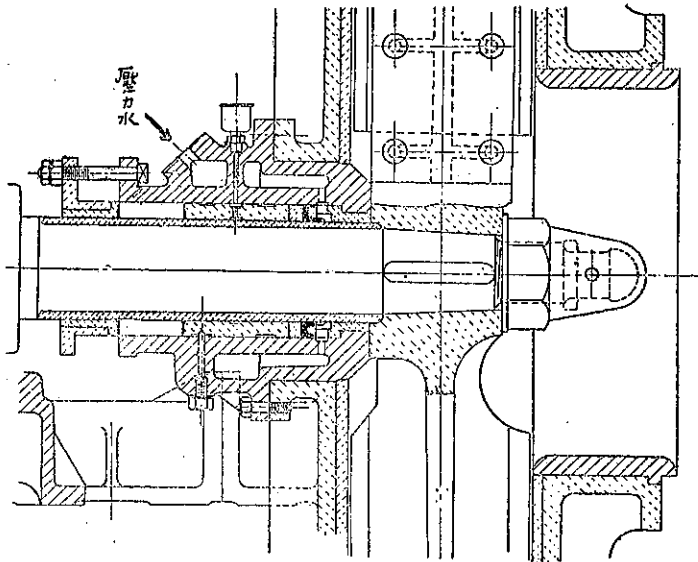
第七十一圖

本體は鑄鐵製若くは鑄鋼製であるがライニングさへ注意して取り替へれば鑄鐵製で結構永持ちする。造るとき仕事も樂だし値段も安い、内張り板は皆皿頭のボルトで締め付ける。

本體の内張り板を當てる面は旋盤で平らに仕上げを施して置けば此れに取付ける當板も自然きちんと平らに當たり中心で廻る羽根の兩側も旋盤仕上げをして當板と羽根の隙を1分5厘乃至2分位（餘り此の隙の小さいのは結果がわるい、何故なれば土砂粒が噛む爲めに汽機が非常な馬力を食ふのと忽ちすりへるのとで結局利益にはならぬ）として置く。本體は4ツ割位に作て皆フレンドで組合はセスパイラル・ケーシング型は断面皆角型にする之は内張りの當て易い爲めで曲線型であると内張りに手間が多い。

吸込口は必ず片吸込みで土砂の通路は成る丈け廣く大きくとる色々な異物が飛び込んで來ても樂に抜けて行く丈けにせねばならぬ、ポンプ・シャフトは從來砲金等の鑄ぐるみをして船のスクルー・シャフトの様な構造にするがパッキングとシャフトの間には土砂の入ることは避け得られぬから砲金は磨滅し易い寧ろ鋼鐵のスリーブを燒焔めする方が持久策である。全然船のスタン・チューブを取扱ふ考から心棒には砲金鑄ぐるみをなし之にリグナムバイタのブッシュを焔めて置く設計もあるが結果は宜しくない。スタン・チューブの様に砂を嚙まぬ處ならそれでよいが常に土砂の浸入を蒙むる處へ、木材である處のリグナムバイタと軟金屬の砲金などを持って來た處で有効な筈がない。寧ろ燒入硬鋼のブッシュに燒入硬鋼のシャフト・スリーブを以て廻轉させるのが理想的なので共金だからとて決して燒け着く憂ひがない、どちらか一方が燒入りであれば一方はナマ鐵であつても燒付く恐はないので且つ絶えず水で冷され同時に潤はされて居るから其心配はない。其れで最後に磨滅したら鋼スリーブ丈け取替へればよろしい。砲金鑄ぐるみより壽命の永い事數倍である、スリーブを作るには鋼の厚板を赤めて巻いて酸素アセチレンで鍍着すれば簡単に出来る。之を適當の締り代ろを見て仕上げでシャフトに燒焔めするのである、餘り多くの締り代ろを付ける必要はない。極く僅かでもよろしい強過ぎれば鍍着箇所から切れてしまふ。そして出来るならネッキ・ブッシュの内面とスリーブの外表面とを炭素燒の鋼にして水燒きの燒詰めにして置いたなら數年間は修繕なしで運轉が出来る。此の際ブッシュの外表面とスリーブの内表面は燒が入らぬ元の儘の軟鋼であるから樂に旋盤仕上げが出来て精密な寸法に挽き上げてシャフトの徑又はネッキ・ブッシュ・ボデー及びパッキング・グランド・ボデーに合はする事が容易である。(第七十二圖)

茲に砂を嚙むのを防ぐ事に就て大に注意すべき要點が一つある。ネッキ・ブッシュの外方シャフトの先きに於て清水を強壓で注入する装置は是非必要であつて水はグランドとシャフトの間隙から浸入して來る空氣の漏りを防ぐと同時にケーシングから浸入して來る砂を追ひ出す作用をする。然るに普通は汽機のサーキュレーター・ポンプから水を導いて來るが多くの場合にはサーキュレーターの中にも砂が混するもので殊にホッパー船であると長時間ホッパーに土砂を沈澱せしむる爲ポンプを運轉して居るとホッパーからは泥水が瀧の様に兩舷に溢れて船體の周圍は全部濁り水になりそれをサーキュレーター・ポンプが引いてコンデンサ



第 七 十 二 圖

一に送るのであるから自然にメイン・ポンプの今申したネッキ・プッシュにも砂が入つて来て思はぬ損害を來すものである、依て之を避ける爲めに私はビルヂ・ポンプの排出管から枝を出て連結することを勧め度いと思ふ、斯くすると元來ビルヂには油が澤山混じて居るし砂は船底に沈澱して居からローズ迄は揚がつて來ない。サーキュレーティング・ウォーターよりは數等砂の少ない殊に油の混じた良質の水が得られる譯でポンプ・シャフトの磨滅を防ぐ効がある。若しビルヂが無くなつたら困ると云ふなら其時はクリーニング・パイプからコックを開けて少々宛ビルヂへ排水させるが宜い左すれば船底は一個の沈澱池となつて送水に砂の混するのを防ぐ作用をする。勿論埋立用の送り出しポンプの場合では其んなことをする必要はない。船の周圍に泥水を排出せないからである。

夫れから此の送水管の一箇處にテスト・コックを付けて置いて時々コップに採つてビルヂから砂の混じて來るか否かを検査し若し尙ほ砂が來る様であれば船底のローズ・ボックスを少々高くしてやる必要がある。尙又送水管の途中に故障でもがあつて完全に送水して居るや否やを検するにも便利である。尙ほ一層完全を期するなら獨立したる一個の小なる ウォルシントン・ポンプを置いて主汽機及ドンキー・ポンプには無關係の別箇の管系を作りビルヂをポンプ・グランドに送るのが宜

しい。主汽機のピルヂ排出管は普通吃水線の少々上に於て船外に開孔する(ホッパ一船なら空船吃水線) 砂揚げポンプのグラントは吃水線下3呎乃至5呎位であるから水を押し込む壓力は僅に3呎から5呎の水頭壓力しか持たぬ。砂ポンプが運轉しつつある間は真空が働いて居るから例へ壓力が弱くとも吸ひ込んで行くがポンプが止まつたときはポンプ軸の高さから吃水線上の吸入管の最高の底迄(ループ)の高さの水壓が逆にポンプの内部に於てパッキング・グラントを通じて砂水を外部に押出す力を生ずる。即ちパキウムからプレシユアに變化するので此の時砂がブッシュに入つて来るのである、然るに主汽機が止まるからメイン・ピルヂ・ポンプも同時に止まつて送水が止む。

斯くの如き際に特に送水が必要なのであるから主汽機とは獨立したる小ポンプを以て砂ポンプが止まつて後暫くの間(砂ポンプの内の砂が落付く迄)運轉送水すれば高壓で水を押込み得るから砂は逆流して來ない。其の小ポンプの送水管は何處にも開孔させず砂ポンプのパッキング・ネッキ・ブッシュに向つてのみ専門に開孔させるのであるから80封度位迄の壓水を送り得る(ネッキ・ブッシュとシャフトとの間隙に依る)尤もエスケープ・バルブを付けないと危険な様にも感じられるが其必要はない。水は樂にブッシュとシャフトの隙を通して逃げ出るから。

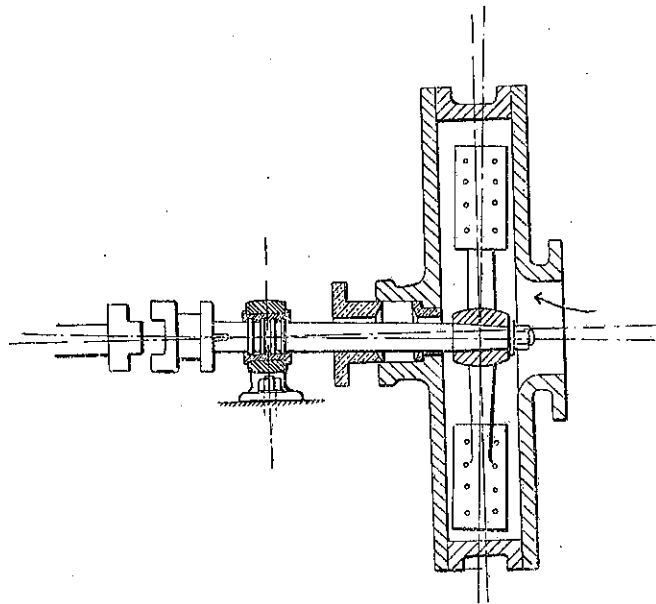
上に申した様な現象の確かに起ることを推察する譯は主汽機のピルヂ・ポンプから送水させても矢張り砂ポンプの軸とネッキ・ブッシュとは砂を嚙んで磨滅して居るのを修繕の際發見するからなのである。私は砂ポンプ・ケーシング總高約10呎翼徑6呎 $\frac{1}{2}$ 軸徑7吋 $\frac{1}{2}$ のもの2臺に向つて3吋 $\frac{1}{2}$ 2吋の小ウオルシントン・ポンプ1臺を連絡させて、試みた事があるが此の位で丁度宜しいかと思ふ。

第十八 シャフト・クラッチ

次はポンプ・シャフトのクラッチの事に就て書いて見るクラッチは自走ポンプ船にのみ裝置されるもので自走せざるポンツーン船には此の裝置を必要としない。1個の汽機で前へ繼げばポンプを動かし後へ繼げば推進機を動かすと云ふ仕掛けをするには是非ともクラッチを裝置せねばならぬ。普通はクロック・ラッチで噛み合はせをするがポンプ・シャフトの方がパッキング・グラントの磨滅の爲めにのめつて來る、即ち第七十三圖に示した様に羽根の重量で下がつて來るとクロック・クラッチは噛みにくくなつてハンドル・レバー位では到底かゝらぬ、已むを得ずポンプ・

シャフトに枕をかつて幾分持ち上げて噛ませると云ふ様な非理想的な仕事を要する。

元來ポンプの羽根は重量が多い爲めネッキ・ブッシュに受けることは夥しい。そこへ持て来て砂が噛むと云ふのであるから、磨滅することは甚しい譯である。故に出来得る丈けパッキング・グランドとクラッチとの距離を多くし早く言へばポンプ・シャフトを長くしメタルを其間に二個設けてネッキ・ブッシュには何も荷重を負はぬと云ふ装置にせねばならぬ筈である、そしてメタルには充分注油して磨滅を




第七十三圖

防ぎ置けばクラッチの掛け外づしに困難する様なことはない。此のメタルは必ずスラスト・ベアリングを設けてパッキング・グランド及びブッシュは遊ばせる装置にすれば完全なものである尤も自走でなければエンジンは専門にポンプを廻すのであるからクランク・シャフトとポンプ・シャフトとはフレンチ・カップリングで繼ぐから此の心配は全然起らぬ。私は獨乙製の或るポンプ船を見たときも茲の構造が普通の設計であつて同じくネッキ・ブッシュに重量を負はせてある爲め擦りへつてシャフトの下に枕をかませて使用しつゝあるのを見て甚だ不完全な設計であると思ふたことがある。然も其の船の全體の設計と言へば實に細かい處迄注意が行届

いて殆ど間然する處がない位の模範的計畫であるにも係らず此の一點には注意を缺いて居つた。


第十九 ポンプの當板 (Pump lining)

ポンプ兩側のカバーは最もよく磨滅する處で此處の磨滅によりて羽根との間隙が多くなり従て効率が非常に低下する、極めて肝要な部分である。折角彈き出された水は是の隙を逆戻りして吸込み口に歸るから羽根は水をかぶらせるのみで無駄な仕事をする。故に此處の當板は精々取替へる事を怠てはならぬ。取替の勞力と材料は日々の石炭の無駄使ひと比較して見れば極めて些少のものである。

カバーの内張り當板は實によく磨滅するもので輪状になつて幾筋もの凹所を生ずる、軟鋼板を當てるのが普通であるけれども到底永續せぬ。私は小型のには皆チンチン鑄物か又はチルド鑄物の當板を作て内張りすることにして大分取替が減じた。大正4年から8年頃迄の實驗の結果では普通の鑄物板は6箇月で1吋磨滅しチンチン鑄物は16箇月でチルド鑄物板は24箇月で各 $\frac{1}{2}$ 吋磨滅したのを見た。故に軟鋼板の4倍5倍の壽命はある様だが詳細な統計は取た事はない。ボルト穴は如何にして明けるかと言へば、若しポンプ・ケーシングの方に既に古い元の孔が明いて居る場合には其の孔型を取て鑄型に鐵の駒を鑄込む、其の駒は圓形で斷面がの様に兩アリに作り、抜け出ぬ防ぎを付け直徑はボルト孔の3倍もあれば多少鑄物に狂ひを生ずるも錐もみに差支はない。

又ポンプもライニングも新製する場合ならばチルド鑄鐵板にするのが最も宜しい。夫れにはスパイラル・ケーシング當板の方は全周を8個乃至10個に割り家根瓦の様なチルド當板を作る其ポンプの渦巻き曲線は普通2個の異なりたる中心を以て畫く圓弧の續きたるものであるから——斯くすることはケーシングを旋盤で仕上げる際手數が省ける。コンパスで罫書き得ない特種の曲線では旋盤仕上げは出來ぬ。又コンパスも數多く中心の位置を變じていくつものRの違つた圓弧を續けた曲線では重い品物を何度もプラトに取付替へをせねばならぬ手數を増すので最大限2個を中心とする。若し1個で似寄つた曲線になるなら1個が勿論よいのであるが1個では如何に工夫してもうまく行かぬものである——従てチルド鑄物を作る爲めのチラールも二種類を用意せねばならぬ。(反りの異りたる)

先づ當板の厚さを1吋とすればチラールの厚さは5吋乃至6吋を要する、大

さはスパイラル・ケーシング當板を8ツ割りにしたものより四方に2吋宛も大きく作て置けば足りる。其のチルすべき面即ち湯を冷す表面に仕上げを施す必要はないので鑄肌の黒皮の儘でよろしい。之れに鑄杵を印籠にして簇まる様に作り當板の木型の背面にボルト孔の心取りを取付くる爲めにハバキを出して置き其れに向つて心取り(コア)  を植込めば何枚作るども孔割りのゲージは一定する譯で豫備と替へる際に孔の合はぬと云ふ心配は起らぬ。新製の時に豫備として3組位同時に製作して置けば8年位は持てると思ふ。取替は船員の手で出来る。

チルド鑄物は兎角脆くなり易い。脆いと大きな石塊を吸ひ込んで羽根が弾き出す瞬間に強く當板に衝突するので當板は割れる恐がある故にチルド鑄物は能ふ限り堅硬であると同時に強靱で粘り強くあらねばならぬ。さくい破れ易い性質では駄目である。

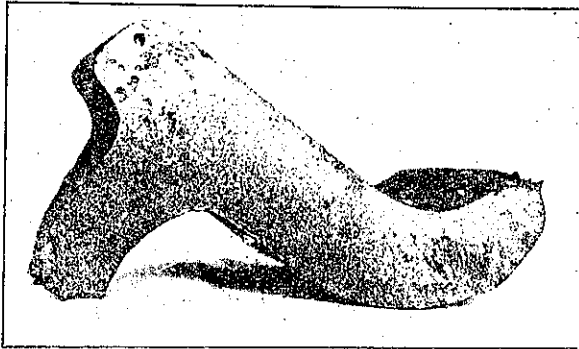
此れに付て私は色々と試験して見て英國製及獨乙製のチルド鑄物の硬さと粘ばさを標準として種々な方法を講じて先づ此れ位ならと思はれる程度に達したので前と重複する處があるかも知れぬが次に記して見やうと思ふ。粘ばさを出す爲めには軟鋼の屑を要するので、チルにするには白銑を要するが此の分量は少い程丈夫になる、分量が増すと兎角脆くなつて困る。鼠鐵は餘り上等のでない硅素の少ない方がよろしい。釜石銑又は印度銑がよいへマタイト銑は最もよろしい。

鐵	屑	4%	} 100.5
鼠	銑	52%	
白	銑	5%	
スピーゲル		1~500	

上記のものを成べく硫黄氣の少い(含有量0.8%以下)良質のヨークスで下ろして風壓20吋水頭位に強して湯は攝氏1,300度位(白く冴て居る取瓶の湯が赤味を帯びて來る位の程度)迄冷ましてから注ぎ込む此の際湯をよく攪拌する方がよい。元來チルは湯が固まる瞬間の結晶であるから餘り湯の熱度が高いと鑄型に入てから固まる迄にチラルが熱せられて湯の固まる時分には冷やす力が薄くなつてしまふ恐がある。出來た品物は赤い内に出して木炭と藁とで7時間位鈍まして置くと丈夫なものになる。チルは1/2時から1時入て背面に近づくに従ひ漸々結晶が細かくなり其間に黒點が現はれて遂に全くの黒鑄物となり第七十四圖の寫眞の様な状態になる、黒い部分はねばり強く且つ容易に仕上げに掛かり得るのでスパイラル・ケーシングと同じ圓筒形の表面にサーフェース・レースに取付けて挽く事が出

来る譯である。

上の鑄物は随分強くして2貫500匁位の槌(工場で所謂ポンコツと稱する大ハンマ)を以て10回も打撃を加へなければ破れない。外國製のチルド鑄物も凡そ其の位の程度である然るに普通の鑄物ならば唯一撃か二撃で破れてしまふ。試に試験棒を作て破斷力を見ると1平方吋に10噸乃至12噸位であるから普通鑄物の約2倍強い。



第七十四圖

上の調合分量に就ては澤山の研究が積まれて居つて皆夫れ々々特徴を有して居るので世間にはチルド鑄物に關しては多くの研究家があつて夫れ夫れ優秀な品質を得て居る茲に記したのはほんの私丈けの研究の結果で此の外數多き調合法がある事であらうから其の

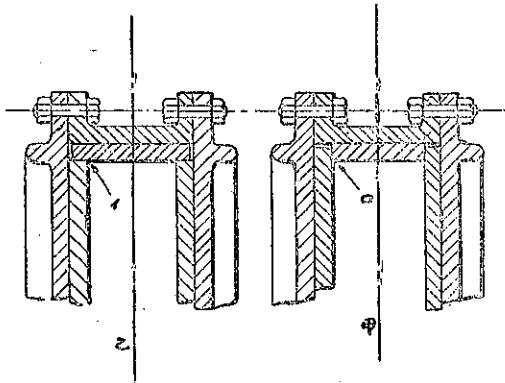
何れの製法にせよ今申した位の堅硬性と強靱性を有するものなら何でもよろしいのであるボルト孔は多く作る必要はない。當板1枚に付き4本宛でよろしい。其の孔がポンプ・ケーシングの方のリブに當らぬ様に初め設計圖の時に注意して置かぬと當板は孔をあけ替へることの出來ぬ品物であるから困ることになる。ケーシングへは此の方から孔を寫すのである。

ケーシングは鑄鋼製とする必要はない。當板が磨滅して破れる迄運轉しなければよい譯で當板を上の方法で堅いものにして置けばケーシングは銑鐵製でよろしい。費用の點も仕上げの難易も非常に違ふて来る。ケーシングは單に内張りの裝甲板を支えて居ることゝ水を漏らさぬと云ふ事の役目をするに過ぎないことなるから銑鐵で充分である。

ポンプ・カバー(兩側の)の方の當板は特に注意して一定の厚さに削らなければならぬ、2枚突き合せに取付けたとき目違ひを生ずるとポンプの能率も悪くなり段になつた角が磨滅を甚しくする。

米國の有名な渡瀬機會社の技術者に會ふたとき此の點に付て君の處では如何にするやと問ふたらポンプ・ケーシングをニッケル・クロム鋼で鑄造し特に磨滅の

多い處を分厚に作つて内張り當板などは着けぬ、本體が磨滅用をなさなくなる迄使ふ方が休業日数が減じて利益である。當板を替へる爲めに船の休業することゝ手數とは結局不利益であると云ふ説であつた様に記憶して居る。私はさうは思はぬ第一ニ、ケル・クローム鋼の大なる鑄物は銑鐵に比して非常な價格の相違である。現在日本の設備では斯くの如きものを完全に作る工場は極めて少數である。又チルド當板にして置けば兩三年は持つ。船は定期の修繕及エンジンの摺合せなどで必ず年一回は手入れをする時期がある、此際同時にポンプの手入れをするに餘分なる休業日数を増さなくとも出来る。米國は何事によらず大袈裟で使用に堪へぬ様になればそつくり全部を取替へると云ふ氣風がある、機械の設計が凡て其の氣味を帯びて居る。之は國內の天産原料の豊富なことから生じた氣風であらうけれども斯くの如きことは日本には不向きで一つのもは何物でも大事に面倒を見て使ふて行かねばならぬ國狀であるから愈々破損用をなさぬ迄は假りに多少の損はあつたとしても何年でも手入れを加へて使ふ様な設計もし又其氣風でなければ源資の不足な國に應ずる途ではない。



第七十五圖

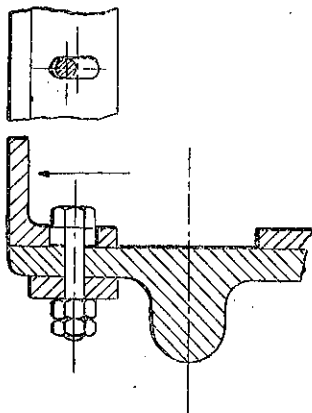
併し當板をする爲めにはスパイラル・ケーシングの断面を理論的な丸形に作る譯には行かぬので角形にする。故に無用な摩擦と水速を生じ不利益は此點に生ずるのである。丸形にする爲めには本體を硬い鋼で鑄造する必要も生ずるであらうが兩者の利害得失は餘程廣汎なる大仕掛けの實驗を重ねなければ到底わかるまいと思ふ。

スパイラル・ケーシングの當板とカバーの當板との張り方は第七十五圖の何れを探つたら宜いかと言へば乙よりは甲の方が宜い。何となればカバーの方の當板の小端は(イ)の如くスパイラルに倣つて合はせなければならぬ。仕上げにくい甲の(ロ)はスパイラルの方の當板の兩小端を同じ幅に仕上げるのみで曲線に仕上げる必要がないので手間は餘程省けるからである。假令へカバー當板が(ロ)の奥の如くにケーシングと間隙があつても差支はない、此れは鋼板の當板を作ると

き仕事の上に難易を生ずるので一寸した事であるが注意を要する、チル鑄物にしても同様鑄物が樂な譯である。

第二十 ポンプ羽根の構造

羽根は劇しく砂に摩擦されて非常に減るものであるから矢張り堅硬なる材料を用ひて作らなくてはならぬ、普通は鑄鋼製の本體に鋼板製翼を鉸鉸するか又はボルト締めにする。大型のはカバーと翼の磨滅して間隙の多くなつたとき翼幅を廣



第七十六圖

げ得る装置として鑄鋼製エッジ・プレートを着けて置く夫れは第七十六圖の如くボルト孔を横に楕圓にして置き二重ナットで締着くるが1吋以上もあるボルトの二重ナットが數多く突起して居るので水流に妨害を與へポンプの効率を低下せしむるものである、翼は出來得る限り圓滑に水を切て進まねばならぬから寧ろエッジ・プレートを廢してマンガニース鋼製翼を本體に兩皿鉸を以て鉸釘して仕舞ふ方が効率は高まる。鑄鋼製エッジ・プレートと鋼板當板とが磨滅する時間よりはマンガニース鋼翼とチル當板の磨滅する時間の方が遙に永いから

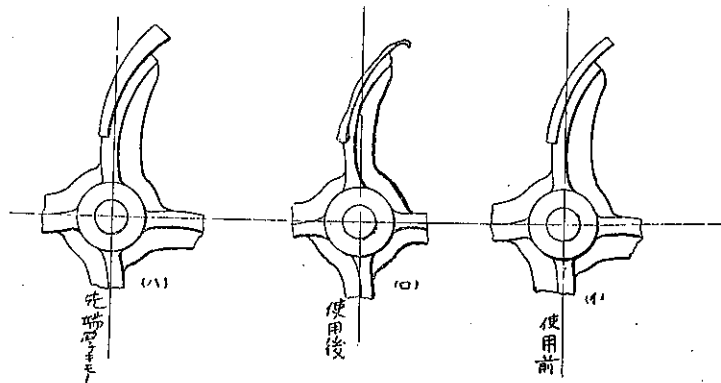
エッジ・プレートのナットを弛めて屢々廣げる事程左様に度々マンガニース鋼翼の鉸鉸を切つて翼を取替へることを要しない、さうすればボルト締めにして置く必要はないから皿鉸で鉸めて差支ない。寧ろ主要なるポンプの効率に重きを置いた方が毎日消費さる石炭若くは電力費用を節約し得るのである。

マンガニース鋼の性質は單に硬いと云ふのみではなくして一種不思議な摺り減らないで磨滅に抵抗する性質を有することは前に申した處であるがサテ何時でも必要に應じて大きなロールした厚板など得られない目下の工業状態であるからマンガニース鋼の鑄物でよろしい。鑄物とロール材との材料強弱比較は前に擧げてある通りで此の研究表に依て見るに弾性限に於ては鑄造品と鍛造品とは大差ないから破れる心配はない。ロール品なら最も宜いには違ひないが翼は過大なる荷を負ふことはなくして若しありとすれば吸ひ揚げた石籠に衝突する場合であるが此れも吸入管頭のローズに制限されて人間の頭程な大きさのは揚らぬ精々拳大に過

ぎないから打たれても左程劇しいことはない。

殊に厚さも充分厚く出来ることであるから鑄物にしても孔を鑄抜いて造る。充分熱処理をして水鈍ましを施せば安心して使用し得る。而して鑄物ならば特種鋼を研究して居る製鋼所なら何處でも相當に上手に早く出来る。價格は唯の鑄鋼品よりは高い品物に依て1貫目3圓以上5圓位迄で得られることと思ふ。

翼の磨滅する有様は第七十七圖の如く先端が最も劇しい。故に已むを得ず(ハ)の様 に先に餘肉を持たせて置く方が壽命は長い。



第 七 十 七 圖

本體も腕の着け根が最も多く磨滅するので茲から折れることが屢々あるが茲を餘り太くすることは水流を防げるから餘り好ましくない。

翼は3枚でも4枚でも宜しいが3枚よりは4枚の方が圓滑に廻り劇動を起さない。木曾川丸と云ふ和蘭製の浚漂船のポンプが(約30年前日本から注文して今以て使用して居る)3枚翼に出来て居たのを4枚翼に変更したら船體に感ずる震動が余程少くなつた。翼の直徑5呎程で排砂管徑2呎。吸ひ揚げて直接に送砂管約100間に排出する時の實驗であつたが土量も3枚と4枚で餘り増減はない。此の時の試驗した覺書を摘記して見やう。

3枚翼の場合(3回試験の平均)

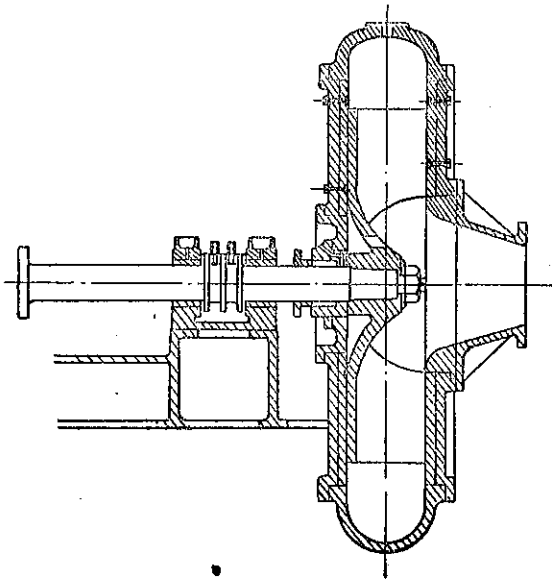
1 分 間 廻 轉 數	排砂管長	排砂管を通 る水の時間	1秒の流速
120	55間	57秒	10尺

4 枚翼の場合

118	94.4	56	10.14
106	98.0	66	8.91
106	98.5	71	8.32
110	98.5	65	9.09
115	98.5	60	9.85
120	98.5	57	10.37

之れに依て見るに水速は毎秒10尺内外で廻轉數が同じなら送水量は翼の數には餘り影響を蒙らないことが知れる翼のチップ角度は凡そ普通30度乃至40度位に造るが之に就て詳細な研究は私の友人荒木道君が機械學會誌第十九卷第四十四號に

於て發表されてあるので、浸漑用ポンプの學理的研究をさるゝ諸君は就て見られん事を附記して置く。



第七十八圖

インペラーは第七十八圖の如く一方にディスクを設け翼と當板とを直接觸れさせぬ構造に造ることもある。砂はディスクを擦つて出るから當板には餘り強く摩擦せざる筈であるが矢張りディスクと當板との間隙には砂が來て磨滅はまぬがれないものである、此の構造に作る時は必ず充分なるス

ラスト・ベアリングをシャフトに設けねばならぬ。吸管の方のバキウムがディスクを吸ふてインペラーは強く片寄りして吸管側の壁に當つて來る故に水の抜ける爲めのバランス穴を明けて置く事を要する。

ライナーの磨滅と云ふ事は其の物の取替ね修繕は大した金額でもなく全工事費に對する率は小さなものに相違ないけれども磨滅して効率の悪くなつたポンプを永く運轉して居る事は石炭とか電力とか其他何れにしても其の動力費の上に大損害を伴ふから日々の經濟上由々敷問題となるのである。修繕した許りの時の土砂の揚がり方と磨滅して來てからの揚がり方とは非常な差を生ずるのであるが、

之を知りつゝ兎も角も廻して居る場合が多い。土砂は全然揚がらぬのではなく兎に角量は減じて揚がりつゝあるので辛棒して使用する事が多い之が損失を起す事は可成大なるものだ、故に費用を惜しまずしてライナーとインペラルとは現在の工業程度で出来得る限りの耐磨滅性材料を選びポンプの効率を能ふ限り永く良く保つ事にする必要がある。

或る電力ポンプに付て調べた處がライナー及インペラルが7日乃至10日の間に片側1吋も磨滅する。其の磨滅は最初の2~3日間に急劇に生じて後は徐々に磨滅する。之に要する電力は水の揚がり少くなるに従て減少する、ポンプが軽くなるので3割位少くなるそして一方では土砂は約半分に減ずる。従業員給料は前と同じ事であるから坪當單價は次の割合で増加して来る。

取替當時	土 坪 1	電 力 1	給 料 1	$\frac{\text{電力} + \text{給料}}{\text{土坪}} = 2$
磨 滅 後	0.5	0.7	1	$\frac{1 + 0.7}{0.5} = 3.4$

結局耐磨滅性強ければ坪單價2の時が永く然らざる時は3.4の時が永いのであるから日々には左程目に立たずとも工事完了迄の總勘定に於ては大きなものになる。然かも其の船のポンプを耐磨滅金屬に替る費用が僅かに1日分の運轉經費に相當する額に過ぎない位のものであつた。故に之れには費用を惜しんで結局大損で一寸の勞力を惜しまず思ひ切て屢々取替わるのがよろしい。大工が1日の中に何度も道具を研ぐのと同じ道理で却て勞力が省けるから得になるのと全く同じである。

インペラルは前に記した兩袖の付いた所謂エンクローズド型の方が袖のないオープン型のより成績はよろしい。働作面に砂の通る分量が少なく且つインペラルの内面が譬へ磨滅しても効率に變化はないからである。兩袖とライナーの間隙が多くなつてもヴァキュームは低下しない。故に若しマンガニース鋼を以て此の型にインペラルを鑄造し心棒の筈まる勾配孔とキー道を仕上げる事が出来るならば其れが最も良い方法であるけれども辛ふじて孔は仕上げ得てもキー道は到底造り得ないので之に代ふるにニッケル・クロム鋼を用ふる、此の鋼は仕上げるのは容易で鑄を以てキー道を合はせる事も出来る。耐磨滅性もマンガニースに劣らざる程度迄は行くやうな報告もある様であるが(米國で電鐵のポイント・クロッシング

に比較した兩種鋼の比較報告) 私は上の兩鋼を砂に對して比較實驗をした事が無いから茲に明記する事を得ないが今後 2~3年の内には一部分の試驗報告を本誌に發表し得る事と思ふ。

其のニッケル・クローム鋼に付てブサイラス製ポンプの分析を神戸製鋼所で行ふた結果を記して見れば

ニッケル・クローム鋼分析表

	炭 素	マンガニース	ニッケル	クローミウム
インペラル	0.382	0.639	1.752	0.691
カッター	0.376	0.686	2.098	0.76
ポンプ・ケーシング	0.387	0.686	1.847	0.784

上のポンプはインペラル直徑7呎でカッター付きでポンプ全體が此の特殊鋼の丸吹きに出來て居るので別々に分析した結果少々宛皆成分が異つて居るが併し分析は同一物體でも部分によつて多少差を生ずるから上の三品は多分同一方法のチャージであつてカッター丈け特にニッケルを増して特製したのでもあるまいかと思はれる。そこで此の位の程度のものならば内地で自由に作り得る様に今では製鋼術が進んで居るから唯單に分析に現はれた丈けの品物ならば確かに國産に於ても得らるゝが併し之を使用して見て耐磨減力が同様に行くか否かは全く實驗によつて決定されなければならぬ。名古屋の大同電氣製鋼所では熱心に此の鋼の產出に努力して居ると云ふ話で試に分析を聞いて見ると

炭素0.6、クローミウム 0.8、ニッケル 3.0 位のもの迄造り得る之はマンガン鋼と耐力が同じだと言ふて居る、そして價格は可成り低くいので普通鑄鋼を用ふる位なら寧ろ此の特殊鋼を注文した方が利益かと思はれる。1貫目に付て2圓乃至3圓位(物の大小粗密によつて違がふ)で供給すると云ふので普通鑄鋼の貫1圓80錢位の程度と比較して非常の差ではない。私は目下設計しつゝあるポンプ船に向てライナーには例のチルド鑄鐵厚1吋 $\frac{1}{2}$ のものを用ひインペラルにはニッケル・クローム鋼厚 $\frac{3}{8}$ 吋にしてブレード・チップに於て2分厚くしたものを造つて見る積りで之が出來た後に精確に耐磨試驗をして見た報告が出來やうと思ふ。

私が嘗て設計し且つポンプ羽根の構造の項に於て記して置いたマンガニース鋼のブレードとチルド鑄鐵のライナーを有せしめたポンプを約7箇月使用後調査して見たときライナーの厚が $\frac{1}{8}$ 吋弱マンガン鋼の方が $\frac{1}{16}$ 吋磨滅してつまりブレードとライナーの間に $\frac{1}{16}$ 吋の磨滅を生じて居た。砂は可成り細かい方で泥も混じて居

る場合である。此のときライナーの裏に8吋位の木の薄板をかませて再び取付くれば新製時と略同様のものになる、チルの深さは充分残つて居るが故に。プレートにエッジ・プレートをボルト締めにして之を広げるよりも、ライナーに裏詰して出す方が作業は手間がかかるがボルト・ナットによりてインペラルの水勢を妨げて効率を殺ぐのよりはよいと思ふ。

第二十一 サクシヨン・バルブ

船の吃水線とポンプの高さとは多くの場合稍同じ位になる。譬へば船のロール・ア・プレートが10吋其の上にポンプ・スパイラル・ケーシングが1吋内外の間隙を置いて立つと假定してケーシングの徑が6呎とすれば船底からポンプの頂點迄約7呎となる又、6呎位のポンプを持つ自走船の吃水は凡そ5~6呎となるものであるからサクシヨン・パイプは必ずポンプの吸込口から上方に向ひ吃水線上に於て船外に出て再び下方に向ひ水底に達するのでパイプは多くの場合ループを作る、即ち峠が出来る。此の峠の出来る時にはサクシヨン・バルブを必要とせず、峠を作らずして吸込口から水平に船外に出さうとすると必ずサクシヨン・バルブを要するので若し此れが無いときにはポンプ夫れ自身が吃水線以下の外板と同じ危険性を帯びることになるので入渠した時より外にポンプ・カバーを外すことが出来ぬ。

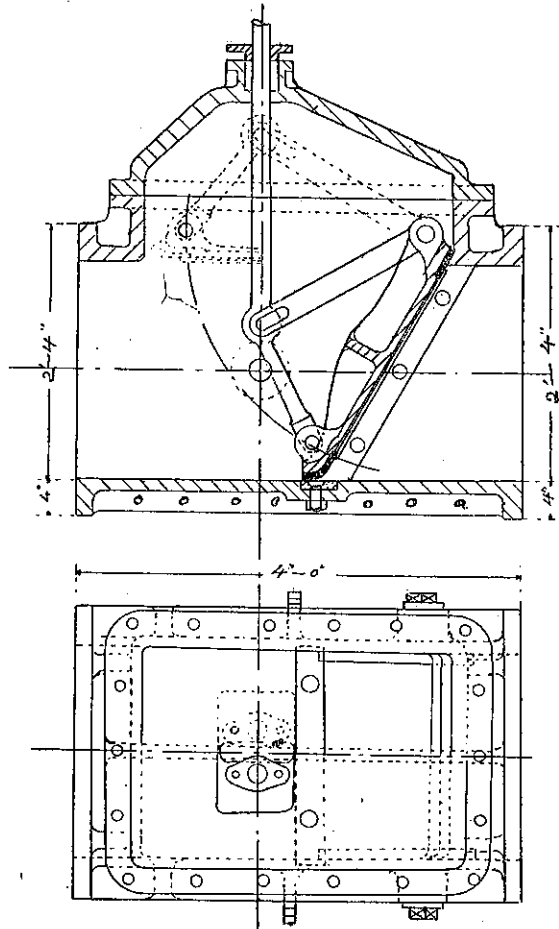
ループは無い方がポンプの利きは宜い何となれば峠の頂點に空氣がたまり之が真空の爲めに膨脹して水流断面を縮少する。此の作用はポンプの當板も翼も磨滅せぬ内は真空が13乃至15吋位能く利いて吸ひ揚げ力が旺盛であるから空氣を共にパイプから水と共に吸込んでポンプ外に排出し得るから少しも差支ないが、追々と磨滅して隙が多くなると真空は仲々15吋など利かないで7~8吋位以上真空計は登らぬ、斯くの如くなると峠に滯る空氣は水と共に追ひ下げられては亦登りポンプを通つて排出管迄は追ひ出されずいつも峠にうろうろして流水断面を縮少し通行の妨害をする。

それ故にループは作らぬ方が宜いけれども一方に於て破損し易い船外の革繼手を常に水面以下に置くこと云ふ事は取替修繕に非常なる不便で船を傾斜させて水上に露出させるか入渠するかせねば故障を發見することも出来ぬ。(併し繼手の氣密と云ふことは完全に保てる利益はある。)

依て己むを得ず峠を作ても革繼手は水線上に置かねばならぬ必要を生じるがポ

ンブの効率から考へるならば不便でも水中に継手を置いてループを避けるが理想的なので従て完全なサクシヨン・バルブを設けねばならぬことになつて来る。

此のバルブも清水のみであるならば極めて容易に水密を保つ事を得るが年中土砂に冒され磨滅する箇所であるからバルブ・シートは傷んで水密を保つ事は容易でない。故に到底出来ない相談なら之を省きループにする。



第七十九圖

又ポンプの吸込管を必要上二股にすることがある一方は船外から一方は砂倉からと言ふ時か若くは船の兩舷から吸込み度と言ふかの場合には是非サクシヨン・バルブを要する、而して其の形式はコックの形に作ることもあるしスルース・バルブの形に作る事もある。併し何れにしても大きな物になつて且つ前申した譯で

氣密は保てず従て水密にもならぬ。空氣が漏り込めば勿論ポンプの利きは非常にわるくなるから兩舷なら一方のサクシオン・パイプを水中に落して氣密にするより外致方がない。スルース型ではバルブ・シートの間に石碗などが挟まつてシートに納まらぬことなどが起りロック型ならがさがさなゆるいものにして置かねば廻らぬ。何れにしても完全ではないが私は磨滅しても幾分の新製當時の状態をより永く續けさせ度い考からバルブ・シートを焼入鋼として成るべく砂流に逆らはない様に突起物を少くし従て磨滅を防ぐ積りで第七十九圖の様なものをして設計して大阪鐵工所に於て製作したことがある。此れも完全ではない。試験して見るとポンプ・パキアムが水銀2吋位下がる程漏氣はするがバルブ・シートの磨滅は大に減少することと思ふ。

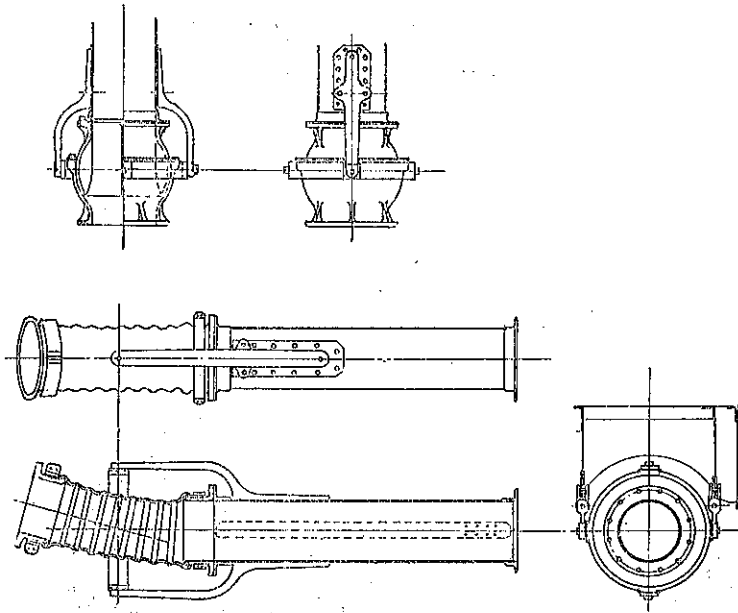
兩側のシートは已むを得ず突起させたけれども底部シートは表面サスリにしてバルブのゴムが表面を押へる。砂流は重に管底を摺て通るのが多いので天井の方は割合に砂が少ないからバルブを開いたときはゴムは砂や石に當ることが少ないであらふと云ふ案である。

第二十二 革ジョイントとボール・ジョイント


吸管及び排出管共自由に曲がり得る様にする爲め革ジョイント若くはボール・ジョイントを取付ける。ユニバーサル・ジョイントと名づける機構を應用したものであるが普通此れをギンブル・ジョイントと稱して居る。ボール・ジョイントの方には此の股形の腕を必要としないがパッキング・グランドの漏水を防ぐには効能がある第八十圖の如く革製の場合は厚さ1分5厘以上2分位の牛皮（クローム革と云ふのが耐久力がある）を捲いて直徑2分位の銅鉸を以て2列鉸に鉸釘する。ピッチは成るべくこまかく厚5厘位の銅座金を當てる。若し吸管なれば内部から鐵環（ハーフ・ラウンドの断面）を入れ4吋位のピッチとして同じく銅鉸を以て革と鉸釘して置く。排出管なれば外部から當てるのである、環と革と擦れ合ふて角が革を傷めるのでハーフ・ラウンドにするのである。

革の代用としてブック（帆布）を5枚位重ねてセール糸か針金で縫ひ合はせ互に離れぬ様にして捲き合はすこともある之は排出管には差支へないが吸管には不適當で漏氣が多い。排出管に使ふにしても砂の爲めに縫ひ合はせた糸がすぐ切れて3枚なり5枚なり重ねて1枚にしてあるものが内部の層から漸く離れて來る。

内部の1枚が破れると其の破れ孔から土砂が浸入して増々層が離脱し重ね合せて丈夫な厚いものとしたる効能はなくなつてしまふ。そのみならず大きな破れ片が附着して管の徑を縮小せしめて流水を妨害することが往々あるけれども外部から見ては発見が出来ない。何れにしても壽命は短い。革にしても半年は保たぬ。ゾック製にして2箇月がやつと位であるが原價は革よりは低いので優劣はわからぬ。フレンチと繼ぐにはバンドを以て締め付くるのであるが脱出させぬ用心にパイプの縁を半甲丸とする其の高さ迄は麻糸の様なパッキング材料を捲き付けて後革筒を篋め込み其の外からバンドを掛ける様にせぬと氣密にはならぬ。甲丸の外徑に篋まる革筒の内徑が直接鐵管の肌に當る迄バンドで締めるときは澤山の皺が出来て空氣なり水なり漏るから甲丸の外徑迄はパッキング材料で鐵管を太どらせて置く方がよろしい。マーネンと白ペンで捲くのもよい。



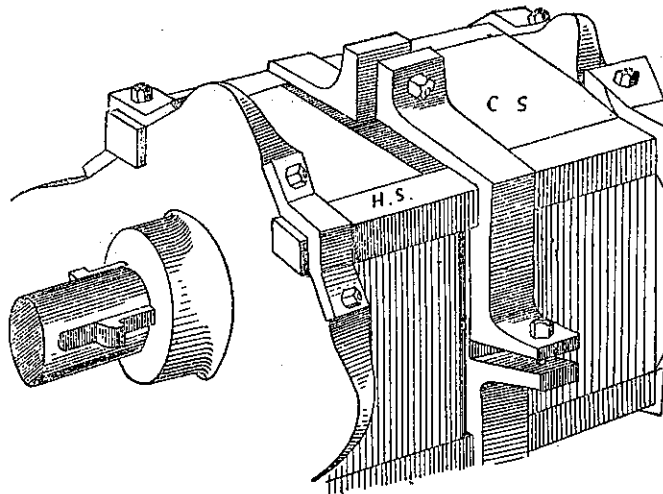
第 八 十 圖

バンドの合はせ目の内面は丸く面を取て置き其の下に薄い鐵板を敷いて革の肌とバンドの角とが直接觸れぬ様にするがよい。然るときはバンドの締め込みが充分利いて來るのみならず革を傷めない。バンドは必ず二本以上を設けて合ひ口は互ひに直角に向けるのが氣密に有効である。吸管の繼手で尙ほ上の如くし

ても漏てバキウムが揚がらぬ様ならば外部から光明丹と白ペンを合せたものを革と鐵管の合はせ目に塗り付けて其の外からヅックを捲きマーネンを以て縛り付ければ大抵漏りは止る光明丹と白ペンの持合せが無ければ單に粘土を塗てもよろしい。

戰時中物價騰貴に連れて革の値が暴騰した際何か代用すべきものは無いかと考へて靴の裏のゴムが土砂の摩擦に堪へて持續するから革位の壽命はあらんかと厚4分のシート・ゴムで筒を作り吸管に試験して見たけれども如何なる譯か其の時は革の半分も持たないで破れた。併しゴムの質に因て大に差があるであらふと思ふので私は猶より多くの試験を重ねたら必ず革と同じ位の成績を得らるゝかと信ずる。

ボール・ジョイントは傷みは尠ないけれども重量が多く且つパッキング・グランドから漏水が起り易いので一般には餘り用ひられぬ。曲り得る角度は革の提灯繼手より少ない此れは普通銑鐵製であるがもつと強い材料で軽く且つ低價に作り得るならば勿論革よりは耐久力はある筈であらうと思ふ。 (完)



第三十六圖 (其二)