

言寸

言義

土木學會誌 第十一卷第二號 大正十四年四月

浚 渫 船 に 就 て

(第十卷第三號所載)

會員 工 學 士 關 毅

加納工學士の『浚渫船』は同氏がバケット浚渫船及サンド・ポンプに對する多年の實際的御研究を陳述せられたもので克く微に入り細を穿ち寔に貴重の文字であつて、殊に近來我邦に於ても勞銀が著しく昂騰し凡ての工事に機械力を利用せねばならぬ様になつたに拘らず、やゝもすれば専門外として其研究を怠り勝ちな吾々土木技術者に機械的智識を與へられた點に於て大に感謝すべきものと思はれます。

私は敢て討議と申す意味には當らぬかも知れませぬがサンド・ポンプの構造運轉等に就て自分の經驗上感じた事を二三述べて同氏の高教を仰がうと思ひます。

大體の構造に於てポンツーンを移動させつゝ浚渫するもの即ち self feeding のサンド・ポンプでは吸入管を船側に釣り下げるのを普通とする様に述べられてありますが、捨土を吸揚ぐるものでない限り斯かる構造は不利と思はれます、clean sand (さらさらした細砂)であつて吸ふに従つて吸入口に崩れ込む様な土質であれば差支ないが常に斯かる場所に於てのみ作業する事は望まれない、時には砂と粘土とが混じて相當に粘り強い土層を構成して居る所をも浚渫せねばならぬ、否寧ろ斯かる場合の方が多いのであるから矢張りバケット船の如く船體の中央にウエールを切り其中にラダーを下げ吸入管は此ラダーの中に取り付け吸入口にはロータリー・カッター又はウオター・ジェット等の裝置をするのが有利と思はれます、尙著者は hopper type の船にて粘土層を掘る場合にカッターを附するの必要を説かれて居りますがカッターは土砂を攪拌して吸込み易くするばかりでなく cutter blade の曲線を適當に設計すれば screw の如く働き掘整せる土砂を吸入口に送り込む

作用を爲すものであるから一般にサンド・ポンプに使用すべきであつてホツパーの場合には fröhling 式とする途もある故寧ろ self feeding の場合に特に其必要を感じずるものと思はれます。

次に提灯艦手を多数用ゆるより土運船を用ふる方有利でないかとの御説は首肯されません、土運船を用ふる場合でも揚土する場所では干満の関係其他から絶対にフレキシブル・ジョイントを使用しないで済む場合は甚だ尠いし、且一回で足りるポンピングを二回にし又は三回にし（土運船に水を注入する場合）其上土運船の曳船費を要するので不廉となるを免れません、地形及び距離の許し得る限り土運船を用ひず浚渫、運搬、揚土の三動作を只一回のポンピングにて済ますのが最經濟的であります、(フレキシブル・ジョイントの構造に就ては別に述べます)、私共の経験では 5,000 尺位までの距離ならば一段のポンピングで差したる困難を感じません。

ポンプの計算法に於て著者は頗る簡單明瞭な最も實用的の方法を示されて居ります、元來サンド・ポンプは普通の清水の場合と異り其能率は最多く土質によつて支配されるものであるから設計に際しては土質の研究が最大切であつて其土質は同一地域同一地點に於ても千種萬態なる故に、水力學上の諸計算は斯く簡単な方法を以てし其結果に充分の割掛けをして置くのは適切な方法と思はれます、然しながら幾分安全に過ぎるかの感も致します、例へば管の抵抗換算水頭の公式は Darcy の型で最大値に近い結果と考へられ、次にインペラの圓周速度を算出する式も

$$v = C\sqrt{2gH}$$

から來て居ると思はれますが此 C の値に就ては 1.10 乃至 0.85 とされて居るので著者の示された式は最大値の係數に相當する、尙其上に計算實例に於ては接手曲管の損失及砂交りの水は清水より摩擦多き故を以て 3 割の割掛けをしてあります、斯く度々の割掛けは累積する結果稍過大となりはせぬかと思はれます、揚土量が豫想よりも増加すれば結構であるのは勿論の話であるが之も程度を越せば困る事があります。

ポンプ、ケーシング、ケーシング・ライナー、インペラ、インペラ當金等の材料に就ての詳細なる御研究は悉く同意致します。私共の使用して居るピサイラス社製サンド・ポンプ(1,000馬力20吋)の第一回目のケーシングはニッケル・クロム鋼でありましたが其壽命は運轉時間 4,964 時間、土量 217,683 立坪でありました。之

を和製ポンプに比較するに最近の例では鑄鐵製（750馬力21吋）にて大體同じ様な仕事に従事し送泥距離も略同様であつて其壽命が運轉時間 4,379時間、土量175,264立坪でありました、此實例に於ては運轉時間に於ても土量から云ふても（馬力の差を考慮に入れて）ニッケル・クローム鋼の方が遙に不經濟であるのは申す迄もない、而して其原因を研究するとニッケル・クローム鋼の方は鑄瑕、ブローホール、シユリンケージ等があつて局部的の缺點から全體の壽命を害した結果になつて居ります、設備が充分であり技術も熟練して居るピナイラス社の製品でありながら斯かる不満足の結果となつたのであるから特種鋼の鑄造にはまだ幼稚な我國では斯の如き結果は更に多いと思はれます、インペラ、インペラ當金等にマンガン鋼等を使用して見た實蹟も普通の鑄鐵又は鑄鐵を用ひた場合より比較的の不經濟に終つた例が多いのであります、即ち hardness も大切であるが同時に homogeneous と云ふ事が頗る肝要であるから大型の物や複雑な形狀の鑄物いものは特種鋼を使用するより却て普通の鑄鐵等の方が實際的に有利と思はれます。

又著者はチルド鑄物を推奨して居られるが此點も同意します、而して同時に普通の鑄物でも其鑄肌は土砂の磨滅作用に對して可成りの抵抗力を持つて居るから土砂に面する表面は成る可く銷り仕上げをしないで鑄肌を其儘使用するのが有利と思はれます。

インペラの翼の數は3枚又は4枚とし4枚の方が劇動が少く好結果であると申されて居るが大型のポンプには5枚6枚又は7枚のものもあり清水の場合には理論上多い方が宜しいが土砂を揚げるポンプでは土砂の通過する爲め相當の cross sectional area を必要とし殊に砂礫又は木根等を吸揚ぐるものでは翼と翼との間隔を相當に大にせねばならぬ、故に小さなポンプやインペラの厚さの薄い場合等では4枚でも多きに過ぎる、即ち翼の數はポンプの大きさ浚渫土砂の形狀等より研究して定むべきものであると思はれます。

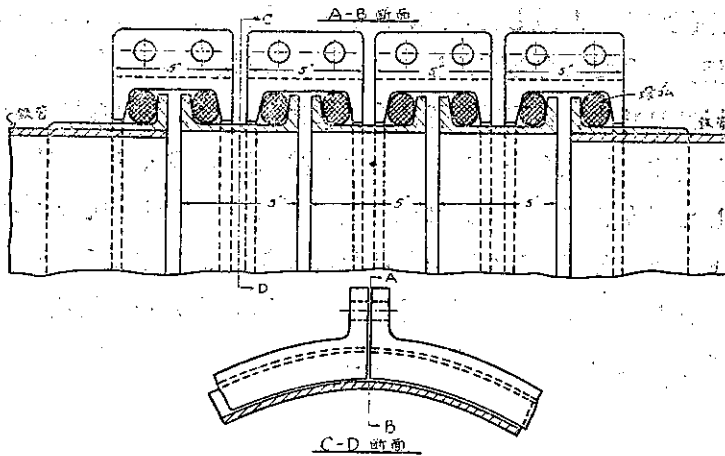
Self feeding のサンド・ポンプの操縦はスパッド (Spud) による法即ち著者の所謂家鴨式を最有利と信じます、碇によるよりも運轉が容易であり水夫の數を減じ得且浚渫の位置や深さを正確にする事が出来る。水深が非常に大なる場合風波のある場合等には不都合なのは申す迄もないが之とて程度問題であつて水深大なる時はスパッドの長さを増し且其ガイドを長くすれば 差支ない、私共の工事にてはスパッドの長さ50尺で最大干潮面下28尺（満潮時には36尺）迄掘つて居りますが船

體の深さは8尺で船底より以下には何等特別のガイドを附せずして作業に支障を來しません、將來は水深を最大干潮面下30尺（満潮時38尺）迄に増加する計畫であるがスパッドの構造は此儘で遂行出来る積りで居ります。風波に對しても鶴見沖で作業し風速10米突、波の高さ3尺位にては運轉に差支ありません、それ以上の荒天でも運轉出来る事はありませんが、浮泛排泄管の動搖があまり激しくなるのと電気動力の爲めに萬一陸から排泄管を傳つて船に來て居るケーブル線が切斷する時船は凡ての働きが出来なくなる恐れがあるので此程度の波浪で運轉を休止して居るのであります。

可動継手には種々ありますが壽命の點より云ふ時は鋼又は特種鋼にて製作せるものが最經濟であつて吸入管及排泄管の船尾に於けるものはトラニオン・ジョイントとし浮泛排泄管に於ては私共の使用して居る鎧ジョイントが最有利であらうと思はれます、吸入管は前述の如くラダーに取付けるので其ラダーと船體との接續部にトラニオンを附ければ宜しくサクシオン・ホースを用ふる事は其壽命より云ふも斷面積がラダーの上下動によつて變化する點より云ふも感心しません。又排泄管の船尾（又は舷側、即ち管が船内より船外に出づる處）に在るジョイントはスパッドを用ふる場合には申すに及ばず旋によつて運轉する場合に於ても交互に反對の方向に激しく屈曲する爲め傷みが最多く他の部分のジョイントに比して特に壽命が短い、故に之亦トラニオン・ジョイントとするのが有利であります。

次に浮泛する部分の排泄管の可動接手として私共も革、護謨、帆布等を使用して見ました、然し管徑が大きく水壓が比較的高い爲め（管徑22吋管長3,000尺乃至4,000尺にしてポンプ室水壓計は36吋磅乃至41吋磅を示す）革、護謨ボール・ジョイント等は何れも flexibility が不充分であつたり重量が過大であつたりして成績が悪く主として帆布を使用する事になり、近江帆布會社又は横濱帆布會社等の技師にも相談して横絲縦絲の數又は絲の太さ等を種々工夫したりして相等苦心して見ましたが帆布の壽命は頗る短く其費用が巨額に上り戰時中米國が其輸出禁止をした際などには1箇月 10,000圓以上になる事などがあつて大に困難したが近時は鎧ジョイントを使用して好成績を収めて居ります。鎧ジョイントは東京灣理立株式會社埋築部長渡邊了武氏の考案になりチャンネル(channel)を以て内輪及び外輪を造り之を圖の如く組合せ護謨のバックグ・リングを其間に抱かせて小田原提灯の胴の様にしたものであるが管内に水が通れば水壓の爲めにチャンネルは此バックグ

リングを壓迫して水密となる、殊に砂交りの濁水が流れて居る間は殆ど全く漏水がありません。而して其壽命は水壓が上記の如く36乃至41呎、流速が10呎内外、約1割位の粗砂を流過せしむる場合にチャンネルは1箇年半乃至2箇年、パッキングは約6箇月位使用出来る、之を帆布ジョイントに比すれば其原價は現在の相場にて約8倍壽命は20倍に相當し取換に要する時間の損失を考慮に入れないでも尙2.5倍の經濟と云ふ事になります。



ポンプの回轉數を毎分150乃至250とし300以上は稀なりとされましたが之は主として蒸汽動力のポンプに就て申された事と思はれます、電氣動力に於ては寧ろ300以下の方が尠いと思はれる、私共の使用して居るサンド・ポンプは1,000馬力のものが375回轉、750馬力のものが2隻あつて一つは375、一つは600、150馬力のものが2隻あつて共に600である、600回轉のものでも注油其他左程の困難を感じません、尤も現在750馬力の高速度の方はダブル・サクシヨンであつてサイド・サクシヨンのポンプではスラストベヤリングの關係からあまり高速度にする事は望ましくないが600回轉位迄は差したる困難はなからうと思はれます、電氣動力に於て回轉數を大とするは電働機のボール・ピースの數を尠くし従て其形を小さくして製作費を節せんとする爲めであるが同時にインペラの徑を小にして克く高さ水頭の仕事を爲し得るの利益がある、然し一方インペラ翼の尖端が磨滅した場合其磨滅によつて生ずるインペラ徑の減少の割合が比較的に大きいから能率の低い仕事を餘儀なくされる時間が長いと云ふ不利を伴ふ、故に如何なる回轉數が最も有利であるかと云ふ事は簡単に決定し難い、私共の使用して居る實蹟

では同じ750馬力のポンプでも375回転の方が600回転のものより好成績であります。

序に少しく電気動力に就て申したいが私共では創業の当初より種々研究の結果サンド・ポンプの原動力に電気を使用する事にして今日まで作業しつゝありますが概して蒸汽サンド・ポンプに比して成績良好と信じます、諸機械の形が小さく且つボイラーがない爲めに船體も小さく最初の建造費が著しく廉なる點、火夫を要せる爲め乗組員の數を減じ得る點、運轉方法が簡單且つ正確である點等の利益があるので相當料金で電力を購入し得る地方にては特別の理由のない限り電気の方が有利と思はれます、大湊興業株式會社では水力電氣が得られないのに拘らず電燈事業を經營する姉妹會社をして火方發電設備を増設せしめて電気サンド・ポンプを運轉して居ります。又最近には米國政府にてホッパー式のサンドポンプ船内にディーゼル機關を裝置して電氣を起し之によつて電氣推進及び電氣浚渫を行ふ浚渫船を製作しました、其成績は未だ發表されて居りませんが浚渫動力として電氣を用ふる事は既に此點まで進んで來たのは注目に値すると思はれます。(完)