

論 說 報 告

第 20 卷 第 7 號 昭和 9 年 7 月

小 型 潜 函 工 事 報 告

會 員 鈴 木 美 英*

Small River Caisson Work

By Yoshihide Suzuki, Member.

内 容 概 概

本文は水中潜函として従來施行せられしものに比し頗る小型のものにして潜函の進水並に据付等は新らしき試みによる釣下式を採用し沈下計畫には排氣沈下を考慮に取り入れたる水中小型潜函施行に對する工法を記述せるものなり。

1. 位置及び設計概要

本工事は發電に要する石炭を陸揚すべき揚炭機のため延長 108 m に亘る鐵桁を受くる爲の基礎柱であつて尼ヶ崎市外大庄村尼ヶ崎埋立地内關西火力發電所敷地東側運河に沿ふて岸壁より 15 m の河中に建設されたものである。

基礎柱の間隔 18 m 基數 7 基を本工事との連絡上第 1 期と第 2 期とに分轄し、第 1 期は 4 基を 8 月中に、第 2 期は 3 基を 9 月中に完成する豫定で、昭和 8 年 5 月 14 日工事に着手した。

潜函軀體は鐵筋コンクリート製横 8 尺、縦 10 尺の矩形で平水面以下 80 尺附近の砂利層まで達せしめ 4 方に 2 尺宛の切り擴げをなし擴大部及び作業室のみにコンクリートを填充し井筒内部は水を満たし上部は厚 4 尺のスラブの上に 4 尺に 8 尺の矩形柱を構築し以て鐵桁を支持せしめた。

2. 作業方針の決定

作業場附近の状況を見るに北側に水路工事を控へ、西に貯炭場その他岸壁に添ふてはシート・パイル並に杭打工事、南に材料置場、荷揚場等を控へ、而もこれ等の諸工事が一齊に着手された爲、僅に水面の使用を許さるゝのみで流石に廣大なる敷地も手の出し様もない程の狹隘を感じた、尙 8 月末より 9 月に掛けての颶風時を控へ未だ防波堤の完了も見ず、この難關を切り抜けるには技術上の考慮は勿論であるが工期の促進に依つてどうしてもこの時期以前に完成するのが最も當を得た策であり、又平時に於ても西風の時は 2~3 尺程度の波は普通とせられ干満の差は約 2 m 内外、これ等の事に對しても相當の考慮を拂ふ必要があつた。

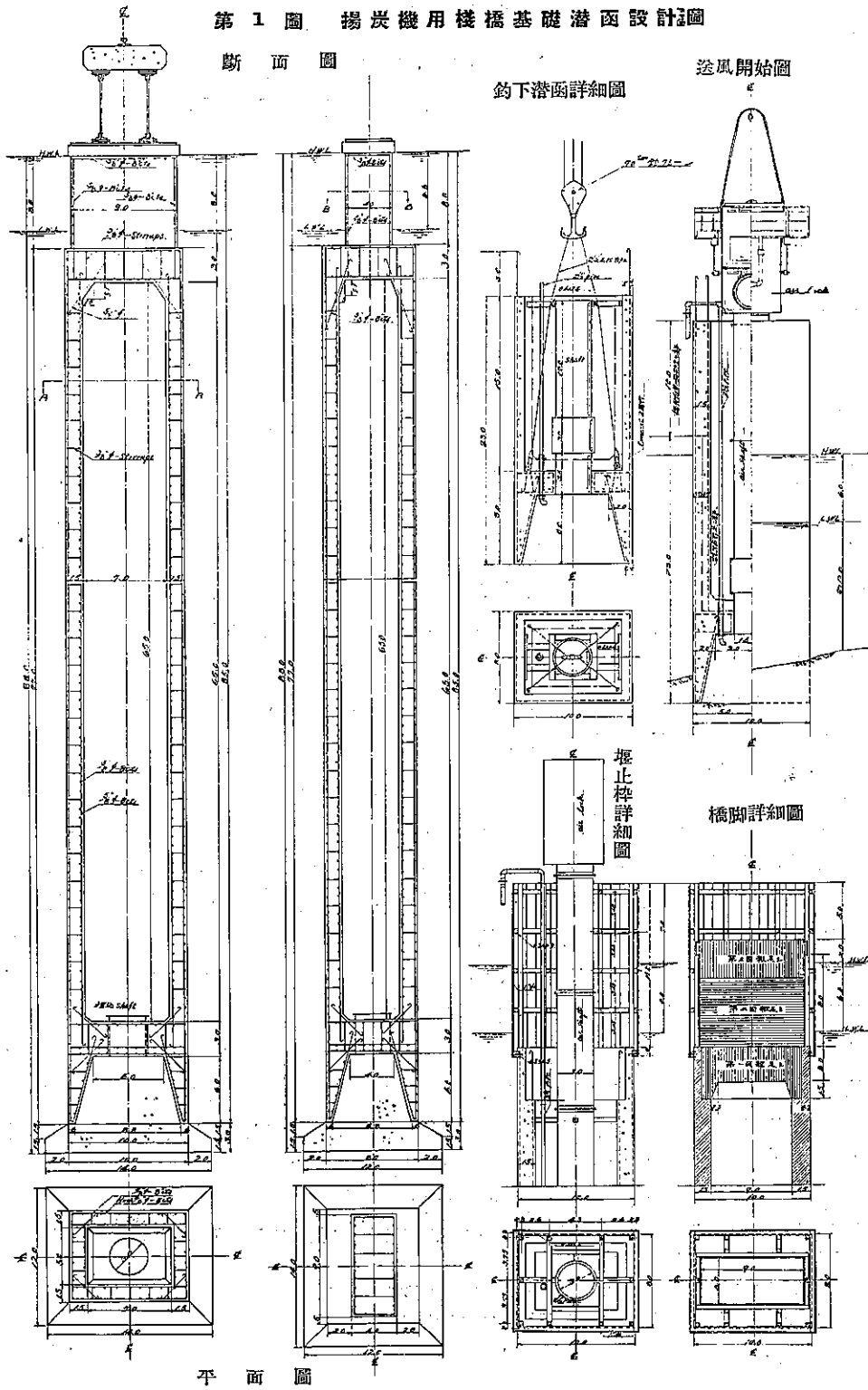
河底の状態は南北則ち岸壁に平行せる方向は殆んど水平、東西則ち河の中心へ向ふ線に對しては最大 45 度位傾斜せる箇所があり潜函据付には特別の方法を要し、又偏壓の影響をも考に入れて置かなければならない。

その他電力の供給、給水、他工事との連繫等擧げれば際限がないが、大體以上の様な状態の下に作業方針の決定には種々なる案があつたが結局下の 5 つの原則を得、これに依る事とした。

- (1) 軀體は陸上に於て製作し起重機にて釣下げ曳行沈置する事
- (2) 河底の傾斜は豫め潜水夫を以て地均しせしむるも尙不充分なる箇所は土俵積をなす事
- (3) 空氣壓縮機は陸上適當なる箇所に据付くる事
- (4) 掘鑿土捲揚用ウキンチは陸上に据付け必要に應じて移動する事
- (5) 上記以外の諸設備は臺船上加又は假棧橋上にてなす事

* 潜函工業株式会社々長

第 1 圖 揚炭機用棧橋基礎潛函設計圖



以上の内(1)は全く新しい試みである、従来潜水据付の方法として計畫或は採用されたものは築島上に直ちに構築するもの進水臺上に構築し滑走又は捲下げ進水し曳行沈置するもの、或は棧臺上に構築し徐々に釣下げ沈置する事等であるが工費並に風浪に對する災害等を顧慮し本工事には適當と思はれないことに採用せる沈下式沈置は軀體重量が軽かつたから採用されたとも云ひ得るが作業上の危険もなく而も確實性があり後述の如き成績にて完了し得た事は本工事の工期を全く決定的ならしめたと云つてよい。(5)は作業場の狹隘から制限されたもので巖装用デリック・コンクリート・プラント等を1組の臺船に設備したのであるが、これは2個に分けた方が更に便利であつた様に思ふ。

3. 軀體製作及び釣下げ準備

最初曳行沈置すべき軀體は最も軽く而も水密にして水壓に耐へ、且又次の作業に便利でなければならないと云ふ條件の下に計畫された(第1圖参照)。設計上の壁厚1.5尺を8寸に作業室天井厚3尺を2尺に減じ釣下げ据付後これ等不足部分のコンクリートを打ち足す事にし夫々補強鐵筋、筋違筋等の配筋をして置いた、最初は補足コンクリート打部分の鐵筋及び假枠も取り付けて置き釣下げと同時にコンクリートを打つ積りであつたが、重量を少しでも軽くすると云ふ意味から釣り下げ後鐵筋假枠の取り付けをなしそれからコンクリート打をしたが、實際の結果は案外で水の滲透もなく(外部は防水モルタル塗り)釣下げに要した設備も取り拂つて了つたので易々と作業が出来た、則ち結果から見れば釣下げ後直ぐにコンクリートを打たなければならないと思つたのも杞憂に過ぎなかつた譯でこの際少しでも重量を軽くし危険に備へた方が得策であつたのである。

釣下げに用ふる臺附けは $2\frac{1}{2}$ 吋のワイヤー・ロープ2本を兩端に豫め軀體スラブの4隅に埋め込んであつたフックにシャックル止めとなし中央をクレーンのフックに引掛ける如くにした、これは4本のワイヤー・ロープに平均に荷重を負擔せしむる爲である。

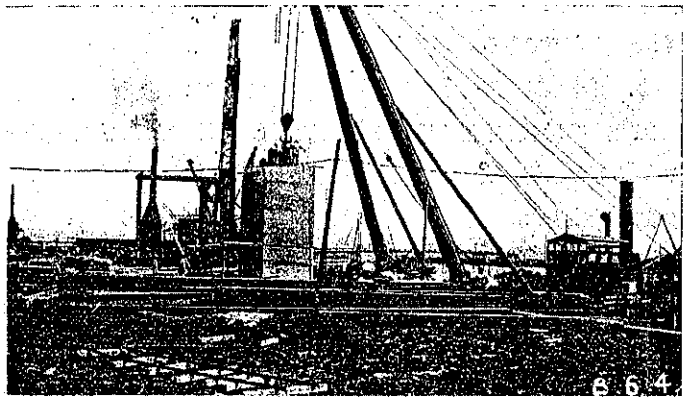
尚進水前に裝備して置かなければならないものはシャフトと送風パイプとである、シャフトは進水後軀體內に水の進水を防ぐに必要な高さまで茲では長3尺の内フレンヂ・シャフトの上に長10尺のものを1本送風パイプは本管はロックに取り付ける事にした爲、逆送風用或は豫備と云ふ意味で徑 $2\frac{1}{2}$ 吋の瓦斯管を圖の如き方法で取り付け(第1圖参照)。いつもこの送風管及びシャフトの引き抜きには相當の困難をするものであるが圖の如き方法に依つて軀體內の水、土砂等を取り除く事なく簡単に取り外し得る事が出来た。

以上で總重量約55 ton、容量65 ton、のクレーンに對し恰度適當なる重量を得た譯である。

4. 釣下沈置

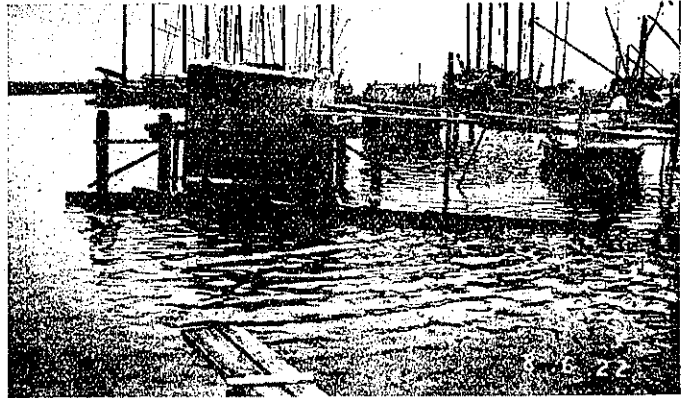
前述の様な準備が出来れば最早クレーンにて釣下げ沈置するばかりであるが前以て沈置すべき位置の河底の状態地質等を詳細に調査するは勿論、必要に應じて定規杭を施行し置かねばならぬ、本工事に於ては河底が河の中央に向つて傾斜を有し甚しきは45度にも及び恰も山腹に据付くるが如き感があつたのみならず、地盤は軟弱なる粘土混砂層の上に約2尺程のヘドロあり、尚木片その他の遺棄物2~3尺堆積せる箇所

第2圖 釣下の直前



等もあり、これ等は沈置に對して決して好い條件とは云へなかつたが或は双口の下に角材を飼ひ或は土俵にて河底を均し第1回は5月27日に4基を、第2回は6月18日に3基を第2表の如き成績にて全部の沈置を終了した。

第3表中偏倚は軀體上端にて測定したもので双口面に於ては表中値の約半分位だと思つて差支へない、沈置に要する時間は全く準備工事と天候の如何に支配されるものであるが、本工事に於ては2回共天候に恵まれた爲、早きは1基1時間、遅きは4時間、平均3時間前後にて終了する事が出来た、斯く時間に差異を生じたのは全く準備工事の適否に依つたものである。



釣下沈置に就て本工事に依り得たる経験より注意すべき點を述べれば

- (1) 風波のなき良好なる日を選択する事
- (2) クレーンは全く安定せしむる如く嚴重にアンカーする事、必要以上と思はるゝ迄嚴重となすも正確なる沈置が一にクレーンの安定に依る事を思へば決して徒勞ではない
- (3) 釣下げに對しては最初は徐々に河底上1~2尺の所に一旦中止し、センターの検査をなしセンターの定まつた所で急速に下げる双口が河底に着けば(双口が程よく河底に喰ひ込みたる程度)再び下ぐる事を中止しセンターの再検査をなし次に徐々に双口を地中に喰ひ込みしめる、然る時は軀體は地盤にも依るが多くの場合徐々に沈下しつゝ或る傾きを以て安定するものである
- (4) 堅固なる定規杭は絶対必要である

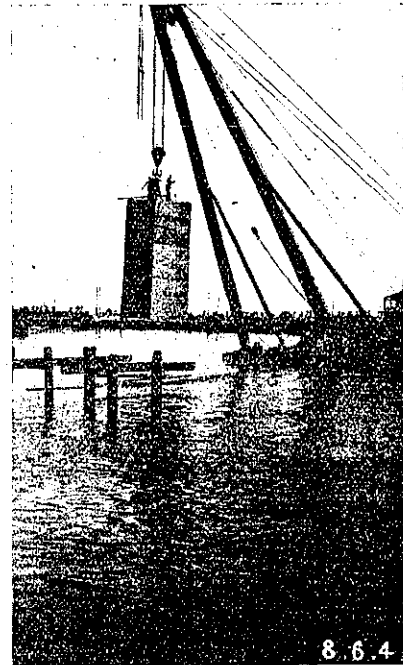
等であるが河底の状態を知悉し常に双口に意を注ぎ双口先に生じた萬象を陸上にあつて想像し得る様になれば釣下沈下の要提を得たとも云へるものである。

5. 送風掘鑿

工事着手以來諸準備の爲約1箇月を要し6月15日愈々送風掘鑿を開始した、例に依つて送風中は晝夜兼行作業を繼續するものとし掛員及び作業手の配置及び作業時間を第1表の如く決定した。

掘鑿能率及び沈下の状態等は7基共略々同一であつたので茲に第2號潜水をあげて検討するに(第2表参照)、最初の3日間は双口下に飼ひ込んだ枕材の取り除きに費してゐる、土俵積にした箇所が一般地盤の掘鑿と能率上何等變化ないのを見れば角材の挿入は當時の事情上已むを得なかつたとは云へ、慥かに失敗と見るべきである。而もこの枕材取り除きには相當の危険が伴ふ事を思へば尙更である、底水位面下21尺迄は殆んど自然沈下のみ

第4圖 釣下曳航中



にて頗る順調に進行してゐるが殊に傾斜移動等に注意せし爲、作業能率は良好とは云へない、則ち9尺の沈下に4日間を要して居る、32尺迄は全くの自然沈下、それ以下は多少の排氣沈下を行ふ、則ち40尺附近迄は0.5~7封度、60尺附近に於て10封度内外、70尺附近に於ては20封度内外の減壓をなし、更に數噸の荷重を積載沈下を計つた、排氣沈下は原則として好ましからぬ事ではあるが小なる潜函則ち重量に比較して摩擦面積の比大なるものに對しては已むを得ない事と思ふ、本工事に於ては2~3尺位の掘越しをなさしめ休憩時又は交替時毎に排氣沈下をなさしめたが成績は概して良好であつた様に思ふ、注意すべきは沈下が終れば直ちに急速に函内を元の壓力に復する事である、然らざれば土砂が侵入して思はぬ勞力を費す事がある、第2號潜函43尺附近の砂層に於て内壓18封度の時10封度の減壓にて沈下せしめ内壓の復舊遅かりし爲、殆んど作業室一杯土砂が充満し、これが掘鑿に數日を要した、併し粘土層の如き比較的凝聚力大なる層に於てはこれ等の心配は少ない。

繼足コンクリート及びシャフト繼の時も矢張り排氣して行つたが、これの得失に就ては確實なる統計を得る事が出来なかつた、何れの場合に於ても水の侵入する事は當然であるから前につて、この事に對しては準備しておかなければならない。本工事に於ては壓縮空氣を利用して豫備送風パイプより簡単に排除する事が出来た。

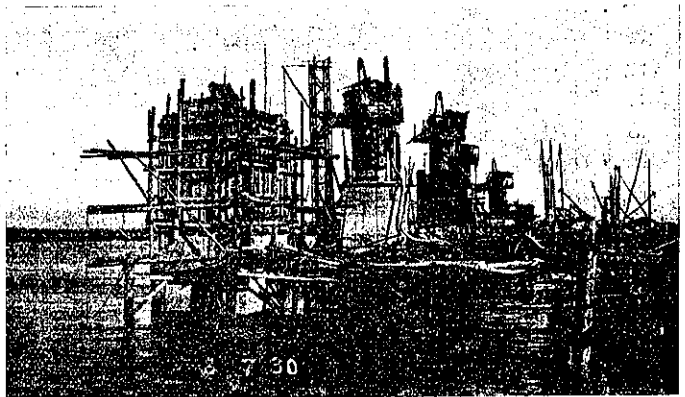
6. 橋脚コンクリート打

壩體上端は美觀上低水位面下2尺附近

第 1 表

職 名		9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	
係	現場主任																								
	直係員																								
負	補助係員																								
	垂設係																								
	探検係員																								
	電氣係																								
職	潜函夫																								
	ロープメン																								
	クレーン																								
	ゲージマン																								
	観望士																								
工	機械士																								
	電氣工																								
	橋脚工																								
	雜役工																								

第 5 圖 作業場全景



第 6 圖 作業室内の水を排除しつつある所



第2表 潜函基礎工事第2號作業統計表

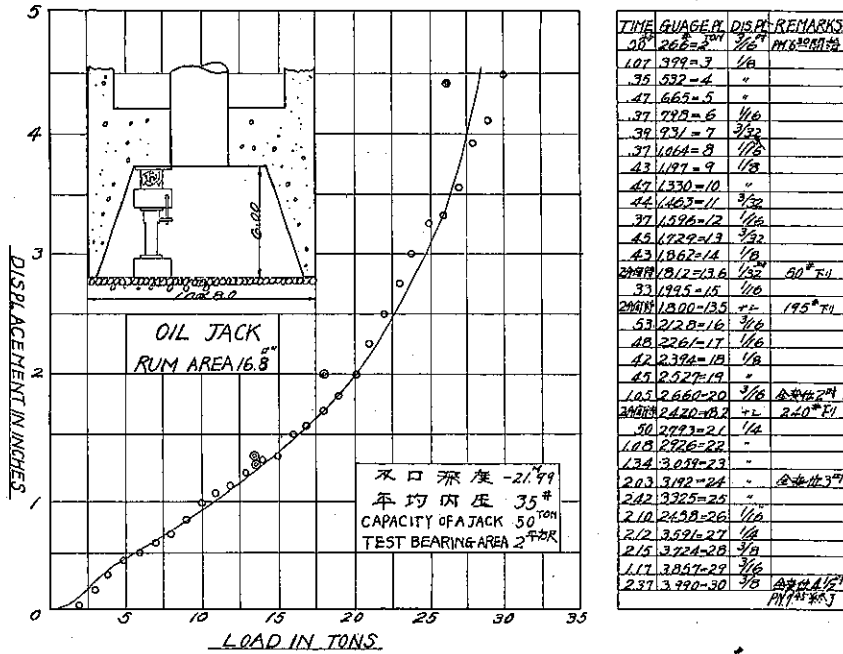
月	6月							7月							8月													
	23	24	25	26	27	28	29	7	8	9	14	15	16	17	18	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5			
一日当り	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
掘下量	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
交代回数	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3		
一日労働時間	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00		
一日休息時間	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00		
一日労働時間	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
工事量累計	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
随時作業人員	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0		
備考	午前七時30分至午前九時																											

係承総日数 25日
 作業総日数 71日
 掘下深度 26.4
 潜函式 23.3R
 ロックマン 144人
 カンシマン 142人
 カンシ 48人

在らしめた爲、橋脚コンクリート打は第1圖に示す如く軀體上部に締切枠を取り付け水の侵入を防ぎ中埋コンクリート完了諸設備取り拂ひ後スラブ共3回に分ち施行した。

締切枠は米松厚2寸板を以て各々各側毎に1枚のパネルを作り、豫め軀體コンクリートに埋め込まれてあつ

第3表 揚炭機用潜函No.3 荷重試験



潜函据付當時の状況

潜函位置	I号	II号	III号	IV号	V号	VI号	VII号
東寄り距離	380	370	370	400	440	300	
西寄り距離							40
南寄り距離			45	400			510
北寄り距離	250	230			20	90	
角度°	85°-0'	91°-0'	88°-0'	97°-0'	82°-0'	89°-50'	91°-0'
見取圖							
又口据付状態							

た角材にボルト締となし、夫々間隙にはホーコンをつめ水密とした。凡てコンクリート打機装等は一切臺船上の設備で施行した。

7. 地耐力試験

地耐力試験は1基おきに則ち2,4及び6號の3基に對し施行したが3基共略同様な結果を得たので他のものもこれ等と同様なりと想像し得。第3表は負荷とその時の地盤の變位との關係を表に示したもので、それに依り地盤の耐力を知り得る、これを見るに最初2.5 ton位までは急激に曲線が上向になつて次の15 ton位までは殆んど直線、それ以上になると再び上向になつて居る。これは最初の2.5 ton位までは地盤の降下及び装置の落ち付きであり、次の16 tonまでは荷重に比例したる地盤の降下で、それ以上になると荷重を増す毎に變位が急に増加して來る事を示すもので則ち16 ton附近がこの地盤の最大耐荷力と見る事が出来る、負荷面積はこの場合2平方尺であつた故1平方尺當りの地耐力は8 tonと云ふ事になる。

8. 機械及び電気設備

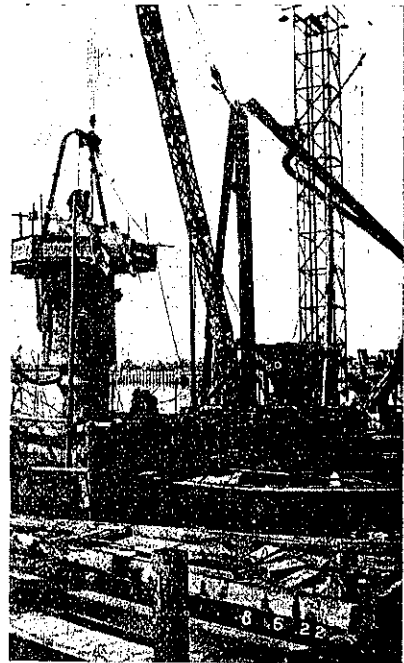
空氣壓縮機は容量毎分1600立方呎のもの2基(1基は豫備として)を作業場附近に据付け徑4吋瓦斯管を本管とし、各潜函へは4吋又は2 $\frac{1}{2}$ 吋のゴムホースを以て供給した。臺船は排水量130 tonの舟2隻を連結しこれにはコンクリート・ミキサー(10切)、同タワー(高60尺)、3脚デリック(ブーム長60尺)及びこれ等に附屬するウキンチを据へ付けた。

エヤー・ロックは大ロック2個、小ロック2個都合4個を準備した、一體斯の如き小なる潜函に於ては常にコンクリートが掘鑿に追はれ勝なものである、言ひ換へればコンクリートに依つて掘鑿が制限される、従つてこの場合は3個あれば充分と考へられたが、海上特有の突發的事故等を豫想して4個とした。本工事に使用した主なる機械をあげれば下の通りである。

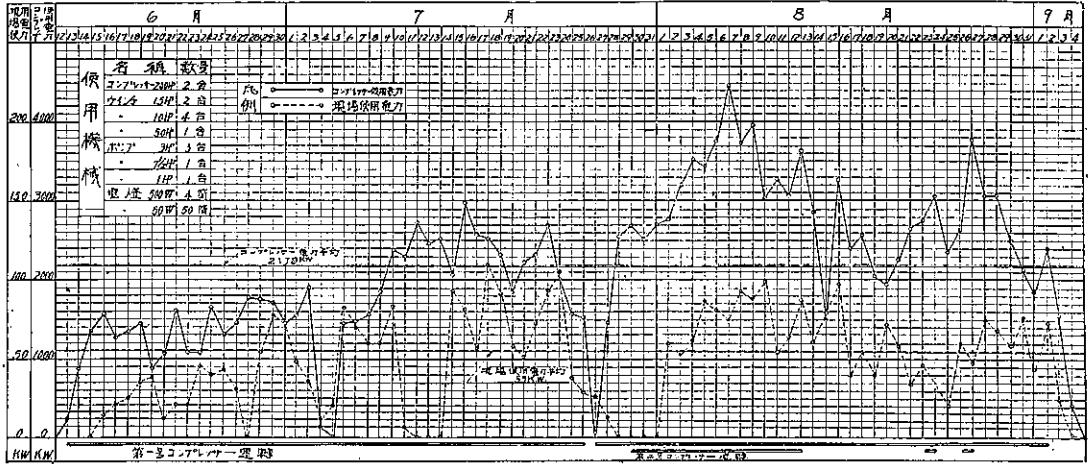
空氣壓縮機 1600 立方呎	2 臺
同上用低壓 200 HP 電動機	2 臺
エヤー・ロック	4 個
3 脚デリック	1 基
コンクリート・ミキサー及びタワー	1 基
排水及び給水用ポンプ	5 臺
ウキンチ 15 HP	5 臺
〃 〃 10 HP	2 臺
〃 〃 50 HP	1 臺
エヤー・シャフト	30 本
ホスピタル・ロック	1 個
エヤー・レシーバー及びクーラー	各 1 個
掘鑿用大小バケツ	10 個
捲上機 75 ton	1 臺

電力は日本電力より高壓を以て供給し、容量100KWの變壓器5個を以て變壓し空氣壓縮機並に作業場へ配給した。夜間作業場内には普通電燈照明の外500KWの照明燈4個を設備し以て作業の安全を計つた。空氣壓縮機に使用した電力とそれ以外のものとを區別し消費電力を表に表したのが第4表である。

第 7 圖



第 4 表 潜函工事使用電力統計表



冷却水は鑿井水を使用したが高揚水ポンプの故障水量の不足等の場合を考慮し海水をも使用出来る如くなし、尙これ等の装置が皆不能となつた時に於ても水槽の水を循環使用する事に依つて機械運転に支障なからしめた。

9. 工 費

総工費 7 萬圓を 9 種目に分類し各種目に就ての實費の概略を記して見る。

- (1) 輕體コンクリート費 13 209 圓

コンクリート總容積 638 m³ (調合 1:2:4)

砂利, 鐵筋, 砂, 假枠取付取拂ひ手間及び材料打手間等一切を含み(但しセメントを除く)平均 m³ 當り單價 21 圓となつて居る。

- (2) 中埋コンクリート費 1 330 圓

中埋コンクリートは鐵筋及び假枠を含まない爲 m³ 當り單價は 9.50 圓となつてゐる。

- (3) 掘 鑿 費 14 018 圓

この中には掘鑿手間, 電力料, 工具費等を含んでゐる, 使用電力量は金額にすると約 5 000 圓, これに掘鑿手間, 工具費を加へたものが上記の金額となる。

- (4) 捨 土 費 750 圓

掘鑿土はこれを一旦小舟に受け, 約 5~6 町程度の所まで運搬した, 總量約 1 000 m³

- (5) 潜 函 沈 置 費 10 500 圓

釣下用扛重器損料, 河底の地均し, 規準杭及び沈置に對する一切の手間を含む。

- (6) 機 械 設 備 費 13 278 圓

機械損料, 据付費, 運搬費, 修繕費, 運轉費等を含む。

- (7) 醫 療 設 備 費 1 365 圓

期間中醫師及び看護婦の囑託料, 傷害保償料, 醫療器械材料等で潜函夫給養に關する費用は含まず。

- (8) 假 設 工 事 費 12 000 圓

の中には臺船設備、假小屋、給水、排水、照明設備及び木杵を含ませた。少し掛り過ぎた感があるが工期中 2 回に亘る不測の暴風雨のため豫定以上の出費を來したのである。

(9) 現場經費 3800 圓

現場員給料及び事務用品費等を含む。

10. 潜函病その他

潜函病發生數は全部で 10 名、同 1 人に 2 回罹つた者がその内 1 名、他は皆 1 回宛である、作業時の氣壓から見れば 26 封度で 2 名、他は皆 30 封度より本工事の最高氣壓 38 封度迄の間に發生して居る、何れも治療後の成績は極めて良好にして 1 人の不具廢失者をも出して居ない、潜函内に於ける傷害は第 4 號に於て落下せるコンクリート片の爲、脛骨を骨折せるもの 1 名を出したるのみでその他は極めて輕微な擦過傷程度のもの多數を出したるに過ぎない。

(完)

第 5 表

日	姓名	封度	作業時間	病名	箇所	原因	治療	結果	備考	その他
7.30	上田	33	26*	右膝關節	3	一處連續作業	良	耳 _右 目荒血		2
8.5	朴	30	30	左肘	・	掘削時入土	・	電氣火傷		2
8.9	富永	35	38	右膝	・	・	・	胃腸疾患		13
8.11	小山	27	36	左膝	・	2	・	擦過傷		11
8.12	金	35	34	右膝	・	・	・	擦過傷		5
8.16	藤原	27	37	・	・	2	極度疲労	打撲傷		9
8.17	藤原	37	37	右膝	・	・	入土時吹過	刺傷		8
8.20	安田	33	33	右肘	・	・	・	水虫		1
8.27	松本	34	34	右膝	・	2	落箱	腕部吹過	・	2
8.15	上田	36	36	右膝	・	・	・	骨折		1

