

での構造物の養生はそれで充分ではないかと思はれる。日本内地の湿度は諸外國に比し相當に高く大體 60% 以上であるからである。

小樽港鐵道省石炭船積棧橋新設工事概要

會員工學士 鮫 島 午 吉*

1. 計畫概要

本工事は昭和 3 年度初頭より約 6 箇年の繼續工事（其の後 11 年度一部完成に變更）として 800 萬圓の工事豫算を以て、小樽築港驛を中心とする地域に 施工中なる鐵道省小樽水陸連絡設備工事の一部にして、現在港内北端手宮驛頭に腐朽しつつも巍然として偉觀を呈してゐる木造高架石炭棧橋（明治 45 年建設）に代り石炭の船積をなすもので、棧橋上には 1 時間最大 800 ton（平均 600 ton）を取扱ふ石炭積込機 2 基を設け、石炭船積には是が後方施設として陸上にミュール・ホーレーヂ・マシン、廻轉式カー・ダンパー（1 時間最大能力 30 ton 積石炭車 30 輛）、及びベルトコンベヤー等の設備を附帶して居る。本工事は昨年 6 月に起工し既に 1 セクション（總延長の 3 分の 1）の桁鐵筋コンクリート工を完了し、本年 11 月末竣功の豫定にて目下施工中のものである。

2. 設計概要

本棧橋は延長 145 m、幅員約 35 m で岸壁面に左 75° の角度にて岸壁より 170 m 突出する。海底底深面は平均干潮面下 8.5 m にして 2000 ton 級以下の船舶は兩側に 2 隻宛、2000 ton 級以上 7000 ton 級以下の船舶は兩側に 1 隻宛繫船し得る。本棧橋の設計並に施工に當り最も考慮すべきは當港内の特殊事情である。當港は 10 月より 5 月中旬迄は所謂時化時期にして、殊に危険なる北寄りの風烈しき時は本工事區域附近は時に波高丈余に及び（第 2 圖）此の種工事の實施には一大脅威にして爲に設計及び施工に對し種々なる制限を受けたる事は特記すべき事項である。棧橋構造は第 3 圖の如く總延長を 3 セクションに分ち各々獨立せる縦横の 3 徑間鐵筋コンクリート造で、脚柱には單獨なる圓壘形ケーソンを使用し徑間も大にして波浪の撃衝を避けた。本棧橋構造にして埋築式とすれば來襲せる波浪は棧橋前面に激突昇騰し石炭積込機其の他の工作物に被害を及ぼし、一面棧橋自體にも強大なる外力を與ふる不利あるに反し、本型式の如く橋梁式になし上部構造も縦横の鐵筋コンクリート桁にて橋脚用ケーソンを連結補強せるのみで其の間は吹抜構造なるが故に、激浪の襲來に際し波浪は何等抑制せらるゝ事無く通り抜け得るを以て埋築式に比し上部工作物の安全は固より棧橋自體の受くる波力は著しく軽減せらるゝ事は明かである。尙桁鐵筋コンクリートには淺野ペロ・セメントを使用し短期に高強度を發揮せしめ、コンクリート施工直後に於ける浪害の危険を避け萬全を期した。

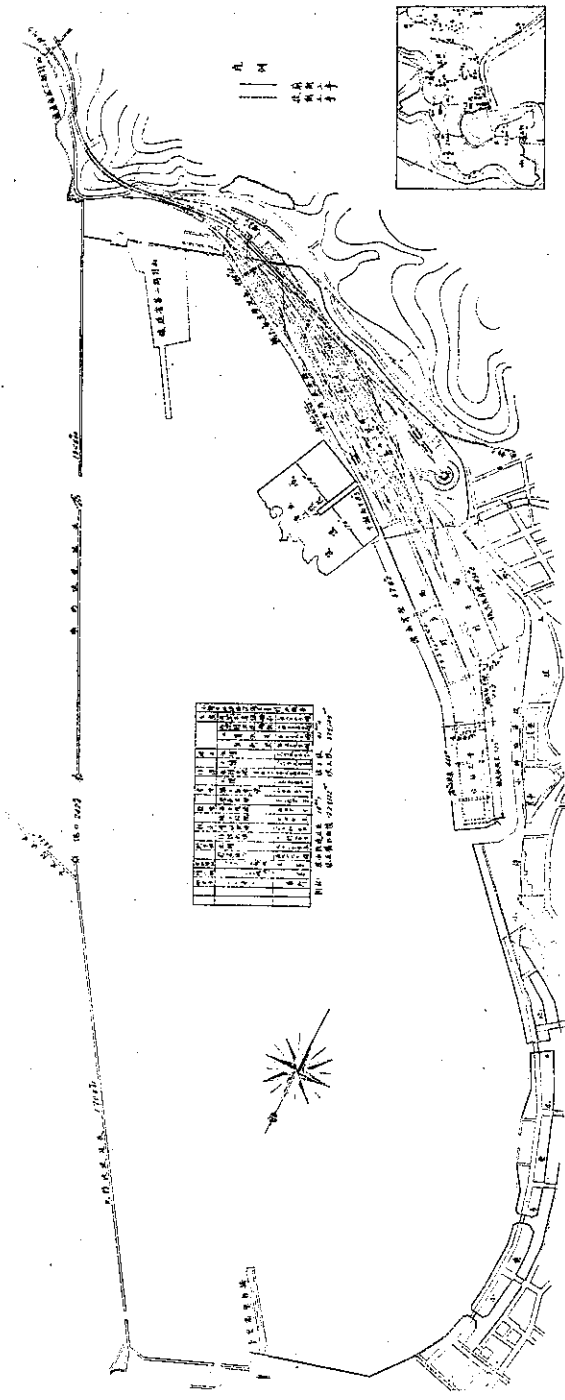
3. 施工概要

1. 緒言

當改良工事は從來凡て請負工事を以て施工して來たが、屢々浪害を受けた経験もあり、旁々本棧橋工事は直營工事で施工した。當局に於ては此の種工事を直營にて施工せるは初めての事にして制度は勿論設備萬端凡て新規に考究準備せねばならなかつた。一方 10 月以降の施工は前述の如く浪害の危険を豫期せねばならぬのと、期限の關係上 1 セクション（全延長の 1/3）丈はそれ以前に完成の必要があつた爲に準備期間を極度に短縮せざるを得なかつた。

* 鐵道局技師 札幌鐵道局工務課工事掛長

第1圖 小樽水陸連絡設備計畫圖

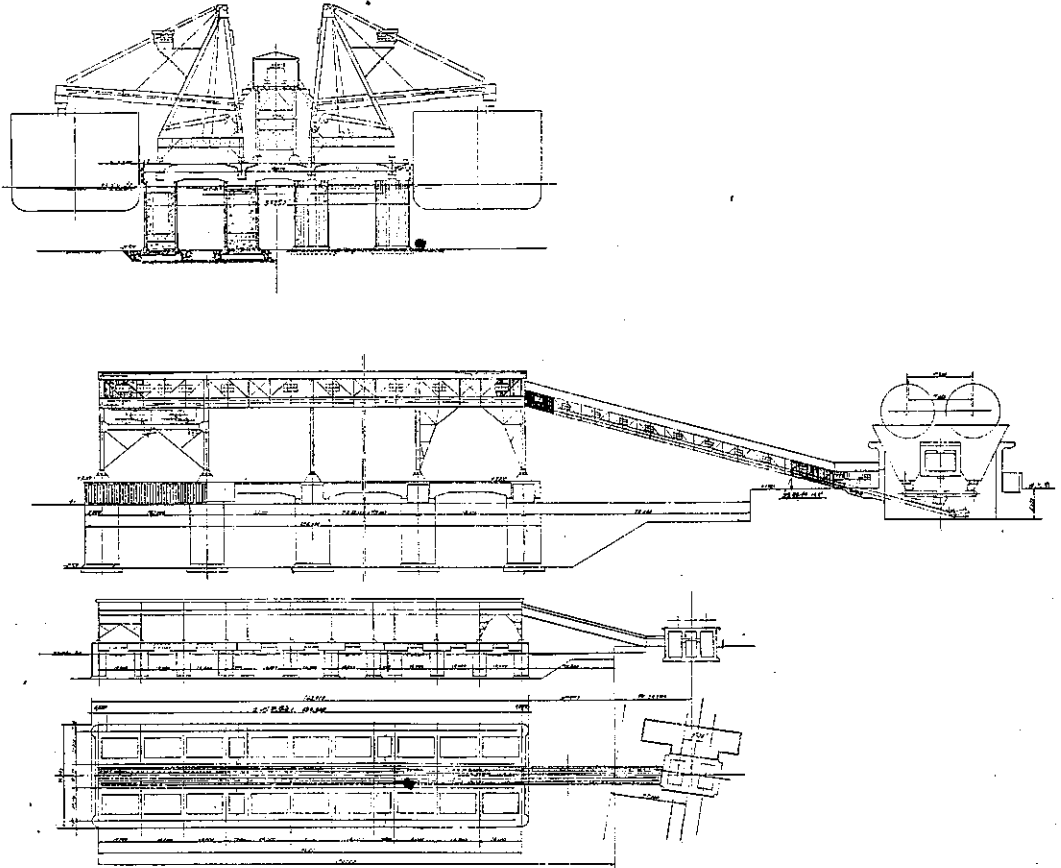


第2圖 岸壁を乗り越して新設貯炭場に襲來する激浪



昭和7年12月20~21日に亘る大暴風。即存は貯炭場より3.5mの高方に高さ1.5mの防風壁(トランスポート定規用)を築設し防浪壁を限設してある。

第 3 圖 海上棧橋石炭船積設備一般圖——石炭積込機；廻轉式カー・ダンパー；コンベヤー・ハウス



つたのである。其の結果常時直營にて施工してゐる他工事現場に比し工事費も多少嵩んだ事は勿論、作業上にも非常な無理を敢行しつゝ豫定の工程を遂行せるものにして垂々しき成果は擧げ得なかつた。本工事の特異とする處は

- (1) 直筋人夫を使役し純直轄工事にて施工したる事。
- (2) 桁鐵筋コンクリートは構造上施工ジョイントを出来る丈避くる必要上ミキサーの能力に比して1回のコンクリートの施工數量が非常に大なる事。
- (3) 淺野ペロ・セメントを使用したる事。

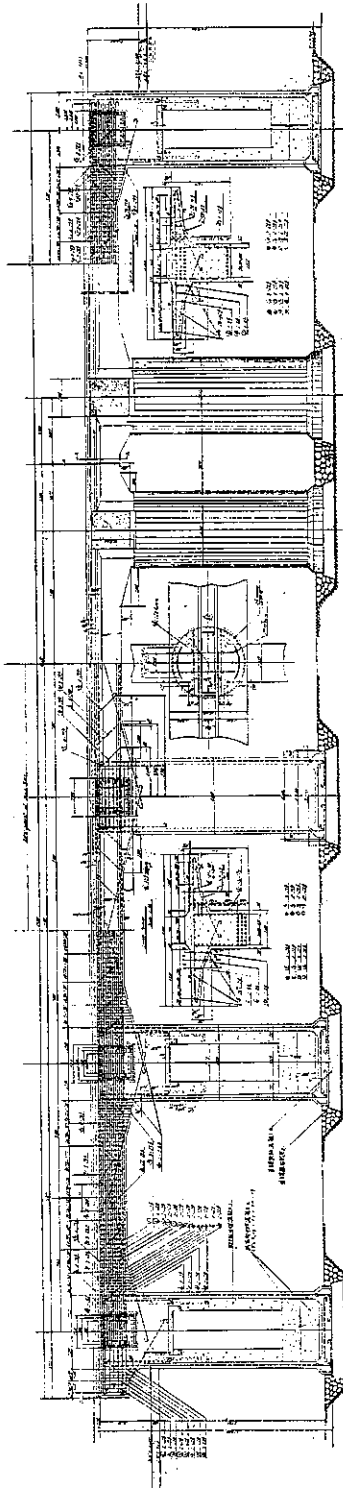
尙棧橋橋脚用ケーソンは當港内所在北海道廳小樽築港事務所が製作進水に適する一切の設備を有し、偶々同所作業に余力ありしを以て經濟上昭和9年2月同所に製作進水を委託施工した(第20卷第7號工事寫眞參照)。

工事數量概數並に豫算

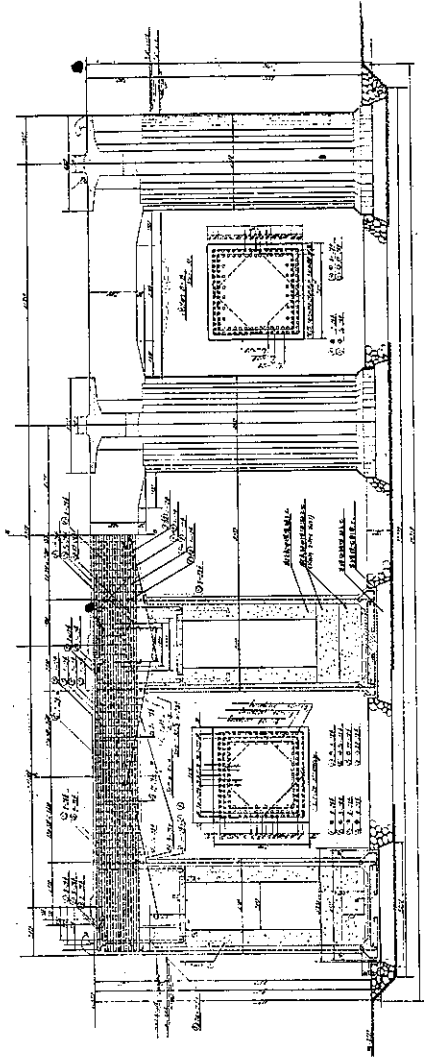
(イ) 工事數量概數

基礎根掘(別途工事にて施工) 約	14 474 m ³ ,	基礎杭打	483 本
基礎袋詰コンクリート	629 m ³ ,	基礎根固割栗工	2 350 m ³
ケーソン据付	48 個,	中埋コンクリート	2 293 m ³
桁鐵筋コンクリート	4 190 m ³ ,	繫船柱取付	22 個
工事用設備	1 式		

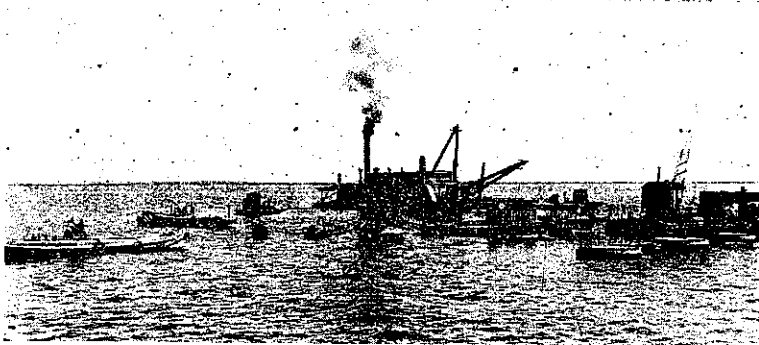
第 4 圖 海上棧橋縱桁配筋圖



第 5 圖 海上棧橋橫桁配筋圖

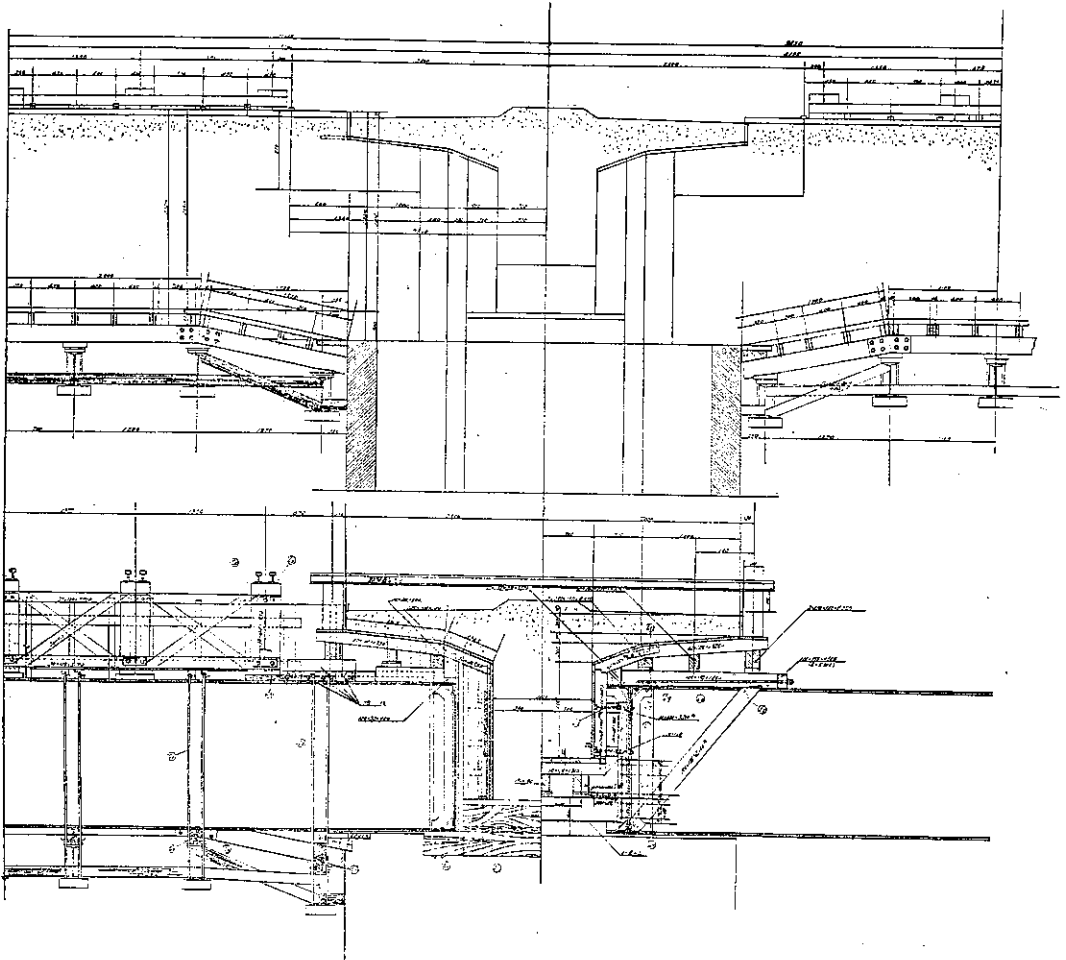


第 6 圖 ケーソン掘付状況



手操ウインチ4臺(3臺は基盤上にあり1臺は既設の函體上にあり)を用ひ函體を四方より引き定位位置を得せしめサ
イホンにより注水留付をなす。(昭和9年9月15日)

第 7 圖 海上棧橋桁鉄筋コンクリート型枠模範圖(其の1)



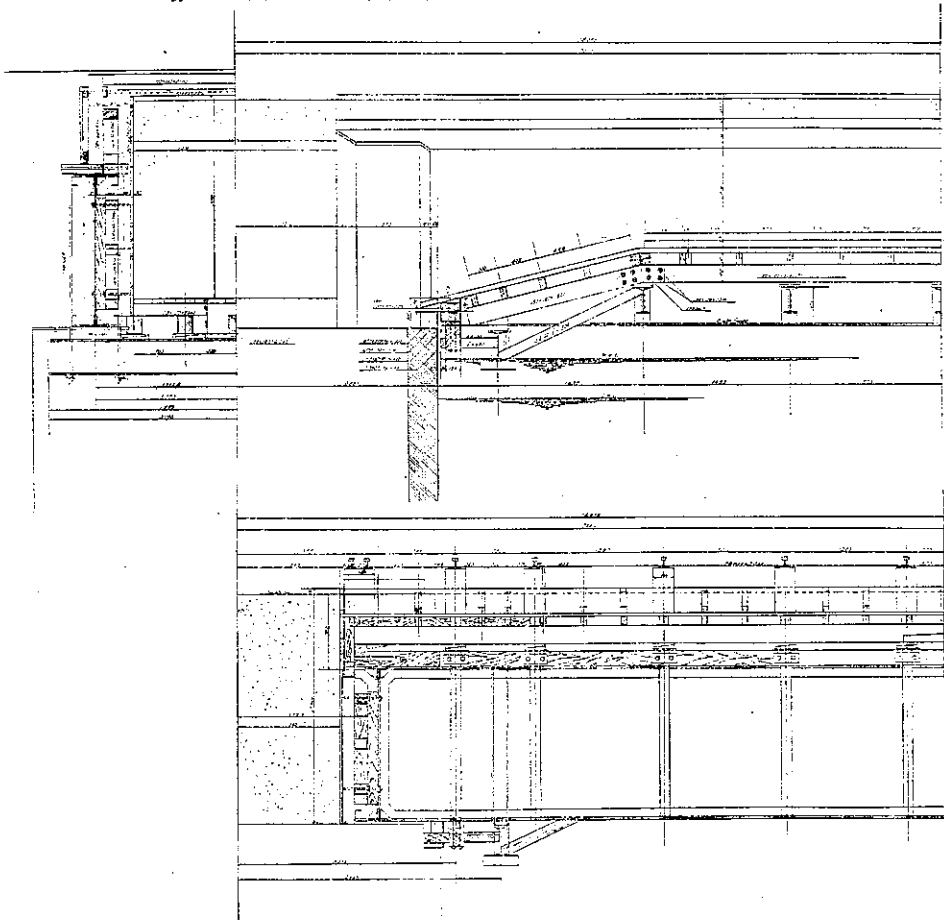
(口) 工事豫算

工 費	82 600 圓	材料品費	182 900 圓
備品費	2 400 圓	消耗品費	15 600 圓
運送費	30 100 圓	雜 費	21 500 圓

2. 基礎工

基礎地盤は附近一帯が堅硬なる火山灰盤にして周圍浚渫海底面より 1m 深く根掘し地均用として急速負荷の必要上、袋詰コンクリートを施工した。構造上施工後の沈下を最も畏れる故に如何にせば信頼し得る施工が出来るかといふ事に不遑苦心した。根掘は地質の關係上附近浚渫作業中のクィッパー式浚渫船にて横に溝型に布掘をなし、其の跡の沈泥除去にはプリストマン式浚渫船を使用し残土は更に鋤鏝引をなした。袋詰コンクリートは岸壁上にてミキサーを用ひ製作し舳にて運搬、カラス舟より沈下した。ミキサー 1 臺其の他は各 2 組にて 1 日の平均施工量は約 18m³ である。尙 10 年度施工区域には火山灰の堅盤上に風化せる軟弱層の堆積せる部分あるを以て、昨秋約 3 箇月に渉り詳細なるボーリングをなし本省官房研究所に地質試験を依頼し、其の結果 1 橋脚當り 32~37 本、總計約 500 本の基礎丸太杭を打込む事に變更した。

第 8 圖 海上棧橋桁鐵筋コンクリート型枠模範圖 (其の 2)



3. 脚柱ケーソン据付並に中埋コンクリート工

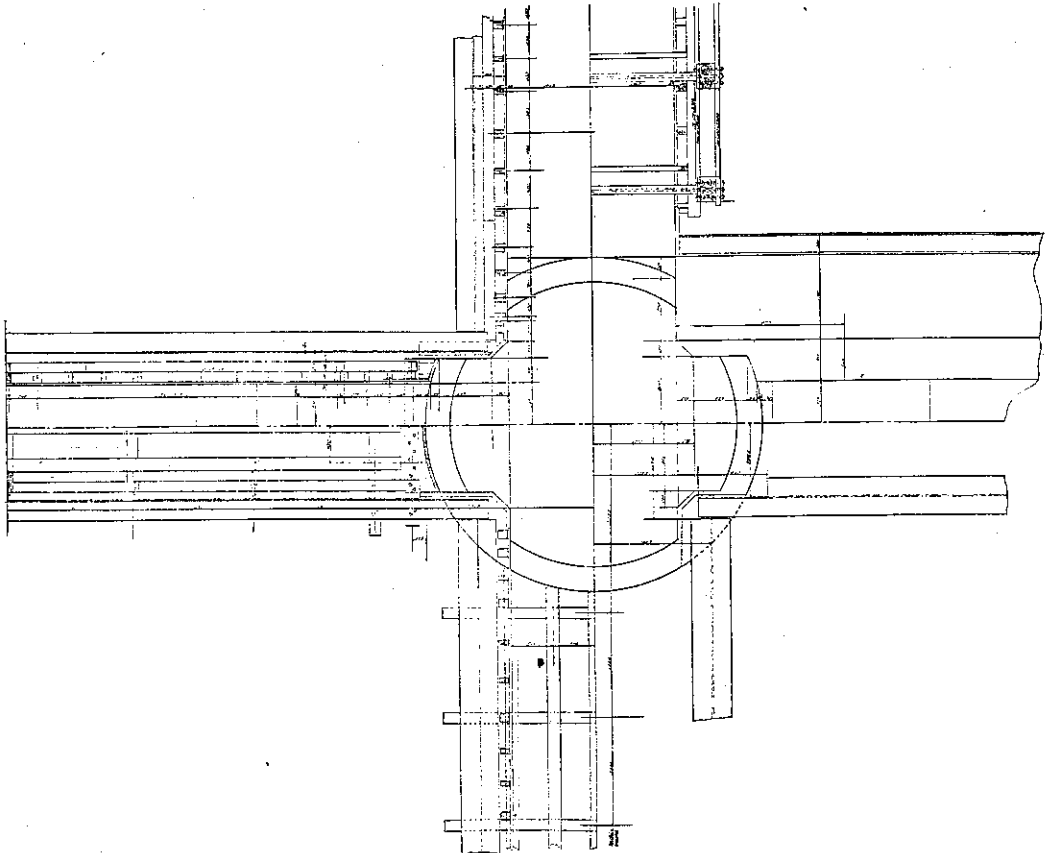
橋脚用ケーソン据付はウィンチ舟を用ひ4方より牽引して位置を定め、注水して沈設した(第6圖)。作業方法としては平凡であるが、此のケーソンは次に桁コンクリート施工の際、型枠受鐵桁の座床を兼用するので(第7圖~第9圖)、ケーソンの据付が10cm狂ふと此の座床の面積が約半減する等、上部構造に種々支障を來たすので大體5cm以上のものは据直しをした。袋詰コンクリートの天端均しに細心の注意を拂へるは斯かる必要からである。施工の結果は工事進捗上止むを得ざる2箇所を除けば、中心の狂ひは凡て5cm以内、高低は2cm以内であつた。

中埋コンクリートは底部水中コンクリート施工の設計であつたが經濟上と工事進捗上より、プレキャストのコンクリート・ブロックを使用し1箇約14tonのブロック2箇宛を15ton浮起重機にてケーソン内に沈設した。上部中埋コンクリートは岸壁上のミキサーよりコンクリートを舁上りのスキップに受け、ケーソン上の受臺に3ton浮起重機にて移した。浪害を懼れ成るべく水替せるものは同日中にコンクリートを打込み、午後8~10時迄の夜業にて最大1日2箇(コンクリート約70m³)を施工した。

4. 桁型枠工

桁の型枠の施工法は、複雑なる桁鐵筋の施工及び桁コンクリートの連續施工法と共に本工事中最も困難なる問題

第9圖 海上棧橋桁鐵筋コンクリート型枠模範圖(其の3)

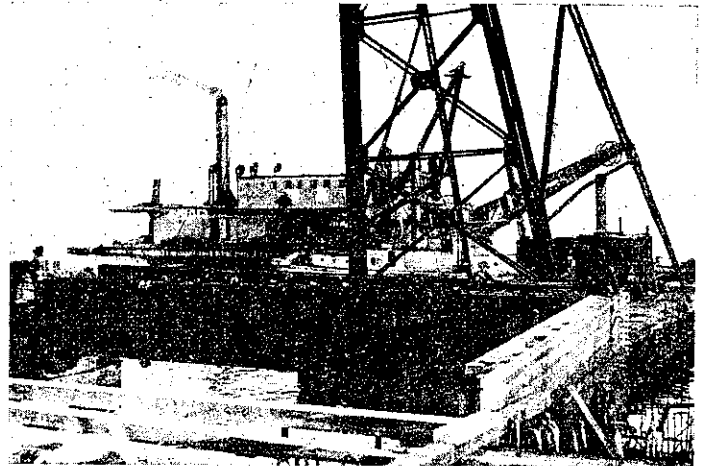


である。型枠支保工として杭打支柱とすれば施工に時日を要し、尙桁コンクリート打込後支柱杭の引抜に際し上部桁コンクリートの爲支柱杭は垂直に引抜き不可能にして、側方へ引張り抜くより他に方法無く、此の側方引抜を現場にて試験せる結果支柱杭は脚部より折れ引抜き不可能なる事が示された、従つて支柱杭を引抜いて更に他の 2 セクションに繰返し使用する事が難しく工費も非常に増大する。更に施工中激浪に襲はれたる場合を考慮する時は斯る支柱杭による型枠支保工にては剛性に乏しく型枠の変形を受くるは固より、到底信頼し得る策とは考へられない。幸い他同管内に再用不能の古鉄桁多數ありしを以て是を切斷組合せ既に据付けたるケーソン間に架設し型枠支保工とした(第 10 圖及び第 11 圖)。使用せる鉄桁は古鉄桁 23 連、古工桁 79 連、此の總重量約 350 ton である。斯くして敏速な施工法により全體の工事期間を短縮し得た事は勿論、剛性大なる型枠工を造り得て正確なる寸法に桁コンクリートを打込み得た事、更にケーソンと古鉄桁とを緊密に連結せる事によりて激浪の來襲に際しても些かの危険を感じなかつた事等、古鉄桁を使用して型枠支保工とせる本施工法は多大の成果を収め得た。

(イ) 型枠製作 昨年は施工時季の関係で型枠の組立日数を極度に短縮する事を餘儀なくされた爲、組立現場に於ける加工をなるべく避ける必要があつた。のみならず型枠は 1 セクション分を製作し、3 回使用なるが故に繰返し使用の際改造等の無駄なき様に工夫した。一面据付ケーソンの間隔高低等における不同の爲、型枠組立に際し調節を要する等の苦心を要した。支保工に鉄桁を使用せる爲、コンクリート施工中に洩水箇所があつても外部より發見出來ず、應急處置の施し様が無い故に、型枠製作は特に精確を期した。

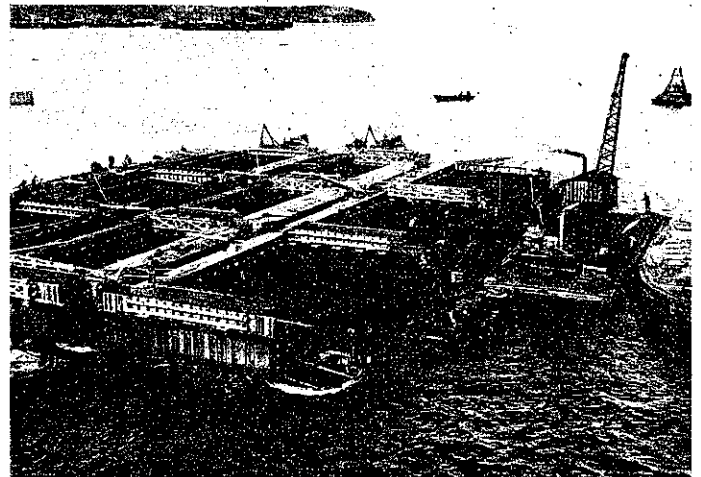
(ロ) 型枠組立 組立作業には 15 ton 及び 3 ton 浮起重機を使用した。15 ton 浮起重機は構造上此の種作業には極めて不便な爲、重量大なる鉄桁の架設に使用したに過ぎない。3 ton 浮起重機は偶々請負工事で使用済となりしものを昨年 9 月初めにプリスマン臺船に取付け急造したものである。クレーン・ブームの作業範圍は狭小な

第 10 圖 型枠受鉄桁架設状況 (15 ton 浮起重機使用)



後方に見ゆるはドイツバー型浅瀬船「高船」(昭和 9 年 10 月 22 日)

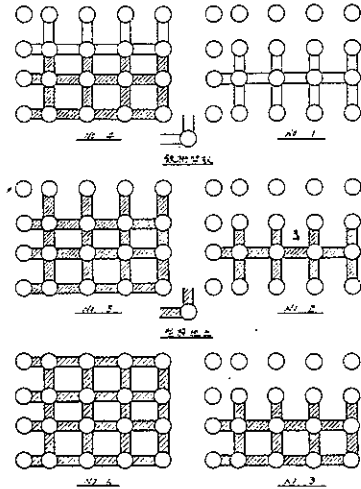
第 11 圖 海上棧橋型枠、鐵筋組立作業中の現場



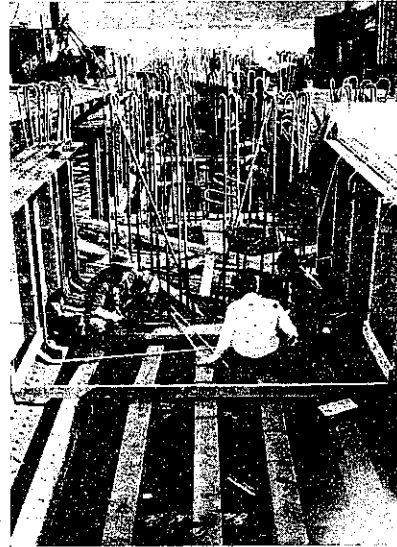
ケーソン間に架設せるは型枠受鉄桁用古鉄桁である。(昭和 9 年 10 月 19 日)

る爲に、第 12 圖の如き要領にて支保工架設と型枠組立を雁行せしめ且つ内方より外周に進めた。鉄桁の架設は横桁は片側宛、縦桁は岸壁上で豫め兩側の鉄桁を組立て 1 徑間分 1 回に架設した (第 13 圖)。

第 12 圖 型枠受鉄桁並に型枠組立順序圖



第 13 圖 横桁函塊取付部



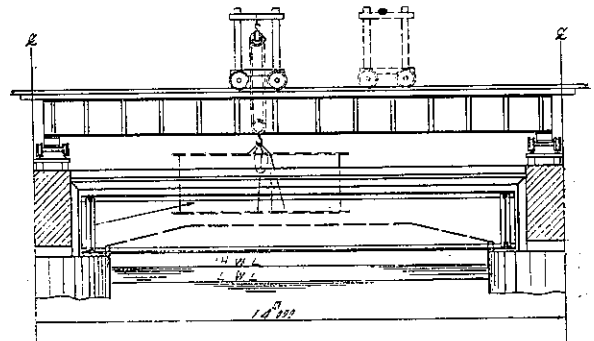
底型枠取付 (昭和 9 年 10 月 10 日)

(ハ) 型枠除去 縦桁には片側幅員 1.5 m のデッキ・スラブがあり型枠支持鉄桁が縦横共其の下になり垂直に引き上げる事が出来ないから先づ横取りせねばならない。是が施工法として第 1 に考へらるゝは浮起重機の使用であるが、是には相當長きブームのクレーンが無い限り内側の鉄桁の取外しは不可能である。第 2 には棧橋上に陸上クレーンの搬入使用であるが、是は桁から桁への移動困難にして且つ肝要のクレーンの能力も不足な爲以上の 2 案は放棄した。次に考へらるゝは何等かの方法により鉄桁を海底に落し、15 ton クレーンで外方から引出す事であるが、是は最後の非常手段とし、是以上の名案を研究する暇もなく遂に桁コンクリートを打終つてしまひ、最後に案出したのが古鉄桁と橋梁用トローリーとチェーン・ブロックを組合せた一種のブリッジ・クレーンである (第 14 圖)。

先づ横桁にトローリー線を敷設し、是に古鉄桁を架渡し其の突縁上に縦枕木を取付けレールを敷設し是に走行用トローリーを乗せ、此のトローリーにチェーン・ブロックを取付け、型枠鉄桁及び型枠を吊り外側の縦桁上に運搬し、浮起重機にて解積する方法である。此の方法によれば重量も少いので、15 ton クレーンにて次の徑間に移轉する事も

容易である。本機械設備はきはめて僅少なる費用で出来たが、時將に嚴冬に入り海上作業は危険大にして設備を其の儘放置する事も不安なるが故に浮起重機にて取外し可能なる部分のみ施工し、本機は未だ機能を發揮するに至らない。

第 14 圖 型枠並に型枠受鉄桁除去装置圖



5. 鐵筋組立工

鐵筋の複雑にして施工困難なる事本工事の如きは他に餘り例がないと思ふ。例へば外側ケーソン上に乗る鐵筋數は、水平鐵筋徑 28 mm のもの 252 本、垂直鐵筋 22 mm 以下 204 本、合計 456 本が立體的に交叉してゐる。而も鐵筋の大部分を占むる徑 28 mm 主鐵筋の大半は、僅少なる鐵筋間隔を縫ひつゝ、水平に送り込むの一途あるのみで爲に意外の勞力を要した。

組立順序は先づ縦桁より初め、次に横桁鐵筋を兩端小口より水平に差込んだ。是は縦桁には長大なる上曲鐵筋が多數ある爲である。組終れるものは縦横主鐵筋交叉點では、下迄見透し不可能な程にして、尙桁の上部主鐵筋は肋鐵筋と組立鐵筋のみでは、自重による撓みを支へる事が出来ず、型枠上に短尺軌條を渡し是より 8 番鋼線で吊り上げコンクリート打終り近き頃、是を切斷し鋼線端のコンクリート表面に露出するのを防いだ。

6. 桁コンクリート打込工

桁コンクリートは構造上、理論的には連続施工し、施工ジョイントを造らぬ事が理想である。併し連続施工必要のコンクリート容積は、1 セクションに付き約 1140 m³ にして本工事に使用せる 14 切練ドラム・ミキサー 2 臺では 1 時間 20 バッチ以下を理想と考へらるゝを以て 76 時間以上を要するので、止むなく横

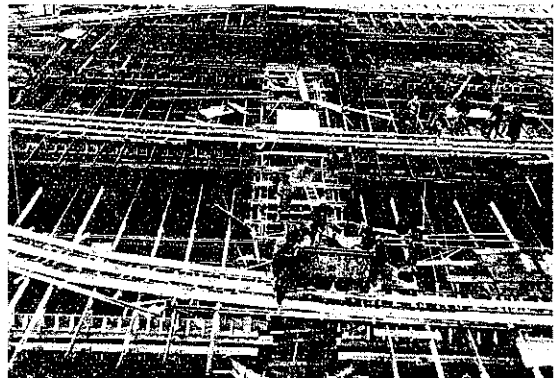
桁中央に垂直の施工ジョイントを設け、1 セクションを 4 回に施工する事に當初は豫定したが、是にても尙且つ殆ど徹夜同様の作業を免れないのみならず、剩へ 9 箇所の施工ジョイントを將來に残すことは如何にも残念に思はれ、3 晝夜徹夜にて 1 セクション全部の連続施工法を考へて見たが天候上の危険を慮りて是は見合はせ、施工ジョイントは横桁中央徑間の中心に

3 箇所のみとし、2 晝夜徹夜にて約 570 m³ の連続施工を決心し 11 月 6~8 日及び 12~14 日の 2 回に互り決行、茲に防舷材取付部(型枠工の關係で同時施工不能)を除き本年度豫定の工程を終了した(第 15 圖及び第 16 圖並に第 21 卷第 2 號工事寫眞参照)。

4. 結 言

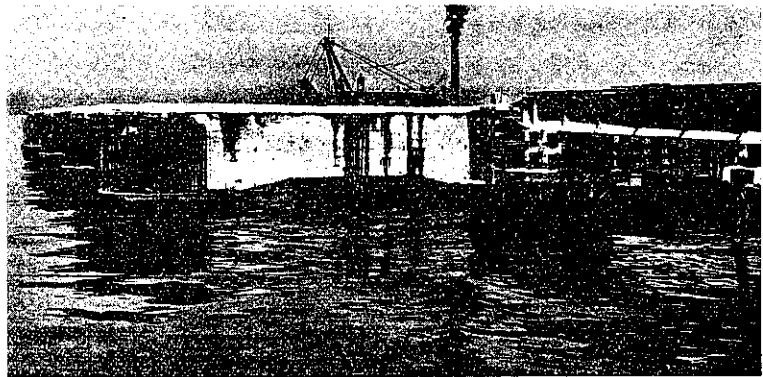
本工事着手以來 5 箇月半、内 6, 7 兩月は材料其の他の準備作業に終始し工程の見るべきものなく、8, 9 兩月は基礎及び橋脚工事に費し、10 月 4 日型枠受鐵桁架設開始以來 41 日目にして激浪の襲來を受けずに本年度の主要行程を完了した次第である。

第 15 圖 海上棧橋桁鐵筋コンクリート打込作業全景



(昭和 9 年 11 月 23 日)

第 16 圖 海上棧橋横桁を望む



(昭和 10 年 1 月 30 日)

作業の一例を示せば次の如きものである。

施工月日：自昭和 9 年 11 月 12 日至同 14 日， 就業總時間：44 時間 15 分
 ミキサー搬運延時間：33 時間 30 分， 作業休止延時間：7 回にて 10 時間 30 分
 故障時間：1 號ミキサー 15 分， 2 號ミキサー 25 分，計 40 分
 就業人員：第 1 回 153 人， 第 2 回 162 人， 第 3 回 159 人
 同 延人員：961.298 人， 人夫賃：1 229.485 圓
 ミキサー・バッチ數：(2 臺分) 1354 回， 平均賃働 1 時間當りバッチ數：20.1 回
 コンクリート施工量：約 570 m³， セメント使用量：4 095 袋
 使用セメント：淺野ペロ・セメント， コンクリート配合：1:1.9:2.6
 水セメント比：(容積比) 0.9~1.0.
 コンクリート強度：

	3 日	4 日	14 日	28 日
A	170 kg/cm ²	266 kg/cm ²	312 kg/cm ²	345 kg/cm ²
B	62 "	152 "	254 "	307 "
C	25 "	87 "	155 "	197 "

- 註 A：淺野上磯工場産ペロ・セメントを購入契約に際し鐵道省大臣官房研究所に於ける 1:2:4 コンクリートの標準供試體強度(昭和 9 年 6 月試験)
 B：桁コンクリート打込の際ミキサーより採取せる試料にて製作せる標準供試體を水中養生(水温平均 6°C)せるもの
 C：B 同様に製作せる標準供試體を外氣中(平均氣温 5°C)に放置せるもの。

コンクリート打に使用せる主要機械器具及び施設は次の如くである。

イナnderター	1 基	セメント捲揚用トロリー	1 臺
同上代用ホッパー	1 基	コンクリート運搬用ダンプ・カー	10 輛
ミキサー 14 切線	2 臺	骨材及びコンクリート運搬用輕便線	1 式
骨材捲揚用タワー	2 基	電力、照明並に水道設備	1 式
同上及びセメント捲揚用電動ウィンチ	2 臺		