

論 說 報 告

第 21 卷 第 9 號 昭和 10 年 10 月

天鹽川橋梁構桁の解式架設に就て

會員 工學士 藤 井 松 太 郎*

On the Pontoon Erection of the Steel Railway Truss
Bridge over the Tesiogawa

By Matutarō Huzii, C. E., Member.

要 旨

本文は北海道幌延・遠別間鐵道建設線天鹽川橋梁、支間 93 m 下路鋼構桁の解式架設の計畫並に實績を記述したものである。従來二三行はれたる解式架設法と異なる點は、潮差に依らず、河水を注入、排出して解の吃水を任意に調整した事である。

目 次

| | 頁 |
|--|----|
| 1. 架橋位置概況 | 1 |
| 2. 架設計畫 | 2 |
| (1) 解式架設法を採用せる理由, (2) 解式架設法の概要, (3) 構桁の組立, | |
| (4) 構桁組立用陸上足場, (5) 解の性能と其の補強, | |
| (6) 構桁送込設備及所要牽引力の推定, (7) 解の上下流への偏倚と其の調整設備, | |
| 3. 架設實績 | 9 |
| (1) 構桁組立用陸上足場, (2) 構桁組立作業, (3) 構桁架渡作業 | |
| 4. 結 論 | 15 |

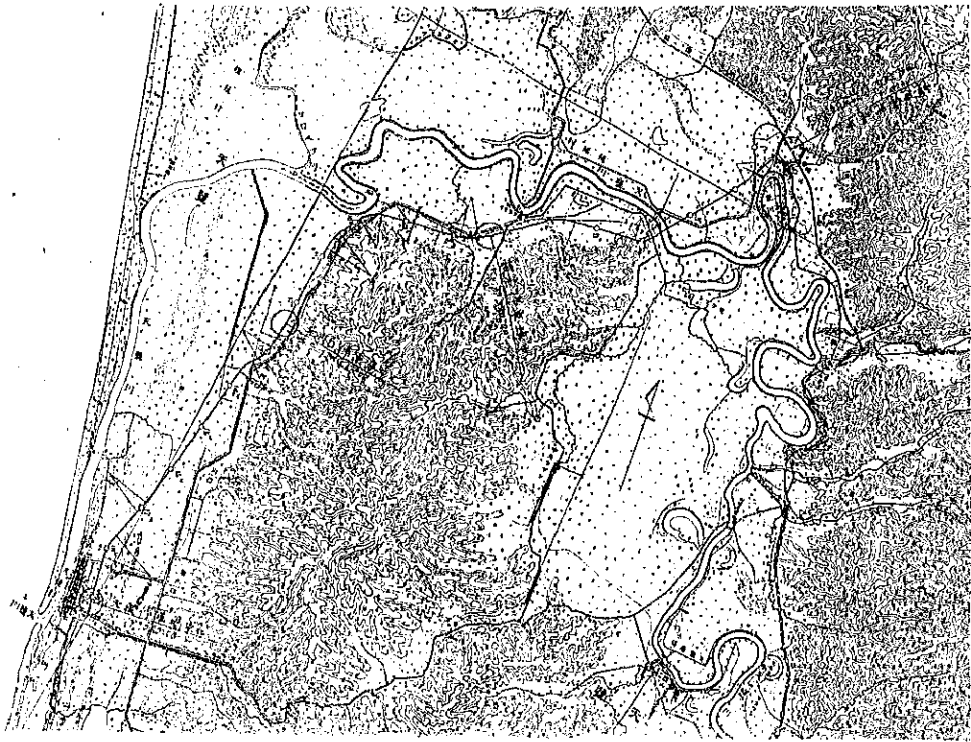
1. 架橋位置概況

天鹽川橋梁は、鐵道省北海道建設事務所が目下建設中の、宗谷本線幌延より左方に分岐し、天鹽を経て遠別に至る所謂遠別線の天鹽川に架するもので、右岸高水敷の 6 連、左岸高水敷の 4 連は支間 19.2 m 鋼鈎桁を架し、中央低水敷は支間 93 m 鋼構桁 1 連を以て渡る延長 292.63 m の橋梁である。北海道第 2 の長流なる天鹽川は源を天鹽岳に發し、名寄川其の他多數の支流を合して北方に流れ、天鹽に到つて日本海に注ぐ。其の下流部は、陸地の隆起作用と、日本海の波濤に依つて生成された廣漠平坦なる濕地を流れ、河心の變遷常なく、河川蛇行の典型たるかの觀を呈し、脆弱なる河岸は不斷水流に侵蝕されて、河水は常に黃濁色を呈してゐる（第 1 圖参照）。

架橋箇所は、河口を溯る約 24 km の地點にあり、潮の干満に依る水位變化は約 20 cm、平均水位及最高水位は夫々手宮海岸平均潮位基準 1.687 m 及 7.450 m である（第 2 圖参照）。附近一帶の氣温は夏期 7°C~30°C 間を昇降し、冬期は -28°C~+14°C の間を上下してゐる。斯る寒氣は 12 月初旬より翌春 4 月上旬迄河面一帯を氷結し、その氷盤は人馬の通行を自由ならしめ氷橋と稱されてゐるほどである。4 月上旬解氷し初め水源山岳地帯の融雪期に入れば、水嵩漸次高まり最高水位はこの時期即ち 5 月上旬から中旬の間に表れる。氣候は概して寒冷不順で特に初冬霽雪を含む強風吹き荒び、時に秒速 80 m 程度の突風襲來さへ稀でない。天鹽川橋梁構桁の架設工事は、昭和 9 年 12 月完了の豫定で計畫を進めてゐたが、この初冬の悪天候に災ひされて、今春に持越されたものである。

* 鐵道技師 鐵道省北海道建設事務所勤務

第 1 圖 天鹽川平面圖



2. 架設計畫

(1) 解式架設法を採用せる理由

本橋梁は第 2 圖の如く、左右兩岸高水敷に、19.20 m 鋼桁 10 連を架設し、低水敷は支間 93.0 m 鋼桁 1 連を以て渡つてゐる。本徑間制に對し、中央低水敷を 45.72 m 2 連とする比較設計も行つたが、河心部は平水時の水深 7 m に達し、橋脚の築造に多大の工費を要する事及流氷に依る橋脚コンクリートの破損を避けて本設計に依つた。

倍、鋼桁徑間 93.0 m、自重 333.561 t の架設方法は

(1) 解式架設法、(2) ケーブル エレクション工法、(3) 氷盤基礎上の足場式架設法

の 3 が考へ得られる。(2) のケーブル エレクション工法は、鐵道省の當時持つて居た設備は支間 62.4 m 構桁架設用のもので、本工程に對し之を補強又は新調するものとすれば相當の費額を要する事となり、且つケーブルの碇着設備にも相當の工費を要する。(1) の解式架設は、ケーブル エレクションに比し、陸上に組立足場を必要とする不利はあるが、構桁送出に適當な解を他より流用し得る利便があれば工費は經濟になる。(3) の氷盤上に組立足場を築造する方法は、最も地方的條件を活用して冬期氷盤上に組立足場を築造し、組立架設を完了せんとするもので、氷は河水を注ぎ任意の厚さにする事を得べく、又氷盤其のものの強度は、鐵筋コンクリートの觀念で之を補強する方法も考へ得る。然し氷盤上に築造する足場は橋梁の高さの關係上相當の費額と時間とを要し、一方工事の成否は氣温天候等の支配を受け開業其の他の關係上、竣工期間を限定し度き本架設工事には不適當な工法である。

以上の如く種々比較研究を行つたが結局鐵道青函連絡に使用した貨車フェリーを利用し得るに至り其の結果、(1)の解式架設が工費の點からも有利となり、之を採用するに至つた。

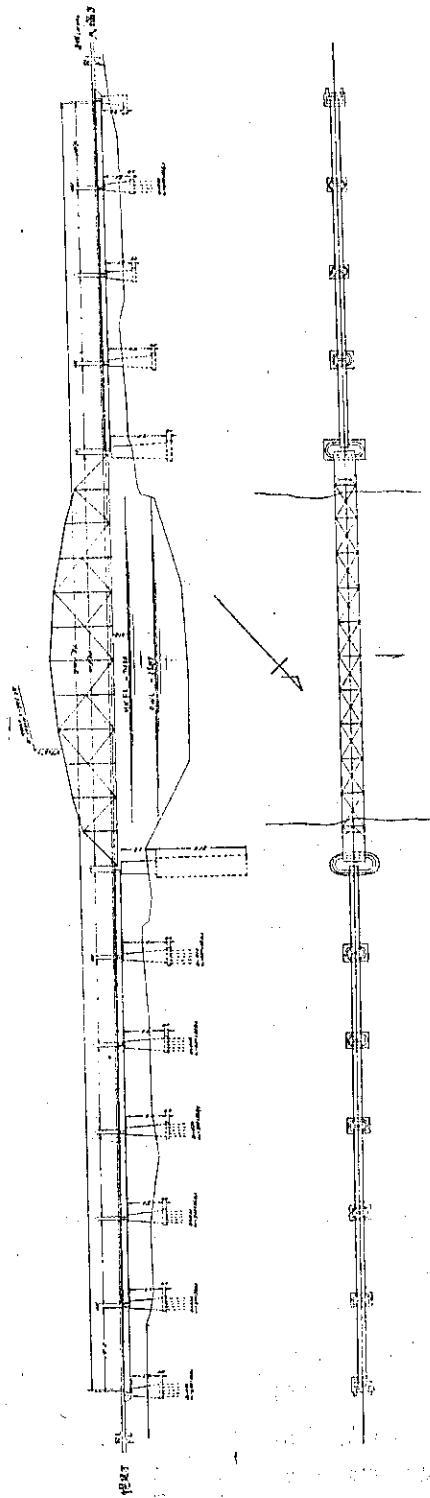
(2) 解式架設法の概要

右岸高水敷の、鉸桁架設位置に木製ベントを築造し、此に左右高水敷に架すべき合計 10 連の鉸桁を轉用して 2 列に架け渡し之を組立足場とする。此の足場上に軌條を敷設し、構桁移行用の特製トロリー上に構桁をゴライアスを以て組み立て、鉸紙の了るを待ち、機關車に依つて架設位置に移動せしめる。而して構桁を其の長さの $1/3$ 程度河心に突き出した時、河水を汲み入れて、適當に沈めた斛を構桁第 2 格點下に當てがひ斛内の水を汲み出す。汲出作業を進め斛を浮揚せしむれば桁は遂に斛と桁最後部のトロリーの 2 點で支持される。この状態で機關車を使用して桁を河心上に移動する。桁が對岸に近づき最後の 4 m 程度に到ると、ブロック取附の關係上、機關車使用が利かなくなる。そこで豫め對岸に設備せるキャップスタンに更へて桁を曳き附ける。桁の移動作業が了れば河水を斛内に汲み入れて、之を沈下せしめ桁の先端を沓上に定置し斛を抜き取る。後端は尙トロリーで受けてゐるが、之が沓上への取卸しは斛を手前に移し、前述の操作を繰返すか又は 100 t ジャッキ 2 臺を使用してトロリーを抜き出し、桁の据付けを了し、斯くして架設を完了するものである(第 3 圖参照)。

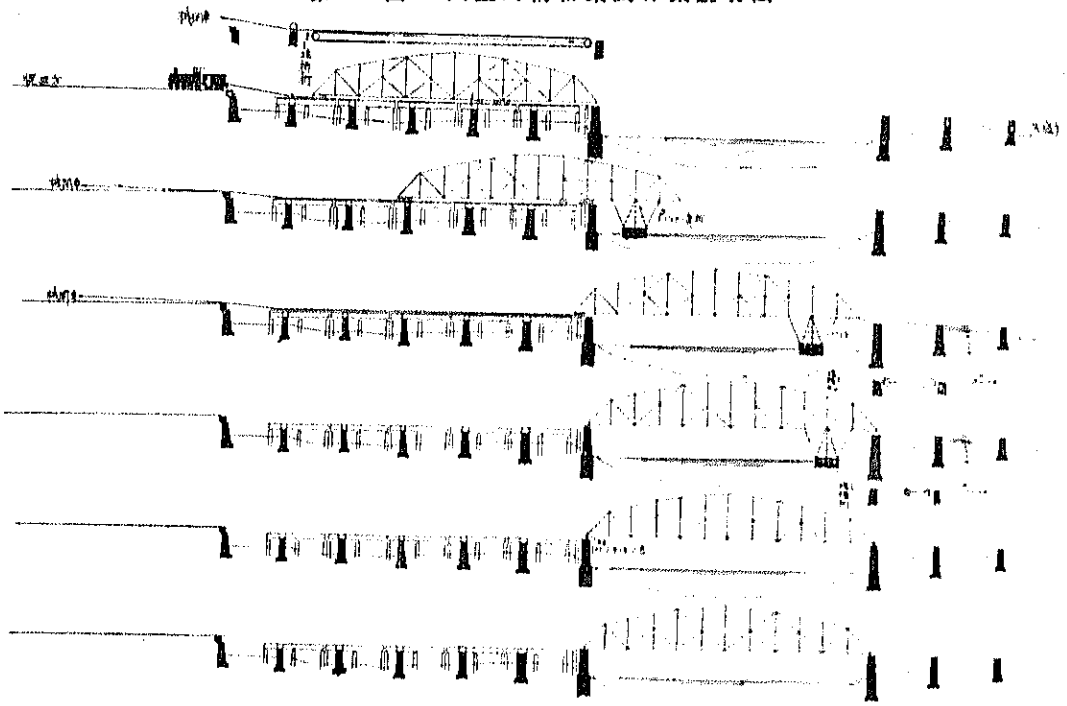
(3) 構桁の組立

構桁は、曲弦 petit 型、格間長 7.75 m、格間數 12、支間 93 m、全長 94 m で、中央部に於ける高さは 14.5 m、左右主桁間隔 5.0 m、自重 380 t、沓を加算して總重量 336.561 t である。設計活荷重は構桁のみ KS-15 で鐵道省研究所の設計に係る。架設の際に斛が受ける桁

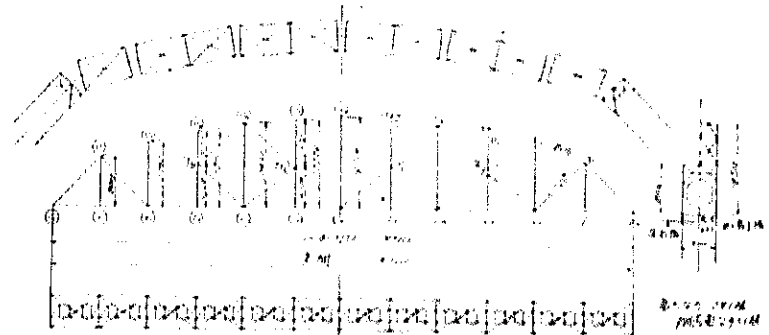
圖 2 天鹽川橋梁構桁の解式架設



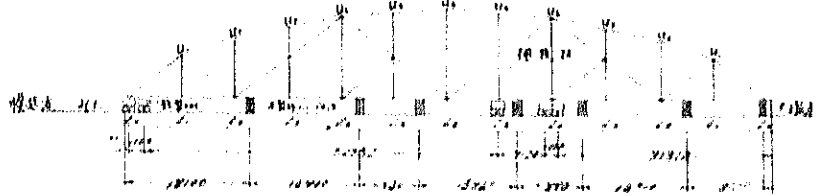
第 3 圖 天鹽川構桁架設作業説明圖



第 4 圖 (1) 天鹽川橋梁構桁一般圖 (KS-15, 支間 101m)



(2) Camber Block 及 トロリーの 据付位置と設計施工 Camber (単位はmmとナ)



設計 Camber 施工 Camber

| 各点・桁ノ | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|-------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 設計 Camber | 0 | 12 | 21 | 28 | 32 | 35 | 36 | 35 | 32 | 28 | 21 | 12 |
| 102.46.15.12.10.8 | 12 | 21 | 28 | 32 | 35 | 36 | 35 | 32 | 28 | 21 | 12 | 0 |
| 102.46.15.12.10.8 | 0 | 12 | 21 | 28 | 32 | 35 | 36 | 35 | 32 | 28 | 21 | 12 |

の位置は解の吃水と兩岸水深の関係より第4圖に示す L_2 格點となる。従つて足場上の送り出しに用ひる前方トロリーは格點 L_4 に置かれる。又後方トロリーはこの場合 L_1 に置く事になる。然るに前後2トロリーを以て桁を受けるときは L_4 格點への荷重の集中大となるため L_4 トロリーに対する足場は極めて強固なものを必要とする。之を幾分にも緩和する目的で更に L_6 にトロリーを挿入する。故に結局構桁が陸上足場を移動する間

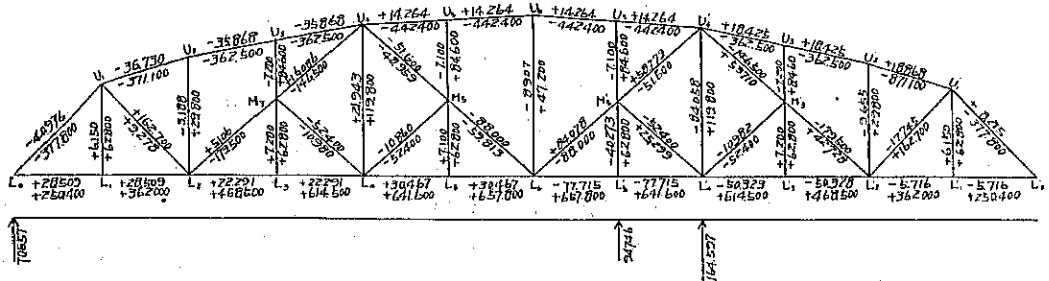
即ち全行程の 1/3 は桁が L_0, L_1, L_4 の 3 點で支持されて進行し、 L_4 が第 6 橋脚上に来て、 L_2 を解で受けると L_0, L_2 の 2 點で支持される。此の二つの場合に就き自重に依つて各部材に起る應力及び各支點反力を圖示したものが第 5 圖である。同圖に見る如く、 L_4 格點に於ける抗張材 U, L_4 は壓應力を受ける。長柱となり強度不足するを以て第 4 圖の如く、末口 20 cm の松丸太で補強した。

第 5 圖 天鹽川橋梁構桁組立應力圖

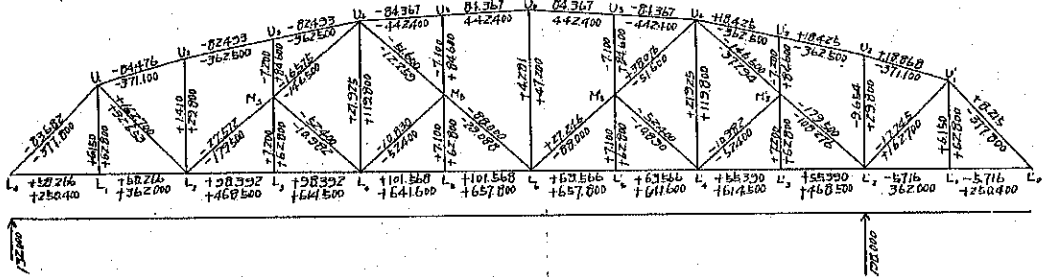
上 組立應力
下 設計應力

+ 張力 (kg)
- 壓力 (kg)

1. 組立足場上へ移動スル場合



2. 解・アケケル場合



備考 大梁反力・雨脚は桁アケ計算セテモツズ

構桁組立はゴライアスに依つた。

ゴライアスは工費を節約する建前から最初は 80 kg 古軌條を主柱とし、9 kg 古軌條及末口 15 cm 半割丸太をブレースとした構造であつたが、昨秋 11 月末風速 30 m/sec の突風に襲はれて挫折倒壊した。蓋し風速 30 m/sec の如き意想外の突風に起因するものではあるが、木材と鐵材との結合部の施工には不完全を免れず、一般に斯る場合此種設計は避くべきを感じた。當初のゴライアスが倒壊した爲、昨秋石狩川橋梁構桁之間 62.4 m のケーブル エレクションに使用した鐵塔 4 基を利用して、之を主柱とし 80 kg 古軌條をブレースとした鐵製ゴライアスを製作する事とした。本構桁を組立てるには鐵塔の高さが不足したので、8 m 新しく製作して繋ぎ足した。新ゴライアスの設計に當り考慮した荷重は最重下弦材 3.22 t 並に片吊りするがためにゴライアスに最大の負荷となる端柱 5.08 t を考慮した外、風速 30 m/sec に依る風壓を考へた。風壓式は風上側主壓に、風下側に生ずる吸引作用を考へ、此を主壓の 1/3 と見做し、結局全風壓を表はす算式として

$$W = 1/3 \cdot FV^2$$

W: 風壓 (kg), F: 風壓面積 (m²), V: 風速 (m/sec)

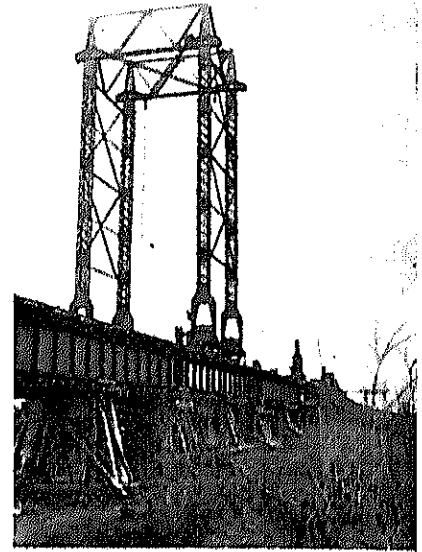
を用ひた。

以上の如くして出来上つたゴライアスは幅員 7.4 m、長さ 7.0 m、高さ 21.025 m、総重量 38.08 t である。フレームはボルト緊めであるから之を取り外せばケーブル エレクション用の鐵塔となる(第 6 圖参照)。

(4) 構桁組立用陸上足場

構桁組立用陸上足場は、石井高水敷に於て、鉄桁を架すべき位置に橋脚を挟んで築造する。先づ橋脚根柢に依つて地盤を強めた箇所を避け、間隔 9 m 毎に木製ベントを 2 列に樹て、兩岸に架設すべき 19.20 m 鉄桁 10 連を 2 連並列に架ける。此左右兩鉄桁上に 30 kg 軌條 9~17 本を組んだ軌條桁を 2~2.5 m の距離に架け渡して横桁とし、更に其の上に 9 本組軌條縦桁を横桁の左右主桁の位置に 2 列に配置する(第 7 圖参照)。足場は構桁架設の際トローラーの大なる集中荷重を受けるもので第 5 圖に示した支點反力の通過を考へ、各部の強度を決定した。而して足場は單に集中荷重の通過に耐えるのみならず、荷重に依る變形を出来るだけ小にし、構桁の進行を圓滑ならしめ延いては靜を安定ならしめる事が必要である。故に工費の節約を計る一方、強度に對しては充分な設計をし

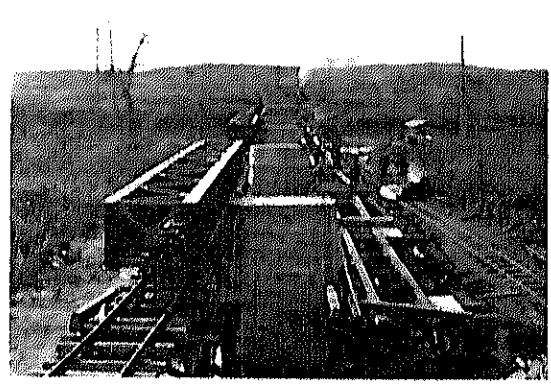
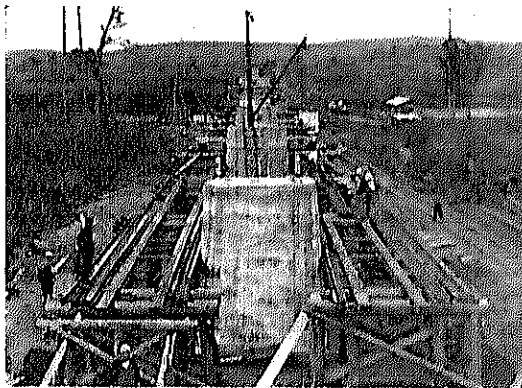
第 6 圖 竣工せる鐵製ゴライアス



(1)

第 7 圖 陸上足場作業

(2)



た。足場築造位置の地質は砂層及粘土層で良好と云ひ得ないので、木製ベントの基礎は木目 30 cm、長さ 5~7 m の杭打を施した。試験杭を打つた結果、杭 1 本の許容支持力を 10 t と見做し前記の集中荷重より所要本数を決定した。ベントの柱は木目 25 cm、長さ 3~4 m の松丸太で、許容應力を 60 kg/cm²、長柱強度 38 kg/cm² として設計した。ベントに架けた鉄桁は集中荷重の通過に依り 670 kg/cm² 圧組を構成する軌條桁は最大 1,000 kg/cm² の應力を生ずる計算となつた。

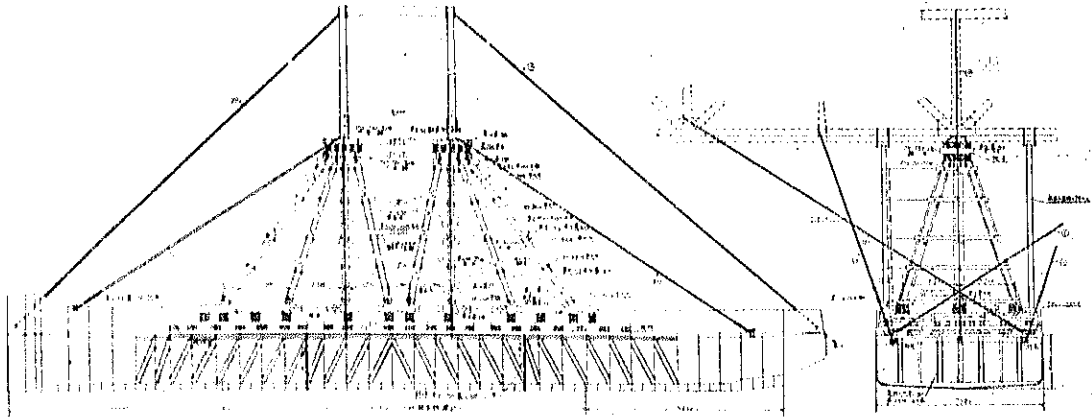
足場の設計に當り新にベントを樹てず鉄桁を架すべき橋脚を利用する方法を研究したのであるが、橋脚幅員の狭小と足場上面が上昇し、之に伴ひ靜上の橋が高くなるので上記の陸上足場を築造した。

(5) 靜の性能と其の補強

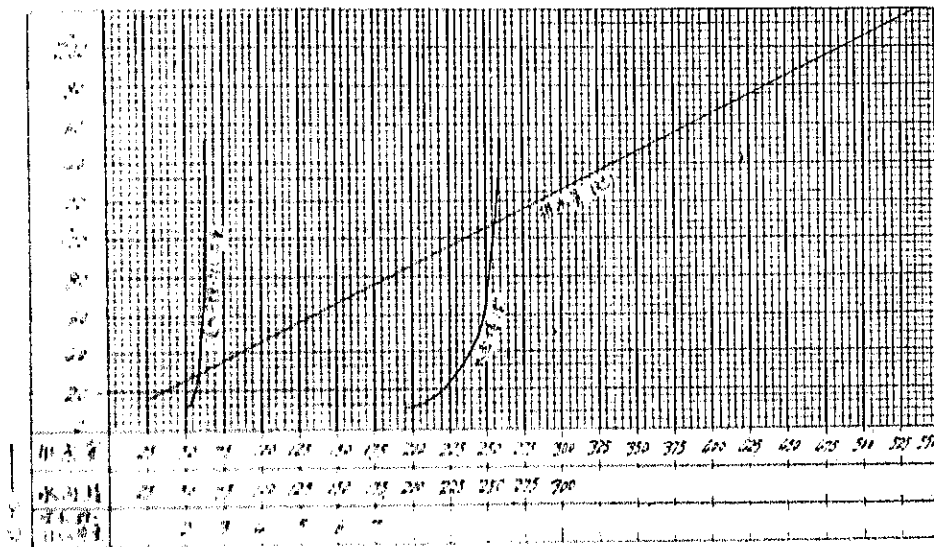
靜は幅員 7.02 m、長さ 30.58 m、キール下面より甲板面迄の高さ 2.44 m、自重 234.75 t の鐵船で、嘗て鐵道青函連絡に、バラスト共荷重 100 t を限定し、曳船に依り航海したものである。キール及フレームはボルトアップセ

クッションより成り之に厚さ 5/16 吋の鋼板を張つたもので、解内は 1/4 吋板より成る隔壁で、水密に前部、中部、後部の 3室に分たれてゐる（第 8 圖参照）。

第 8 圖 天鹽川橋梁構桁架設用解足場



第 9 圖 解の性能曲線



吃水と排水量；任意の吃水に對する排水量、水面積及び吃水變化に要する荷重の關係を算出圖示すれば第 9 圖の如くなる。之以後に解の強さと共に軌條を荷重として實地檢測して見た。

解の強さに関しては試験荷重として軌條を載せたために桁架構桁を受けた場合と、荷重分布の狀態が異なるので、確信を得るには到らなかつた。解で支へる構桁の荷重 108 t を如何なる方法で解に受けるかに就ては三角形橋の底部で構桁を受け、頂部を解のメツセンター以下に置けば解其の物は安定であるが、集中された桁の重量を解に有利に分布し難い。故に三角形橋の底部を解の甲板の上に置き、頂部で構桁を受け、解其のものゝ不安定は、解と構桁とを抗腐材並に抗張材で結合し、兩者を一體として補ふことにした。構桁より來る荷重 108 t、甲板上構の重量を 40 t と假定すれば、總荷重は約 148 t となり、解の自重 233.75 t を加算すれば解の總排水量 473.75 t、吃水 1.94 m となる。即ち解は平均 1.94 m² の荷重を受け、橋底部で支へられた連續桁と見做される。之は解本來の載荷狀態とは多少異なるから出來るだけ構桁の重量を軸輪方向に分布する一方、軸部及鐵部の橋底部より突出した部分は、突桁として作用し得る横補強する事とした。

即ち上の觀念で設計した結果構桁受槽は末口 25 cm、長さ最長 9 m の松丸太を 21 本組合はせ第 8 圖の構造とし、構桁の重量を船の長さの方向約 17 m に分布させた。槽の頂部には取り外し自由な枕木バンドルを取付け、架橋時の水位に依り高さの調節を行ふ様にした。解の補強は解内にフラット型トラスを構成した。即ち解のキール及スタクションを利用して夫々張力側弦材及垂直材の作用をなさしめ、新に末口 20 cm 松丸太を打ち込んで斜材及壓力側弦材としての作用をなさしめた(第 8 圖参照)。

解内に河水を汲み入れ或は汲み出す爲に、6 吋渦巻唧筒能力 2.5 m³/min 2 臺、3 吋渦巻唧筒能力 0.55 m³/min 2 臺を裝備し、隔壁で區切られた前、中、後部の 3 室に甲板に設けられた夫々のマンホールよりホースを挿入し運転する。

解に水を汲み入れ又は汲み出す場合船軸方向の傾きを成るべく小さくする爲に、汲み入れる時は中央船室より初め、逆に汲み出す場合は前後 2 室より初める。3 吋唧筒は、水を汲み出す場合解底部に残つた水を出来るだけ排出するために設備した。

解の甲板上、桁受槽の高さ決定には解上に全設備を施した時の吃水を測定し、之に桁を載荷した場合の吃水量を第 9 圖排水量曲線から求める。然るときは此の値と架設時の豫定水位 +2.0 m 及構桁の河面上よりの組立高さの 3 者から槽の所要高さが定つて来る。

(6) 構桁送出設備及所要牽引力の推定

構桁送出設備は第 3 圖の如く第 6 欄脚に取り附けた固定滑車と構桁後端横桁に取り附けた移動滑車とに 21 mm 鋼索を四重にかけ、9000 型機關車を進行せしめ兩滑車をしばり付けて構桁を前進さす。而して構桁が漸次前進して固定、移動の兩滑車が接觸するに到れば豫め對岸に設けたキャブスタンと構桁第一格點下に取り附けた索附を連結して、桁を曳き付けて架渡を了る。

構桁を前進さす爲の牽引力幾何かを考へるに、先づ所要牽引力を支配するもの内、トロリーの車軸と車輪の大きさの關係は既知であるが、トロリー軸承部の摩擦、軌道の變形、滑車の摩擦等に依る諸抵抗の大きさは之を推定するの外なく下記の如き算定に依り 40 t の牽引力を以て充分とした。

軸承部の摩擦抵抗は其の仕上の状態、潤滑の程度、車輪の迴轉速度、壓力強度等に依つて變化する。トロリー軸承の受ける壓力は I_1 格點下に於て、最大 130 kg/cm² と算定される。此の如き高點下に於ける實驗依がない爲、上記の諸條件を考慮して、摩擦係数を 0.3 と假定した。之にトロリー車軸と車輪の大きさの關係を入れると其の抵抗は 20.850 t となる。尙之に他一切の抵抗を加算し、大凡そ 40 t の牽引力に依り始動可能と推定した。

前述の如く構桁曳出しの始動總抵抗を 40 t とすれば機關車の所要牽引力は其の 1/4 即ち 10 t であつて充分餘裕がある。牽引用鋼索は徑 21 mm の物を使用す。

之に使用する機關車は 9000 型過熱機であつて汽筒内蒸氣壓より牽引力を求めると

$$T_0 = \frac{P d I_1}{D}$$

T_0 : 機關車牽引力, P : 汽筒内蒸氣壓 = 13 kg/cm², d : ピストンの徑 = 508 mm,

I_1 : ピストン働長 = 610 mm, D : 働輪の徑 = 1250 mm

より T_0 を算出すれば 10.3 t を得る。効率 80% に低下するものと假定すれば T_0 の値は 13.3 t となる。

(7) 解の上下流への備値と其の調整設備

架橋地點に於ける流速は平宮海岸平均潮位基準 +2.0 m に於て 1 m/sec 弱であつて、構桁を載荷せる解の吃水斷面積 14.7 m² に受ける動水壓を略算すると 0.75 t となる。故に解には此の動水壓に押し流さるゝ事なく又線路方向に滑り桁の進出 回滑に追隨し得る設備を要する。

以上の考方の下に、作業の簡単と云ふ事を第一として種々比較せる結果、第10圖の如き設計を得た。左右兩岸に A, B 2 點を採り之をアンカーとして 21 mm 鋼索を張り立て、之に懸けた滑車と解軸部に固定されたウインチとを結合して河流に對する調整設備とする。尙此滑車の位置を整調する爲に兩岸にウインチを据え同じく徑 21 mm の鋼索を取附けた(之を抗流設備と呼ぶ)。

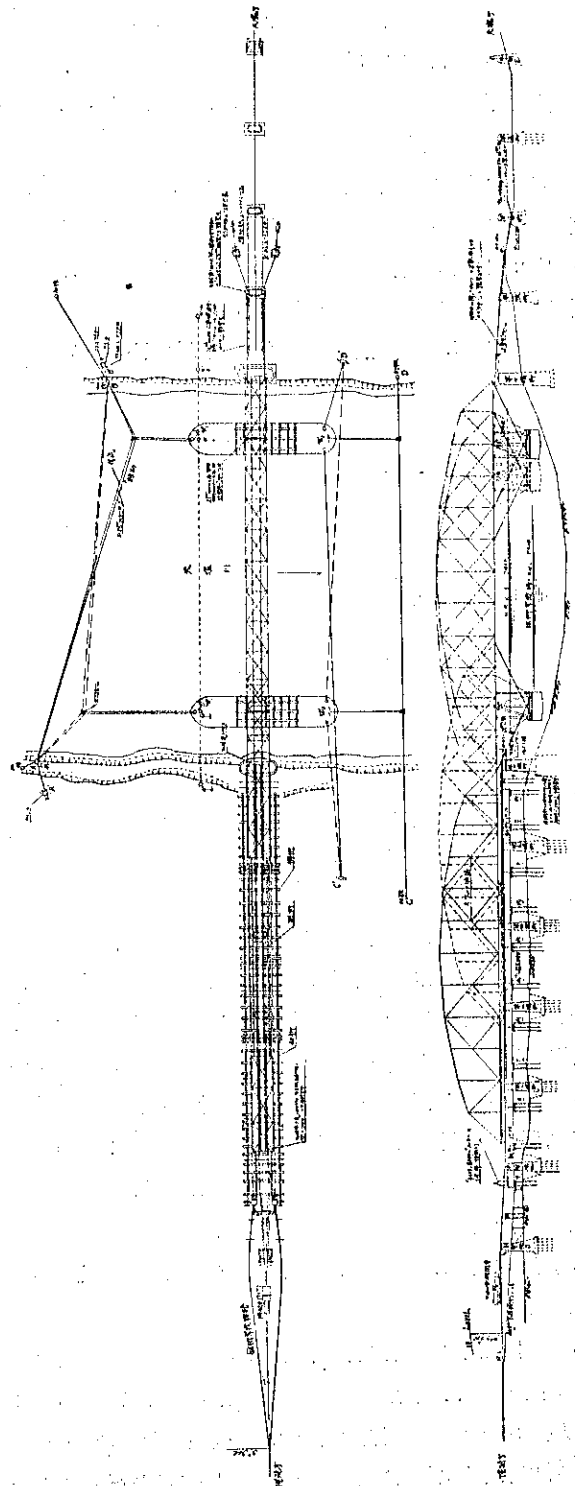
A, B 2 點 水平距離 94 m, 之に張り立てた鋼索は長さ 97 m で、最大サグは 9 m となり、解の受ける動水壓 0.75 t に餘裕を見て 1 t と假定すれば、鋼索の受ける最大張力は約 3 t となる。解の進行に伴ひ滑車は鋼索を走り、近似楕圓軌道を描いて移動する事となる。故に解を所定の直線上に進行さす爲には、解上に固定されたウインチ W_1 に依り滑車と解とを連結する鋼索を伸縮する事に依り偏移を調節し得る様にした。ウインチは捲き取る操作のみで調節出来る様に A, B の關係位置を定めた。又下流側には風壓の爲、解の上流側へ偏移する事もあるべきを考へ、川上の設備と略々同一なものを下流側に設置した。之等兩索道及滑車調節装置は亦萬一の事故に依り解が其の位置を外し構桁に損傷を與へざる安全装置としても作用する(第10圖參照)。

3. 架設実績

(1) 構桁組立用陸上足場

構桁組立用陸上足場は昭和9年9月21日に着手し、同年10月25日に竣功したもので直營で施工した。木製ベント基礎杭長さ5~7m 278本をヤンマー ガソリン エンジン 8 馬力及 4.5 馬力 2 臺と、300 kg モンキーとを使用し、1日平均 20 本の行程で施工した。杭の打止りの結果より見て、ザンデル式で1本平均 10 t の支持力ある事を確め得た。基礎杭打、木製ベント築造並

第 10 圖 天鹽川橋梁構桁架設々々備全形圖



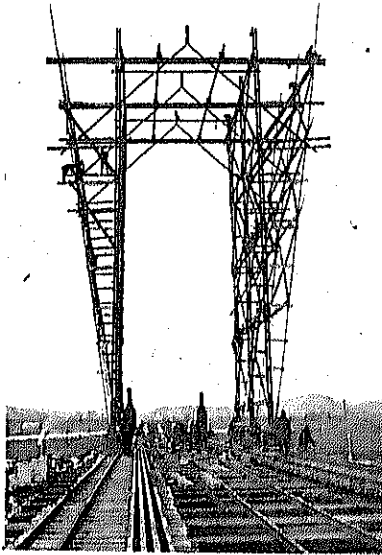
にベント上飯桁 10 連の架設作業を含めて、木材其の他の物品費 6000 圓、工費 1760 圓を要した（第 7 圖参照）。

(2) 構桁組立作業

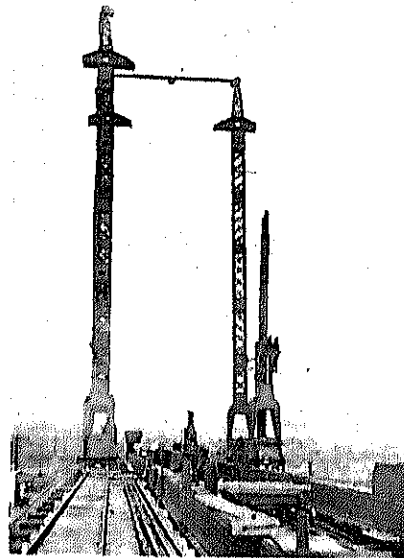
陸上足場上軌條桁設備、ゴライアス組立、構桁組立、鉸鉄並に塗工は總てを請負で施工し、ゴライアス製作は鐵道省苗穂工場に依頼した。

(イ) **ゴライアス組立作業** ゴライアス組立作業は陸上足場完成を待つて直ちに着手し約 3 週間を経て竣工、構桁の組立に着手したが幾何もなく昭和 9 年 11 月 28 日の突風の爲倒壊の厄に會つた。新ゴライアスは昭和 10 年 4 月 22 日組立に着手し、同 5 月 3 日竣工したもので、實働日數 19 日、使用職工人夫は、延人員爲職 93 人、捲揚機運轉工 16 人である（第 6, 11, 12 圖参照）。

第 11 圖 突風のため倒壊された舊ゴライアス



第 12 圖 鐵製ゴライアス組立作業

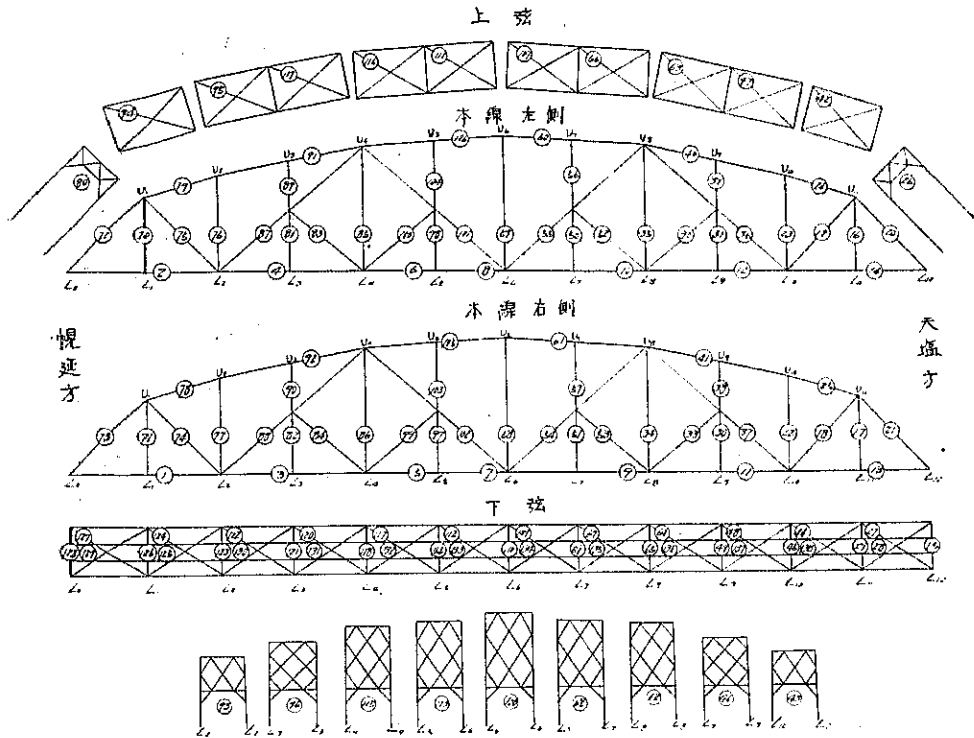


(ロ) **構桁組立作業** 構桁組立作業は昭和 9 年 11 月 24 日着手したが、前記の如く組立中のゴライアス倒壊し結氷と風雪の爲工事を中断し、今春新ゴライアスの完成を見て直ちに着手した。構桁組立作業は、鐵製ゴライアスと複胴式蒸氣捲揚機 2 臺（能力夫々 3t, 4t）に依つた。組立作業には先づ下弦材 1 本毎に橋脚の楔型キャンパーブロック 1 個づつを据ゑ付け、設計の 5 割増キャンパーをつけて下弦材を並べた（第 4 圖参照）。次に垂直材、斜材、上弦材、上部横構、床部の順序に構桁の一端よりゴライアスを後退せしめつゝ組立て、中央部に到る。次にゴライアスを構桁の他端に移し、大體前記の順序に組み立て、前進し、構桁の中央上弦材で迫めた（第 13 圖及第 14 圖参照）。

構桁組立實働日數は 20 日、使用職工人夫の延人員は爲職 318 人、並人夫 87 人、大工 6 人、捲揚機運轉工 30 人である。

(ハ) **鉸鉄及塗工**；空氣壓搾機はガソリン エンジン直結可操式のもので、50 馬力 1 臺と故障時の豫備 40 馬力 1 臺を備へた。使用リベッターは合計 3 臺で總數 17 374 本の鉸鉄作業を行つた。リベッター運轉時の空氣壓は大體 100 封度で、壓搾機は何か 1 臺を運轉すればリベッター 3 臺を働かすに充分であつた。壓搾機の故障其の他で、鉸鉄の能率は不良で各組共 1 日の能率最高 600 本、平均 400 本程度であつた。5 月 20 日構桁架設迄

第 13. 圖 天鹽川橋梁構桁組立順序



に鉸鉸の完了を見ず、ドリフトピンを打つて架渡し、後に約 5000 本の鉸鉸を行った。

塗工面積は 4480 m² 之に 2 回塗を施し延人員並人夫 15 人、ペイント職 65 人を要した。

(3) 構桁架渡作業

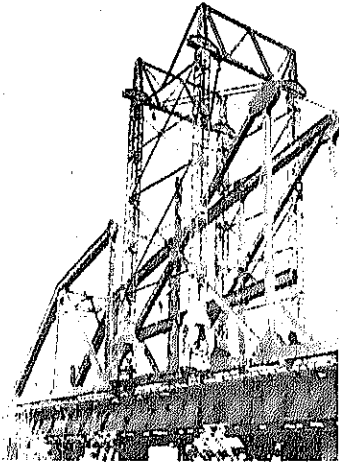
解上桁受檣設備、構桁曳出設備、構桁架渡作業共直營で施行した。解上設備は昨秋 11 月中旬着手し、其の他は何れも本年 5 月下旬構桁組立作業の終了を待つて漸次着手し、5 月 29 日早曉全く架渡作業を終つた。

(イ) 解上桁受檣設備 解上桁受檣設備は昨秋 11 月 16 日着手し、木材の切組を終へ之が組立に着手したが竣工數日前の倒壊事故の爲工事を中止し、今春 5 月 28 日に到つて竣工を見た。之が製作組立の職工人夫は延人員、嵩職 70 人、並人夫 67 人、大工 105 人であり、木材其の他の物品費は約 3200 圓に上つた(第 15, 16, 17 圖參照)。

(ロ) 構桁架渡作業 天鹽川は架橋地點に於て毎年 4 月 10 日前後よりの氷片の流下と、上流山間部の融雪と相俟つて水嵩を増し來り 5 月初旬最高水位を示し、其より漸次減水して 5 月下旬平水位 +2.0 m 程度に復する。今年は 4 月 9 日より流氷し始め、最高水位は 5 月 13 日に表れ上流部の融雪が徐々に行はれた爲、最高水位は例年より低かつたが可成高い水位を長期に亘つて持続した。架橋地點は河口に近い關係上、水位に依る流速の變化著しく、水位 +3.0 m の流速 2.0 m/sec に對し、水位 +2.40 m では 1.0 m/sec 弱である。水位 +3.0 m 程度になると流木多く河面上に張られた鋼索設備を破壊される懼があり又解の受ける動水壓が大きくなる。然し水位が +2.0 m 以下に下ると、解の吃水の關係から、對岸河床の淤澱を要し架渡作業時の水位は +2.0 m から +2.40 m の範圍に限定するを有利とする。構桁は高さ 14.50 m 左右主桁間隔 5.00 m、側面風壓面積 210 m² で側面よりの風壓を避け、安定を確保する爲架渡作業時刻は早曉無風時を擇んだ。

第 14 圖 構桁組立作業

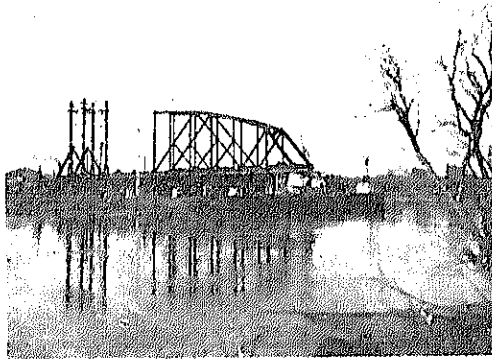
(1)



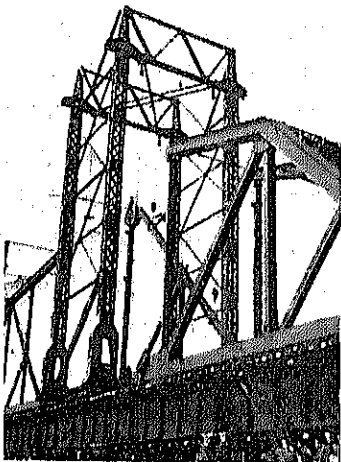
(2)



(3)



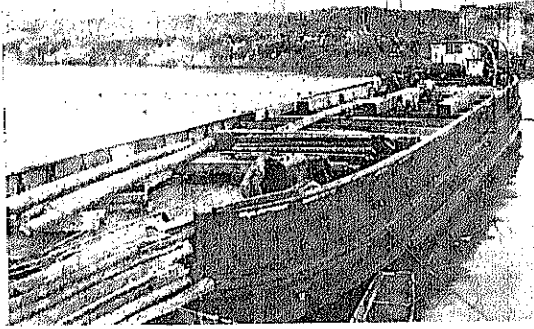
(4)



(5)

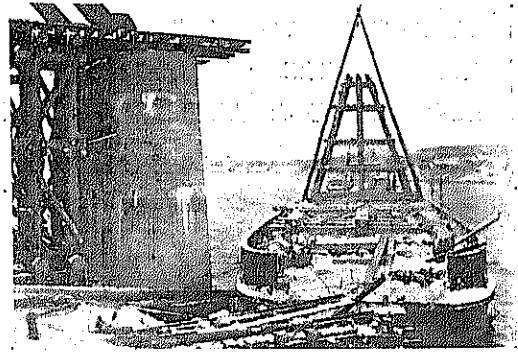


第 15 圖 解上に桁受櫓均し桁を敷く

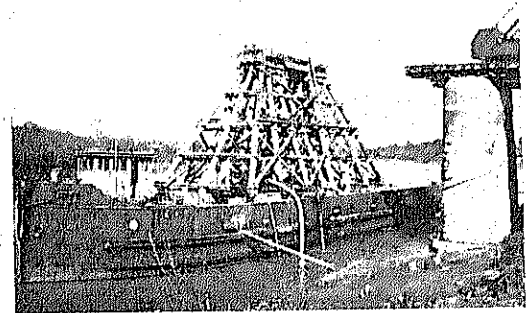


解に櫓設備、唧筒設備及其他必要諸設備を整備した時の吃水は 1.23 m で、之に第 5 圖の構桁の重量 198 t を載荷すれば、解の排水曲線より吃水 1.99 m、甲板面迄の餘裕 0.45 m を残す事となる。解は第 8 圖の如く補強してゐるが更に安全をとつて、構桁の重量を軽減する趣旨で最前部 1 格間、後部 2 格間を除く他の格間の床部縦桁を抜く事にした。之に依つて構桁重量は約 30 t 軽減され、塗工足場を含めて、解に来る重量は 198 t より 181.500 t に減少し、最後部トローリーには 192 t より 123.13 t に減少した。爲に解の最大吃水は 1.93 m に變化し、甲板面迄餘裕 0.51 m を残す事となる。

第 16 圖 桁受櫓組立



第 17 圖 竣工せる解上櫓



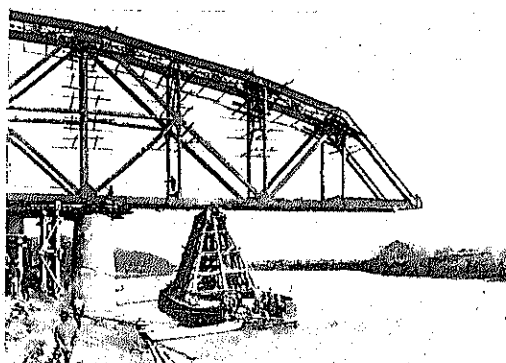
5 月 26 日頃は鉸鉸を除く他の準備作業略々完了し、天鹽川水位は +2.40 m を示し、天候も亦數日は良好なものとの豫想がついたので鉸鉸未了約 5000 本を残しドリフトピンを所要數打ち込み、5 月 27 日架渡作業豫行演習、28 日陸上足場上送り出し、29 日架渡作業の順序とした。

5 月 27 日の架渡作業豫行演習は、本設備した解に約 200 t の河水を汲み入れ、構桁載荷時と殆ど同一吃水として本作業と同一要領に曳き出し、抗流設備の試験を行ふと共に解位置の偏移調整の工合を驗し、同時に従事員の作業訓練を行ふのが目的であつた。此の作業の結果抗流設備は其の強度充分で、解の所定位置よりの偏移も最大 1 m 程度で軸部のウインチで容易に之を調整し得る事を確めた。此の作業で我々の意想外であつた事は解が櫓に受ける風壓の如き微弱な外力で左右何れの側へも、容易に 7 度程度の傾斜を表はし、全然復原力を持たなかつた事である。

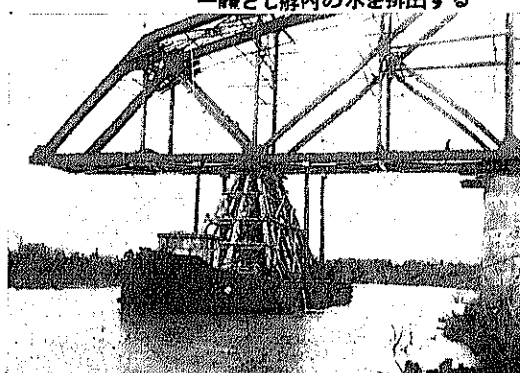
5 月 28 日鉸鉸未了部分に第 5 圖に依つて要求されるだけのドリフトピンを打ち、L₁ 格點上垂直材の補強丸太を打ち込み キャンパーブロックを外した。構桁各部材並に陸上組立足場に異状なく、直ちに 9600 型機關車を逆行せしめ構桁の移動に着手した。構桁後部端横桁と第 6 橋臺に取り附けた 2 重ブロックを結ぶ 21 mm 鋼索のサツグが漸次取れて殆ど一直線に張つた時桁は極めて滑かに送り出した。始動時の總抵抗は測定し得なかつたが大凡そ 20 t 即ち機關車の表はした牽引力 5 t 程度のもので推定される。最初の桁の移動速度は毎分 6.5 m に上り、機關車牽引力は長さ 400 m の鋼索を通じて加へられるため、桁の進行は兎角圓滑を缺いたので、後機關車速度を出來るだけ小さくし毎分 1.5 m 程度迄下げた。陸上足場の受ける最大集中荷重は L₁ 格點下で、足場の變形、撓度を注視したが、トローリー車輪下の最大撓度 2 cm 程度、木製ベントは丸太の接合部に、縦に小さい割れを表はしたものが

二三あるに止まつた。翌日解で受ける場合、桁最後部トローリーの集中荷重は遙に小でその儘で不安の無い事を確めた。此の日の曳出距離は 31 m, L_4 格點より前方 4 格間は、第 6 橋脚より河心に突き出された。次に解に約 200 t の河水を汲み入れ、吃水は構桁を受けた場合より約 7 cm 大きくして、河心に突き出された構桁の第 2 格點下に挿し入れ翌朝の架渡に備へた。尙桁受檣上のサンドルを外して、翌朝迄の水位上昇に備へた。

第 18 圖 解に水を入れて第 3 格點下に挿入す



第 19 圖 桁と解を抗張材及抗壓材で一體とし解内の水を排出する

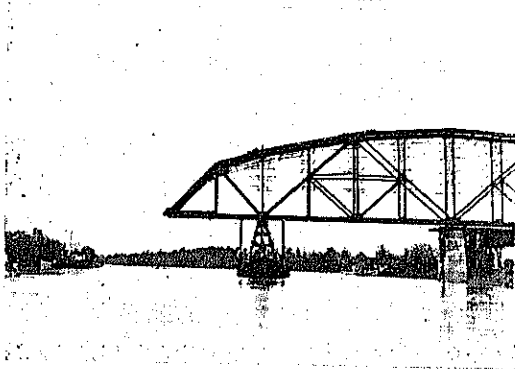


5 月 29 日構桁架渡作業を無風状態で行ふ爲従事員一同は午前 2 時半に出揃ひ、3 時に作業を開始した。水位 +2.40 m にして直ちに檣の高さの調節をなし、解と構桁とを連結する松丸太及 38 mm 鋼索を以て夫々結合し、解内の排水に着手した。解の舷方向の傾斜は 38 mm 鋼索に取り附けたターンバックルで調節し、船軸方向の傾きは、前後船室に河水を残して調節する豫定であつたが、さしたる傾斜を認めなかつた。午前 6 時 20 分、解内の河水全部排出され、構桁の重量は解に移り、桁の一端は全く浮揚し、 L_4 、 L_4 のトローリーを抜き取つた（第 19 圖参照）。豫想された如く、解は極めて僅かの撓度を示し別に異状がなかつた。6 時 45 分構桁牽引を開始した。桁は毎分 2 m の速度にて滑かに進行し、始動後 47 分にして對岸第 7 橋脚手前 4 m の位置に到着した。之より先は機關車に依らず段取換をして對岸のキャブスタン（カグラサン使用）に依り桁を移動せしめ、出發後約 1 時間にして桁は第 7 橋脚上に到着した。

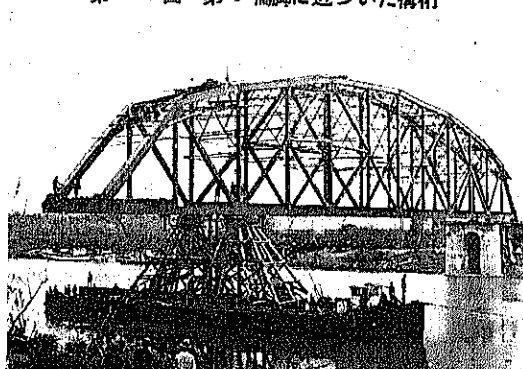
解の進行中、上下流への偏移は最大 60 cm 程度で、解船部のウインチを捲く事に依り容易に調節した。

解の出發當時の水位は +2.40 m で約 1 時間の架渡作業中に、+2.50 m に上昇した爲桁先端を枕木サンドルで假受けし、河水を汲み入れて解を抜き取つた。其の後に 100 t オイル ジャッキ 2 臺を使用しサンドルを抜き取り

第 20 圖 河心に浮ぶ構桁



第 21 圖 第 7 橋脚に近づいた構桁

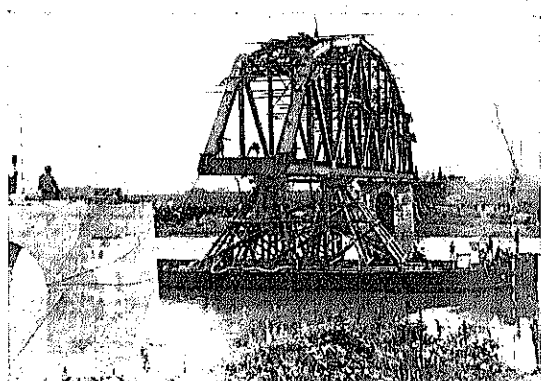


桁を沓上にをさめた。構桁後端のトロリーは翌日同じく、ジャッキで抜き取り桁を沓上にをさめた(第20圖~24圖参照)。

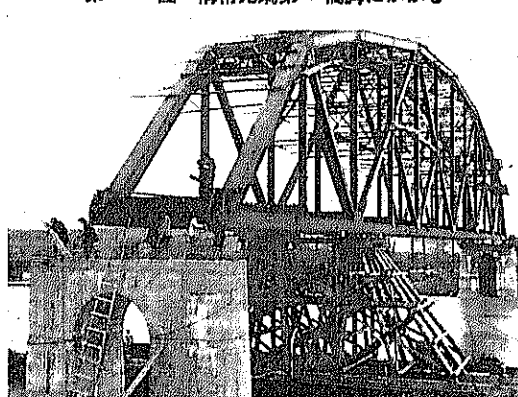
其の後槽設備を解体除去し、静を利用して除去して置いた床部縦桁を運搬し、上弦材に取り附けたブロックで吊り上げ組立を完了した。

構桁架渡作業に使役した職工人夫は延人員蕎職 137 人、並人夫 51 人である。

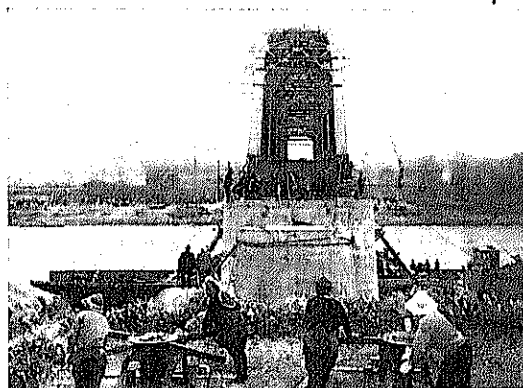
第 22 圖 索引段取換キャップスタン索引に移らんとす



第 23 圖 構桁先端第 7 橋脚にかかる



第 24 圖 キャップスタン牽引



4. 結 論

天鹽川構桁の架設工事(は當初ゴライアスの倒壊を見た他計畫通り進んだ。之が架設總工費は目下精算中であるが桁重量毎當り 140 圓見當と算定される。

本構桁架設法は將來鐵道建設線に適用し得るよりも寧ろ營業線路の構桁架換に利用し得る場合が多く、適當なる静を利用して得れば經濟的且安全に施工し得る。但し他より轉用せる静に對しては其の強度、安定度等を精しく研究する必要がある。(完)