

論 說 報 告

第20巻第7號 昭和9年7月

北 滿 に 於 け る 架 橋 工 事 の 一 例

准 員 眞 鍋 簡 好*

Construction Features of a Bridge in North Manchuria

By Humiyoshi Manabe, Assoc. Member.

内 容 梗 概

本文は北滿に於ける架橋工事の内井筒沈下、寒中コンクリート及び酷寒橋桁架設工事に就て述べたものである。

緒 言

本稿は滿洲土建協會誌に呼蘭橋工事報告として發表せる記事の内、特に滿洲事情に興味ある點を抜萃し、これを 1. 井筒沈下、2. 寒中コンクリート、3. 酷寒橋桁架設、の3編に纏め、江湖の御参考に供したい。

1. 井 筒 沈 下

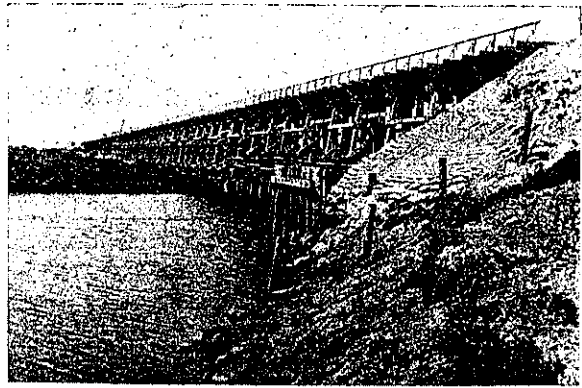
(1) 架 橋 位 置

ハルビン以北 14km. 濱北線(濱江—北安鎮)が呼蘭河を渡る地點である。

(2) 工 事 の 外 貌

橋梁延長	440 m
上部構造	上路鋼鉄桁 30m 14 連, 10m 1 連
下部構造	鐵筋コンクリート造, 深度 18m
	楕圓形井筒 (長徑 7m, 短徑 4m) } 14 基
	鐵筋コンクリート造 } 14 基
	高さ 9m 橋脚

第 1 圖 舊 橋 梁



(3) 現 地 事 情

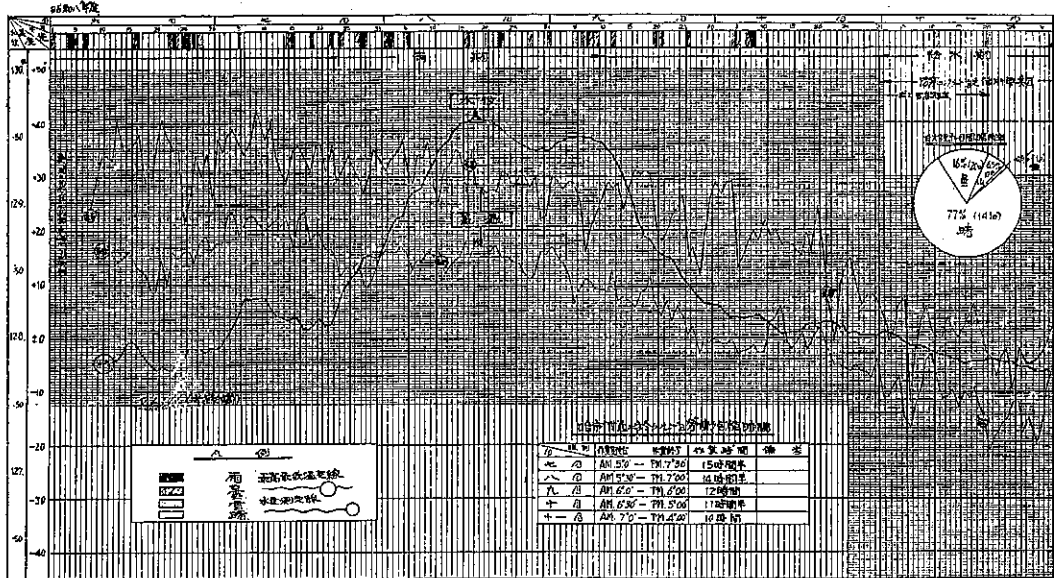
氣象 (第 2 圖參照) 水流は極く緩漫にして雨期増水の大半は松花江本流よりの逆流である。昭和 7 年夏襲來せる未曾有の大洪水(6.40m)直後にて、現地附近一帶には數條の臨時河川が生じ著しく荒廢して居つた。然し施工中の氣象は例年に比し頗る好調にて増水も僅かに 1.80m に過ぎなかつた。

地質 實際の掘鑿物を根據として推定せる縦斷地層が第 3 圖である。横斷的の想定は相當の範圍同一層を以つて展開せるものと思はれる。尙本地層はハルビンを中心とせる松花江系砂質層の代表とみてよい。呼蘭河上流 150km, 秦家站附近は當地方唯一の砂利産地にて 1.5 in を最大とせる小粒質である。上層の砂はコンクリート骨材として餘りに微細に過ぎるが中層以下は適當である。全般を通じてオランダビール・バケツト掘鑿に最適にし

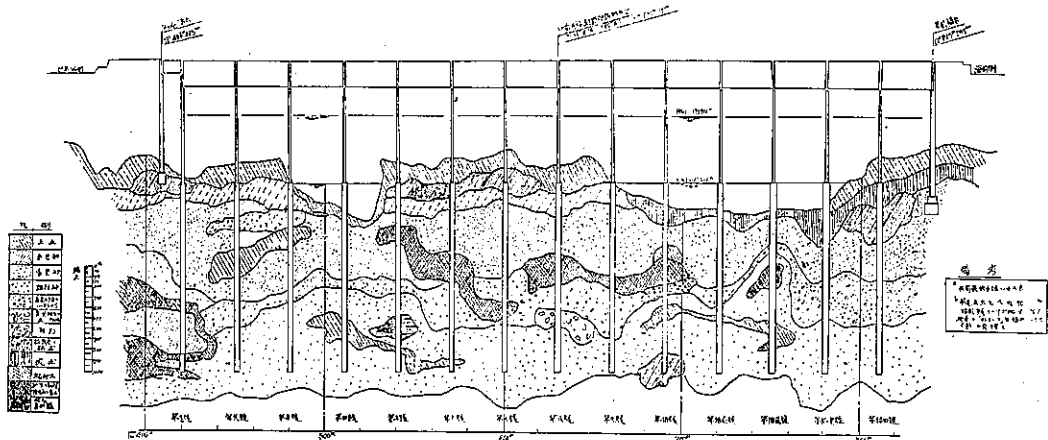
* 榑谷組技師

てニューマチック・プロセスの必要なしと思はれた。

第2圖 井筒工事施行中に於ける氣象表



第3圖 實際掘鑿により採集せる標本から推定せる地質圖



(4) 材料及び勞力

セメント、鐵筋、機械類その他の主要材料は凡て南滿に求め、勞力は殆んど滿人職工を使役した。機械動力は主として蒸汽、ガソリンに依る、ハルビン近郊なれば電力を供給し得る。又今次滿洲僻地の壓縮機、發電機等の動力としてディゼル・エンジンの應用が相當に認められて居る。

参考單價 (材料は現場着, 勞力は募集費を含む)

材 料	セメント 1 袋當 普通 2.45 円	高級 2.85 円	鐵筋 ton 當 180.00 円
	砂, 砂利 m ³ 當 平均 7.00 円		
勞 力	並入夫 (苦力) 1 日當 0.85 円		茂入夫 1 日當 1.60 円
	鍛 冶 工 " 1.55 円		大 工 " 1.60 円
	(潜水夫道具持) 1 日 當 10.00 円		

(5) 寒 氣

北滿に限らず全滿に於て内地と特に相違せる點は冬季嚴寒時の永い事である。事變前は一般に工事を休止されたが今次建設工事の特殊性は各種の寒中施工を餘儀なくせしめた。従つて土工, コンクリート打設, 基礎工事, 橋桁架設等に幾多の新工夫が考案され, 冬季間の工事意識を強力化したのである。北滿に於ける結氷の程度は地表凍結 1.5~2.0m, 河川氷厚 1.0~1.5m である。寒氣に就き一般工事關係者に誤認されて居る點は, 1 日の最低氣温を以つて, その日の温度を代表せしむる習癖である。これは社會人の世談として扱ふべきで工事施工を論ずる時の目安としては當らない。1 日の最低は午前 6 時~7 時に生じ日中の氣温は午前 9 時頃を境として急昇し午後 1 時頃が最高となり 3 時を過ぎる附近から漸時低下するのが一般現象である。即ちこの 9 時~3 時間の温度に就て關心を持つべきである。

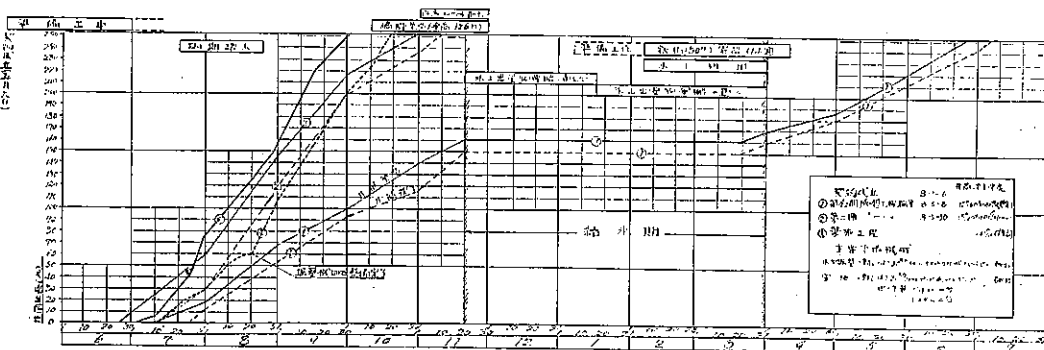
經驗によれば寒氣の周期日程は大體に於て三寒四溫の反復にて, 現代科學の應用は寒中施工の餘地を充分に吾等に暗示するものである。又寒中ならでは出來ぬ施工の妙味も存在する。當所に於ける寒氣對コンクリート打設及び橋桁架設作業との興味ある關係に就ては 2, 3 に於て述べることにする。

(6) 工 程 の 編 成

工期が 1 年を通じ行はれる滿洲工事の工程は前記冬季利用の如何がその要諦である。北滿に於ける結氷期は大體 11 月 20 日前後より 3 月末日である。呼蘭橋の契約施工期間は昭和 8 年 5 月 6 日 (契約) より翌年 9 月 30 日に至る 17 箇月にて非常に永い。これは當初の計畫が冬季を休むものと假定したからで, 實績はこの 4 月初旬完了する桁架設を以つて竣工する (附帯工事は 6 月末迄かゝる)。即ち經濟問題は別として冬季利用は優に 6 箇月の工期短縮をなし得た事になる。

第 4 圖は豫想と實施の工程を比較せるもので ①が當初工程, ②がその後井筒沈下の結氷前完成を期し橋脚築造

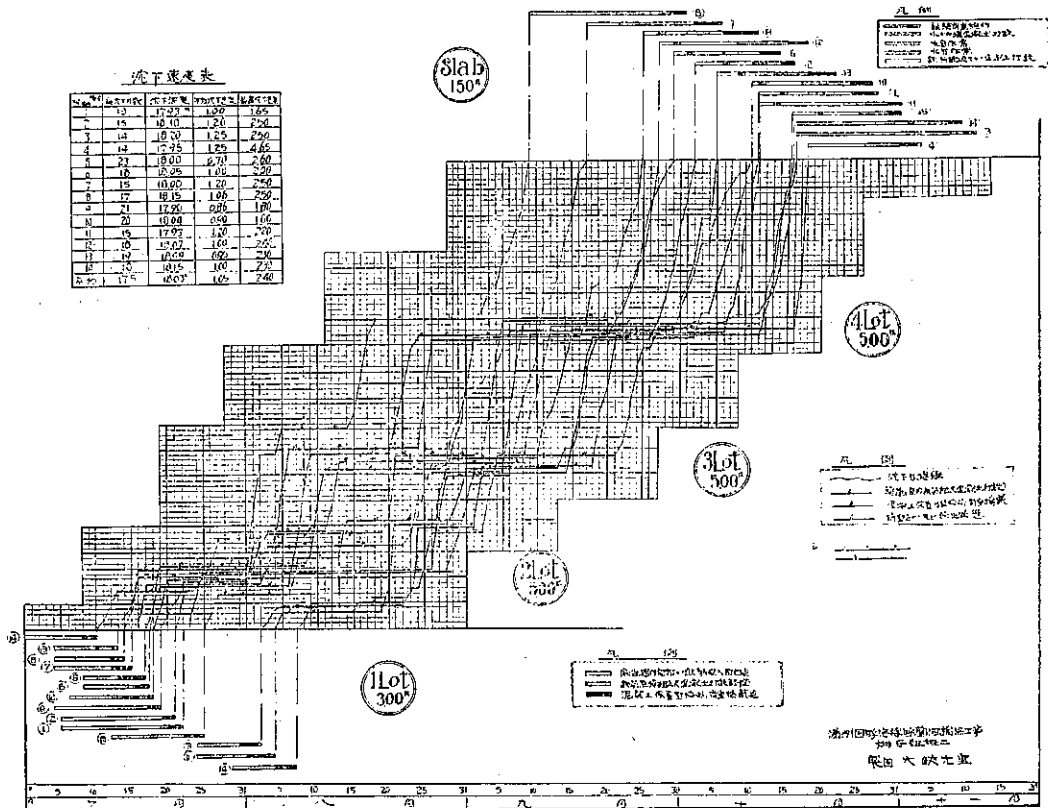
第 4 圖 呼蘭河橋梁井筒沈下豫想工程と實施工程の比較曲線



橋桁架設を冬季施工となす計畫の下に 豫定されたものである。全延長 250m の井筒を 1 日平均 0.6m の沈下速

度に予定を追ふには、少く共井筒6基の並行作業を必要とする。即ち沈下成績の如何が主要なる役割を演ずる事になった。幸にオランダビール(東京臨海土木工業所,容量9ft³)の掘鑿が地質に先適したる結果は、平均1.05mの實績をあげ、4基の並行掘鑿にて済んだのである。その築造及び沈下の實績は第5圖に詳細を明記した。次に施工上特に興味ありと信じた點を摘出する。

第5圖 實績井筒築造並に沈下日程曲線表



(7) 井筒ロット割

井筒全高18mを4區分しその割高は次の如く決定した。

- 第1ロット 3m, 第2ロット 5m
- 第3ロット 5m, 第4ロット 5m

コンクリートの出来榮に就ては砂利が小粒であつた爲、別に懸念する所はなく、井筒中の傾斜杞憂も別にこれと云つて遭遇しなかつた。勿論河中築島上の方は第3ロットを2.5mの2回施工とした。第2ロットが一番危険に感じたからである。型枠の準備量は第1ロット5組、第2,3,4ロットは全體を通じ10組であつた。

(8) 高級セメントの使用

井筒軀體(1:2:4)全部が早期高強度セメントに依り築造され保養期の短縮を計り得た。打設後中1日の完全休養を興へ、前後3日間にて型枠を取り、平均7日目には荷重の積載を終り沈下に移つた。築造と沈下のバランスは大體に於て良好であつた。使用されたセメントはアサノ・ベロセメント及び小野田微細セメントの2種である(約18000袋)。

(9) 沈下補助荷重

計算上の一基當り補助荷重は第4ロットの終局に於て約290 tonにして(實際と殆んど合致)本線軌條を使用するとして總準備量2000 tonが豫定された。これに對し與へられた數量はその半數1000 tonであつて、殘1000 tonは何等かの方法に依り補充を餘儀なくされた。先年鐵道省が荒川橋梁に於て採用した機械的負荷法の應用を試みるつもりで準備にとりかゝつたが、その採用の動機が全然異なる關係上實際化に不自然な點多く斷念し、幸に掘鑿土が砂なるを利用し、大麻袋(約 2ft^3)に詰め、豫め座褥用として井筒頭部に配列された軌條敷上に並べ周壁を繞らし、その内部に掘鑿土を積み上げ成功した。軌條及び麻袋の載率は前者が $1/3$ 、後者 $2/3$ の割合である(第6圖)。

軌條巻き上げには簡易なる手製デリック・クレーンを使用し、ホキスト・ドラムの鼓を利用、掘鑿中のオレンジピールの操作と並行して行つた。

(10) 施工原則

14 基の井筒に對しコンクリートの保養期以外斷じて休息を與へず、無休の活動を計畫した。

(11) 警備

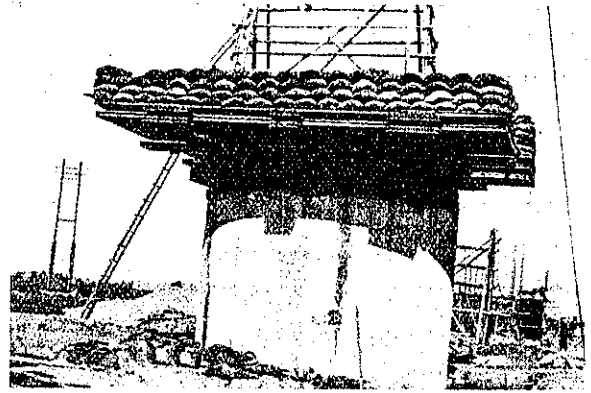
現在滿洲興地に於ける工事組織は異形である。警備編成を除却しての作業は不可能である。軍隊と協力一致仕事に當る點が特異であつて、軍人ならずとも従事員の全部が持つ工事觀念は強い非常時祖國愛に燃えつゝ身命を賭して活動し最惡の情況を傳へられた事再三なるにも關らず平時同様の作業を繼續し得たのである。

2. 寒中コンクリート

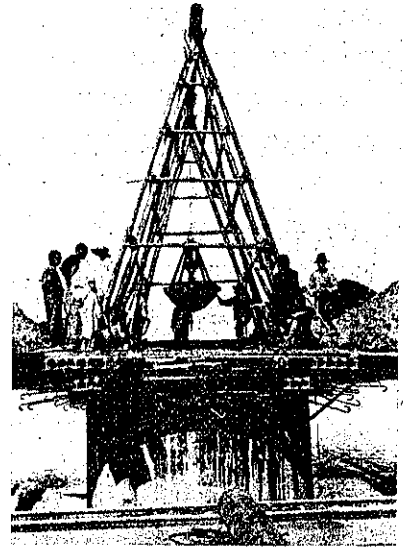
(1) 緒言

これは近時擡頭しつゝある寒中コンクリート研究の一資料としての報告である。防寒設備の目標は土木學會制定の示方書第41條に準據した。一概に寒中コンクリートと言つても、その打設時の溫度範圍に依つてその設備に輕重が有り、又時間的に見て、どの位の保溫時間が必要であるかと言ふ事は、寒中打設の經濟上是非決定してかゝらねばならぬ基本問題である。又保溫程度に就て考へる時、適當なる強度の伴ふ事が必須條件で、若し強度が伴はなければ凝結速度を大ならしめたのではなく、溫度を高めた爲に混捏の際注加した必要な水量を蒸發せしめ凝結したのと何等變りなく意味をなさない。即ち防寒設備の不必要な熱度は害こそあれ、不經濟極まるものと

第6圖 第4ロット荷重積載



第7圖 井筒掘鑿作業



ねばならぬ。

又諸外國語の冬季施工例を事情の異なる日本内地にその儘呑みするには當らない、と同様に5度乃至0度を低氣温と稱する内地の研究を滿洲に適用する事も桁違ひの感があり、どうしても地方、々に依り独自の研究、創案を俟つて施工しなければならぬは勿論である。滿洲に於ける寒中コンクリートの現在は、企圖せる構造物の性質に依りどの程度の最低氣温迄、普通施工として作業を許し得るや。又寒中氣温差に準じた、設備の輕重率の範圍を一般に等しく認定せしむる標準と言ふものを未だ確然と與へて居らぬ。又寒中コンクリートに對する、現場員の認識も極めて稀薄である、少く共アブラムの水セメント比説の如き普及性を求めたい。コンクリートの強度を左右する2大因はその温度と水量の問題であることは衆知の事なるに、温度に就ての知識が行き涉つて居らぬのは矛盾した事實である。地震の脅威を感ぜぬ滿洲に、日本土木學會標準の填充最低温度 +10°C を適用する事に就ても不満がある。少く共獨逸あたりに採用されつゝある +2°C の範圍に低下する事は出来まいか、滿洲地内に施工さるべき工事の實驗効果を溫暖なる内地の實驗室に求める不當を思ふ時、寒中コンクリート研究の主要機關を北滿に設置すべき必要を痛感する。

低温度に於ける強度の減殺、經費の劇高と言ふ點から言へば、寒中にコンクリートを施工する事の不利益から、事情の許す限り回避すべきは原則であるが、建設後の經營經濟或は國家的緊急事情からその施工は必然性を帯びて來るものである。滿洲國文化の異常なる發達は僅かに半歳の溫暖期しか持たぬ滿洲工事界の諸種工事に於て寒中施工を餘儀なくせしむるに至つた。即ち從來の施工期日を倍加したのである。建造物の大半が、モルタルとコンクリートに依り構成される實情に照し、工期増伸の要諦は正に寒中セメント工事發達の掌中にあると思はれる。

從來巷間常識としての防寒設備は餘りに膨大視しつゝあつた、重苦しい感に打たれその間何等の輕快味を有しなかつた。この點精神的に進歩上の蹉跌があつたのではあるまいか。

(2) 寒中防護の種類

低温の與へる悪影響を減殺又は防止する爲に考へられる一般保護方法は

- (1) 藥品を注加し混合水の凍結點を低下する法
- (2) 硬化促進劑の混入
- (3) 凝結速度の高いセメントの利用
- (4) 混合水、骨材の加熱及び施工箇所の加温

の4種類と見受けらる。

コンクリートの凍結は要するに混合水の凍結現象に他ならない。セメント・ペーストとしての水の氷結點が -3°C 附近に低下すると言ふ事實は呼蘭橋に於ても實證し得た。

近時喧傳されつゝある耐寒ロータスを框舎(兩岸に設置される橋梁守備の砲壘)工事のスラブ鐵筋コンクリート及び上塗、目地、モルタルの混合劑として採用した結果は、-20°C 迄ならば極粗末な風除け設備を周圍に施工したる程度で、相當の効果を納め得ると思はれた。

當所に於て企畫、實施せる方法は(4)に屬する、茲に前以つて御斷りして置く事は1.に説明せる如く、井筒及び橋脚の築造は冬季間を通じ施工される當初の計畫であつた。然るに井筒沈下作業が豫想外の進捗をみたる結果、11月中に橋脚完成の目鼻が付き、一氣呵成に片付ける事としたのである。(勿論これには、嚴寒中の桁架けを目算んだ意味もある)従つて10月下旬よりのコンクリート打設が寒中施工として残された次第である。冬季間を通じてコンクリート作業が行はれると假定して、準備された高級セメント(アサノ・ペロセメント及び小野田微細セ

ント)は全部井筒の築造を快速ならしむる目的で、早期高強度セメントの本質を活用したる爲、橋脚の分は普通セメントに據るの他はなかつた。

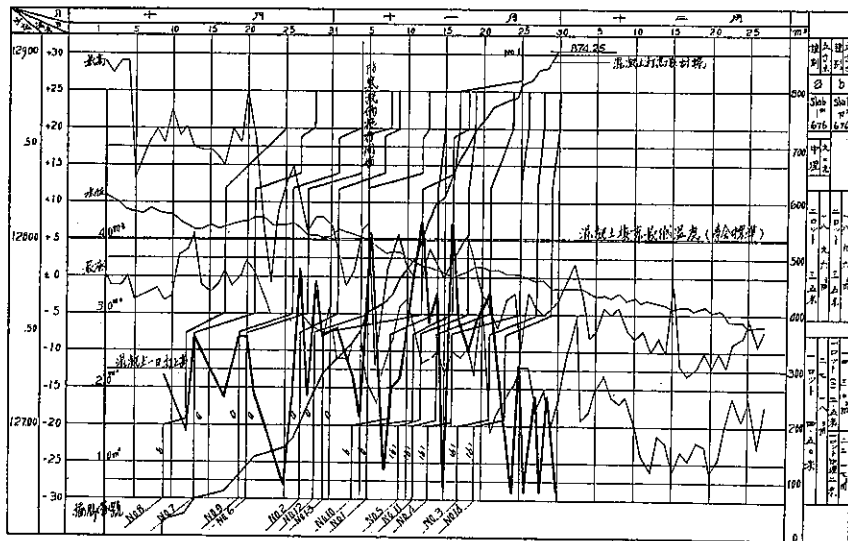
以上の事情からコンクリートの防寒設備も寒氣の轉向速度に伴ひ、漸次その程度を高めて行つた、従つて最初から酷暑を目標として計畫されたものに比較すると、幾分輕快過ぎる點のある事を御記憶願ひ度い。

防寒設備の程度は、内部保溫度を一定(例へば $+5^{\circ}\text{C}$)とすれば、外氣溫度に基準を於て、定めらるべきである。呼蘭橋工事に遡會せる最低氣溫は、 -20°C にして、大體設備を -5°C 、 -10°C 、 -20°C の標準段階に分ち、夫々様式 A, B, C と名付けた。それに附記として、昭和7年冬榭谷組に於て施工したる敦圖縣牡丹橋梁井筒築造の防寒木製上屋を御參考に供する事にした。尙呼蘭橋々脚コンクリート量は 870m^3 にして、その約60%即ち 500m^3 に對し寒中施工を行つたもので、全部手練り法に據つた。型枠は暖期越しの木製をその儘採用し厚さ 25mm である。コンクリート内部の溫度測定には棒狀寒暖計を挿入し觀測した。従つて實際の反應溫度よりも幾分低いものが記録された。強度試験は實行されなかつたが、經驗上より査定して、出來上りは暖暖期のものに比較して、遜色なきものと思はれる。

防寒設備に對する寒風除けは絶対に必要である。冬季の初期に於ては單に風除けのみに依り、温室同様の溫氣を取り得るものである。コンクリート上に被覆した同じ防寒着でも、その周圍にたとへ粗末な物でも風除けの有ると無しではその效果に格段の相違が生ずる。

第8圖 呼蘭河橋梁外氣溫度及び水位測定表

附橋脚築造進行表 自10月1日至12月27日



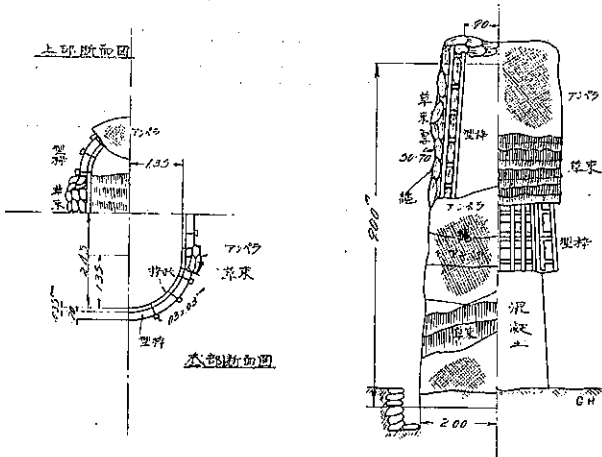
防寒着及び風除け材料はその地方産の材料を使用するが特策である。當所にては附近に野生せる枯草(藁に類似)を防寒着となし、高粱殻にて編めるアンペラを風除け材料とし、井筒周圍のコンクリート足場の丸太に張り付けた。氷上9mの練場の周圍はシート圍るとなし、各材料は凡て苦力の肩に依り擔ぎ上げたのである。

(3) 呼蘭橋防寒經過

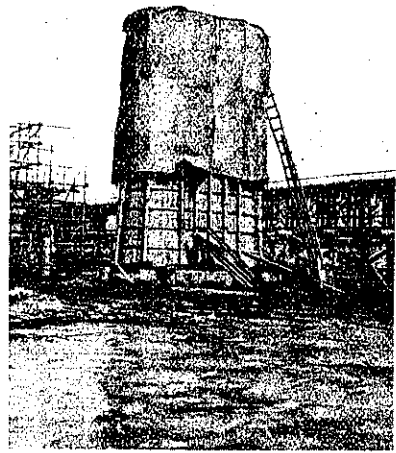
昭和8年の氣溫經過に依れば10月末日の頃迄は極く簡単な風除壁を打設場の周圍に圍らした程度にて、凝結に

不安を感じる事は無かつた。勿論養生用の被覆には 15cm 内外の枯草を齎せかけたのである。11 月に入ると流石に北滿の本格的冷氣は急角度を以て進展、中旬を過ぎて河川は全く結氷状態となり寒風身を切るの候と變化するのである。即ち大體 11 月初頭の氣温を轉機として寒中コンクリートの領域に入るのである。既述せる如く當所の設備は寒さの進行につれて重度を増して行つたもので、常に最小限度のものだと思はれる。これを外氣温を基準として、その程度を分類する時は大體次の如くである。

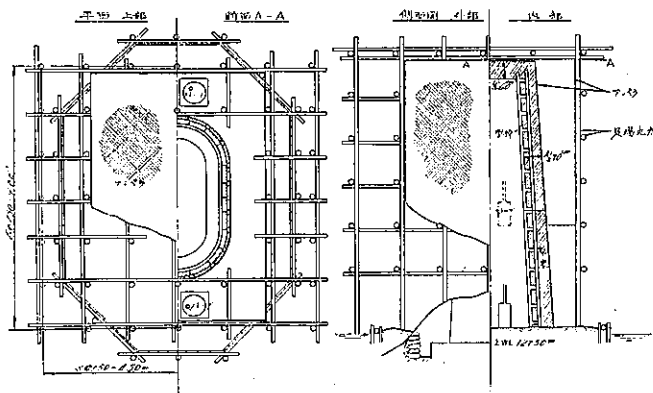
第 9 圖 防寒設備(A)施行圖
有效 -5°C



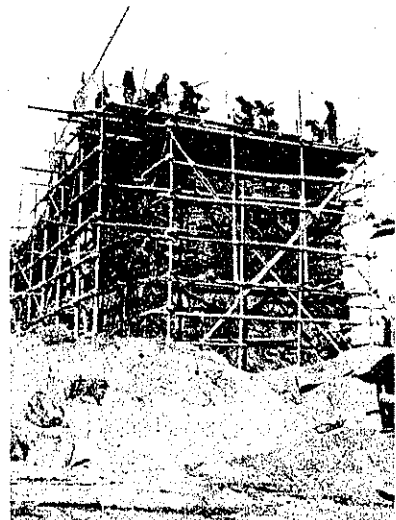
第 10 圖 型式 A 設備



第 11 圖 防寒設備(B)施行圖
有效 -10°C

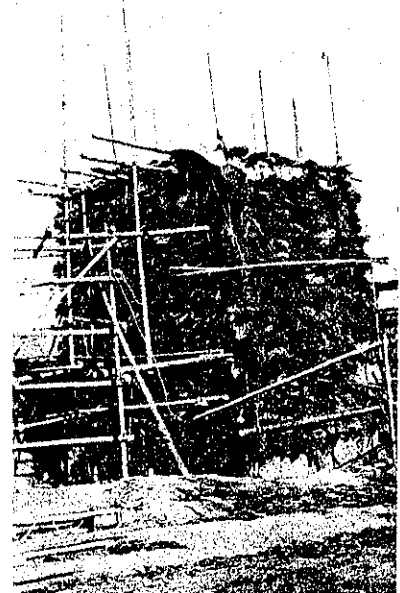
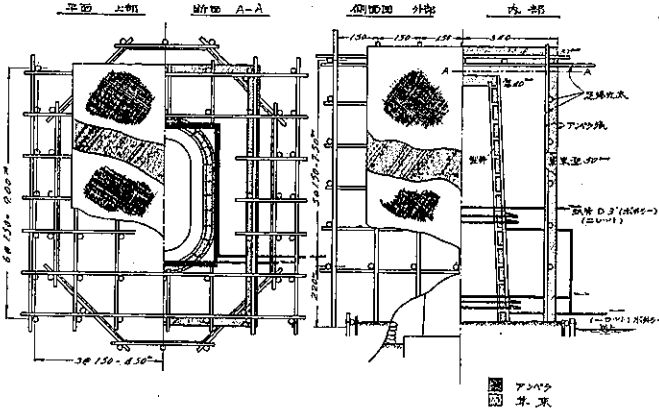


第 12 圖 型式 B 設備



第14圖 型式C設備

第13圖 防寒設備(C)施行圖
有効-20°C



1日の最低気温 型式

- 5°C迄 A (第9圖, 第10圖)
- 10°C迄 B (第11圖, 第12圖)
- 20°C迄 C (第13圖, 第14圖)

第1表 A, B, C. は各型式の所要材料費,

1日の保温費及び組立撤去費の標準を明示せるものである。

使用された枯草及びアンペラの取付は凡てコンクリートの型枠及び足場を利用し、その他の設備材料は殆ど井筒作業に使用されたものゝ転用である。特に購入したものはヒーター用の鐵管類である。ストーブを焚く場合は晝夜の別なく火の番を置き火災難に備へたのであるが、第4號橋脚に一度火災を起した。幸ひ晝間の事で消防の手廻しがよかつたため大事に至らず消し止めた。

C型式に使用したボキラーはオレンジビール・バケットの捲揚機用のもので30馬力にして、大體この程度の大きさで満足し得ると思ふ。混合水の加熱は、豫め用意せる木製水槽とボキラーを25mm鐵管にて聯結し、86°Cを標準にスチームを送り、石油空罐に依つて練場上に運搬した。

ヒーター用のスチームパイプは3吋管を使用し1箇所3段巻きとした(延長約60m)。

砂、砂利の加熱は別に準備せる熱湯中に使用に先立ちランザに入れた儘浸し、擔ぎ上げたのである。コンクリー

第1表

(A) 防寒設備施行材料費内譯

種別	A			B			C		
	数量	単價	金額	数量	単價	金額	数量	単價	金額
アンペラ	120.00	0.90	108.00	250.00	0.90	225.00	300.00	0.90	270.00
目地敷	360.00	0.250	180.00	600.00	0.25	300.00	900.00	0.250	450.00
釘	60	2.500	1.50	1.00	2.50	2.50	1.00	2.50	2.50
草束	7000.00	0.015	105.00	15000.00	0.015	225.00	17000.00	0.015	255.00
純	1.38	0.450	0.65	3.00	0.45	1.35	3.00	0.45	1.35
ストーブ				2	2500	5000			
鉄管							28.57m	3.50	28.245
合計			138.65			33135			616.50

鐵管敷設費 44.807 15.00 641.50

(B) 1日保温費内譯

種別	A			B			C		
	数量	単價	金額	数量	単價	金額	数量	単價	金額
石炭				28.8m	2700	2160	2.8m	2700	5400
火災							3.8	170	510
若カ				4.8	80	320	5.8	80	400
木炭代割									15.00
合計						24.80			78.10

備考 型枠内木炭使用 2% 24.717 8 AB-使用の場合 4.7%

(C) 組立撤去工費内譯(1基分)

種別	A		B		C	
	数量	単價	数量	単價	数量	単價
鋼	40.8	1.70	68.00	70.8	1.70	119.00
管	10.8	80	8.00	10.8	80	8.00
合計			76.00			127.00

トの1回打上高は3~4mであるが、作業中は絶対に休息を與へなかつた。コンクリートの打設日及び1日中に於ける打設時の選定は、自然に順應せしめ、悪条件に逆はざる事を原則とした。

B型式に採用したストーブは凡てドラム鑪を改良せるものにして、燃料としては石炭を使用した、被覆内の空気乾燥を防ぐ爲に發散熱に依つて簡単な水蒸氣發生裝置を施すことは適切なりと思ふ。

(4) コンクリートの実績

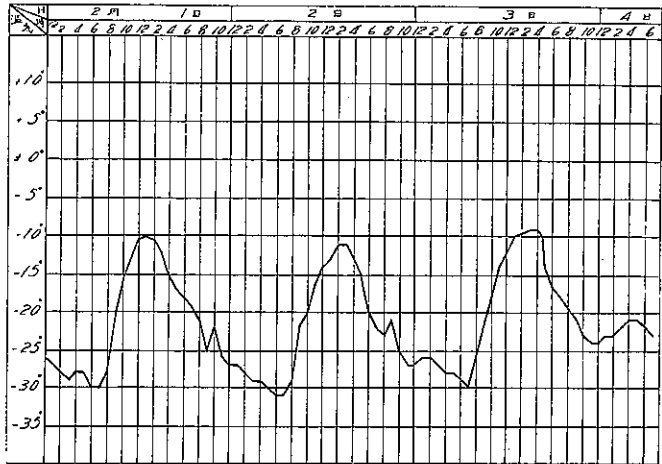
僻地に依る記録装置の不備及び繁忙なる請負の特殊業務に追はれたとは言へ、茲に發表する如き貧弱なる微録を留めたに過ぎなかつた事は、技術道徳上衷心慚愧に堪えない事と深く御詫び致す次第である。第2表はその実績を整理したものである。

(5) 牡丹江橋梁の例

當橋は京圖線敦化驛を距る東方2kmの地點に架設された徑間30m上路板桁4連より成る、3基の井筒は3m×6mの橢圓形にして「砂泥混り砂」層中に8mの深度を以て、築造された鐵筋コンクリート造である。當初より完全なる防寒設備に依つて、工事に着手される事情にあつた。敦化附近に於ける最近の觀測氣象は第3表の如くである。

當橋防寒設備の要點は橋脚位置の氷上に木製上家を假設し、その上屋内に於て井筒の築造、沈下及び橋脚コンクリートを施工せんとする計畫である。暖房はスチーム・ヒーターに依ることとし、第1、2橋脚の中央に設置された蒸氣室(木製上屋内)よりパイプを通じスチームを送るのである。上屋の構造は厚さ15cmの2重張り壁としその間に鋸屑を填充する。基礎は氷上に枕木を2段に並べ河砂

第15圖 1日氣溫變化表



第2表(其の1) 防寒設備に依る氣溫效果実績表

日	橋脚	井筒	構造	測定時	外気温	管内温度	管内湿度	備考			
11	6	1	2" A		-16	±0	16°	14時~17-1使用			
		12	3.5 B	AM 7	-16	+3	19°	14時~17-1.30時間内			
		6	slab A		-4	±0	4°	湯水使用			
		10	4.1 A		-4	+2	6°				
		9	5	C		-3	+7	10°	7.2-1.6使用時間 3.6時		
		14	WS C		-3	+10	13°		20°		
		16	1	3.5 A	PM 11:30	-6	+2	8°			
		4	2.5 A		-12	-6	+2	8°	湯水と湯水1筒 +1.5°		
		NA	2.0 A		-12	-6	-1	5°			
		17	3	2.0 A		-10	-9	-1	8°		
		1	slab A				+35	125°			
		10	5	3.5 C	PM 11	-8	+25	175°			
		19	5	slab C		-5	+15	125°	湯水と湯水5筒 +1.12°		
		14	4.1 C	PM 11:30	-5	+45	95°				
		20	14	C	PM 9	-7	+3	10°	打設後21時間内 湯水		
		21	11	3.5 C		-10	+10	22°			
		5	2.5 A		-12	+2	14°	型枠用・湯水使用			
		22	3	A		-11	-9	+3	125°		
		11	3.5 C	PM 11:30	-9	+2	11°				
		23	11	C	PM 11:30	-17	±0	17°			
		3	2.5 A		-17	-13	137°				
		14	2.5 C		-17	+4	21°	湯水と湯水5筒			
		24		C		-2	+8	10°		32	
		11	slab C	PM 10	-2	+7	9°			8	
		23	14	2.5 C	11:30	-9	+2	11°			56
		26	4	slab C		-10	-7	+1	8°		
		14	2.5 C	PM 1		-9	+1	10°			
		29	NA	C	PM 12	±0	+20	20°			
		30		C		-10	-16	+4	20°		
		14	slab C	12:20	-16	+2	18°	湯水と湯水5筒 +5°			
		12	14	C	PM 11	-2	+9	11°			
		2		C	AM 8	±0	+10	10°			
		14	slab C			±0	+4	4°	打設後10時間 5.5°+10°		
		3		C	PM 3:30	-5	-1	4°			-72° +4°
		4	14	C	AM 4	±0	+0	0°			-97° +3°

(其の2) コンクリート温度測定表

測	外	湯	砂	砂	砂	砂	砂	湯	湯	測	備
時	気	水	泥	泥	泥	泥	泥	水	水	定	考
分	温	温	温	温	温	温	温	温	温	時	
10	-2°	+65°	-6°	-7°	-4°	+46°	+5°	+10°		PM 3:30	湯水測定
15	0°	+49°	-1°	-1°	-1°			-10°		AM 12	湯水と湯水・湯水使用
15	-75°	+70°	-2°	-3°		-56°	+15°	-15°		PM 3	湯水と湯水20筒

適なる事、送機に相當の費用を要する事及び架設に當り第2連目よりの桁はその桁高丈け設定位置に於て下降するの煩雜等である。如何に架設時に於て優れた機械を使用すると雖も、準備期より竣工に至る期間から割出した速度が無價値であれば、その計畫は死物に等しい。

事實河川に於てあり得べからざる事ではあるが架橋地點が凡て陸地なる場合はその架設法も至つて簡單となる。1 徑間内に分布される桁の單位面積當り重量は僅かなものにして、これを支持するステーヂングの構造は極く簡易に済む。然かもこの場合下部構築に假設せる材料棧橋等の發生材が直ちに無償として構成材に轉用し得る時は、ステーヂングの經濟問題も解消される事になる。

桁送り出し後の下降煩瑣を省くには、各徑間毎に部材を別箇に組立てるか或は先方より架け始め次第に後方に向ひ退くかの2途である。

前者は一時に多數のステーヂング及び中間捲揚装置を要するか乃至はその頻繁なる盛替へに依る速度減退の缺陷があつて、纏つた橋梁に對しては採るべき方法に非ず。

後者も亦ステーヂングを全徑間に亘つて必要とするかの如く思はれるが、これを適當なるセクションに分ち反復する時は設備費も輕減出來、旁々盛替へ數をも簡略し得るものである。

最後に取残された問題は中間捲揚装置の如何であるが、これも基礎工事に於て30馬力以上の捲揚機を使用した現場であれば、20度内外のインクラインを應用する事に依つて容易に設備し得るものである。

既に1.に於て述べたる如く滿洲工事界躍進の今後に暗示されたる重大案は酷寒の征服、換言すれば1年間を越ずる施工期日の人工増進である。

當橋架設作業を特に最寒季に選び井筒並に橋脚の築造を萬難を排し順應せしめた主因は一にこの目的を遂行する爲の貴重な試練に外ならなかつたのである。

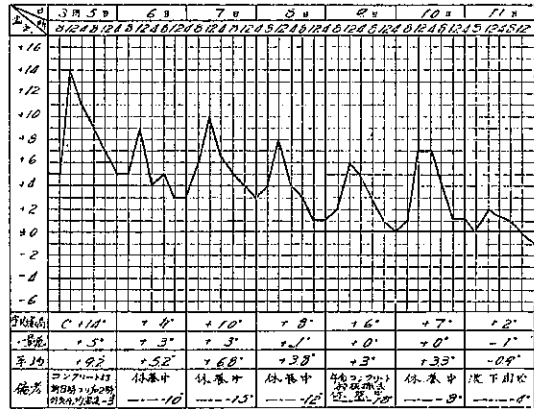
然し一面に於て契約期限(本年9月末)よりみる時、何も好んで酷寒を選ばずとも解氷後の溫暖期を待ち、安易なる環境の下に施工するが至當だと考へらるゝのであるが、一つは事局意識から出來得る限り迅速に目的を達したき希望と、一つは營業經濟上、陸地同様の結氷上の利用は假令寒中費をかけても尙且つ有利なりとの算定に従ひ取れて執行したのである。

桁材の現地搬入は12月下旬より左岸側線中に收容され、1月中旬氷厚強度の到達(厚1m)を待つて、河中捲揚装置(2箇所)附近に集結されたのである。準備作業は12月下旬より1月末日に行はれ、本格的架設作業に入つたのが2月上旬である。即ち最嚴寒中の工事である。鉸鉸中遭遇したる最低氣温は零下23°Cであつた。

(2) 架設法の解説

本架設法採用の重要動機は結氷に依る水中の陸地化である。第19圖に於て見らるゝ如く全面が平坦なる銀盤となり、然も氷厚1m餘、重量物の載荷に依つて何等の不安を感じないのである。

第18圖 第2橋脚防寒上屋内溫度表 (井筒コンクリートに對するもの)



然し一言すべき事は氷自體の重畳から來たる表面彎曲現象である。當所の經驗に依れば河幅 150m に對し約 30cm の下りとなつた。

一般に氷厚が凍り得る限度を過ぎれば、水底と水面間には或る空隙を生じ、自然氷はスラブとして耐へ切れぬ儘に彎曲するのである。而して解氷の最後迄彎曲低下に依る壓迫が氷面に向つて加へられるものと見做してよい。その一例としてステーディング根固めの撒水上、各所に水汲穴を穿ちたところ、相當の勢力を以つて河水が氷上に湧出したのをみても判るのである。氷上掘付のステーディング基礎は第 20 圖にある如く、盛砂及び枕土臺は撒水凍結法に依つて固定する。

14連の桁に對し準備されたステーディングは5組にして、それに2箇所の間捲揚装置を設備したのである。材料の凡ては下部築造の際假設したる材料棧橋撤却材にして、新規購入を要したるものは極く僅かであつた。

レール桁及び氷上引延線の軌條は井筒沈下用載荷重の轉用である。

捲揚装置たるインクラインの勾配は第 21 圖に示す如く、實用の點に於ては B 式に依る 10m 軌條を直線の儘連續せる折線勾配の方に價值があつた。

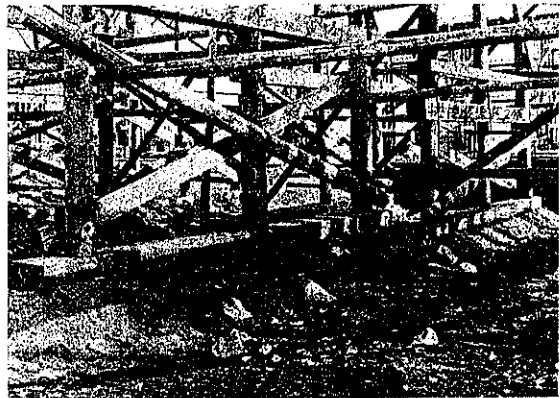
飯桁の捲揚單位は3ツ切(20 ton)とし、インクラインの麓に於て假締の上、重畳車に移し、30馬力スチーム・ホキ

第19圖 呼蘭河結氷狀況



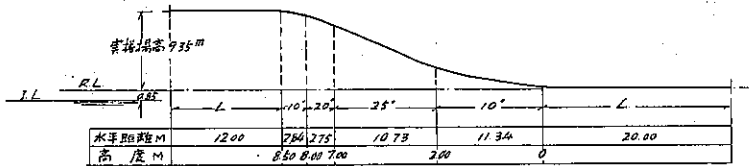
前方にあるが現在假橋、後方はA式インクライン

第20圖 氷上に於けるステーディング基礎

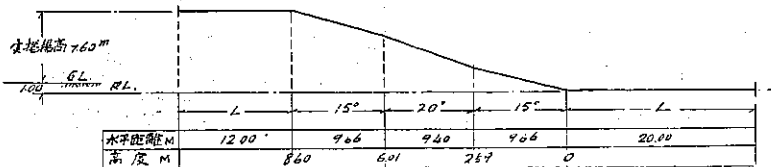


第21圖 インクライン勾配比較

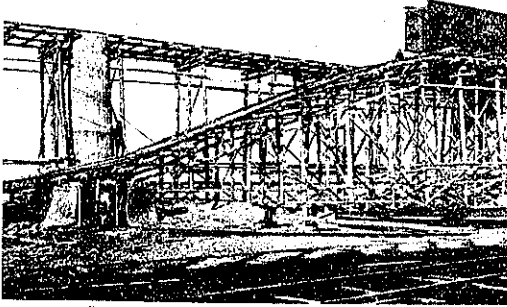
A式曲線勾配



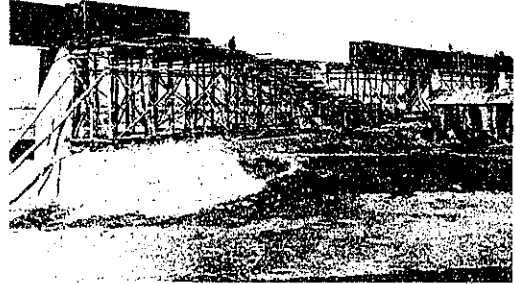
B式折線勾配



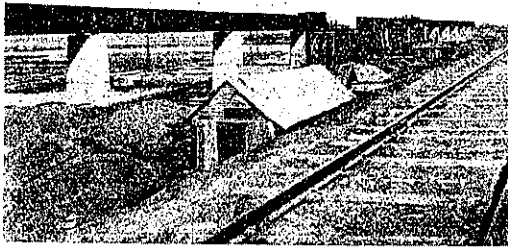
第 22 圖 A 式インクライン



第 23 圖 B 式インクライン

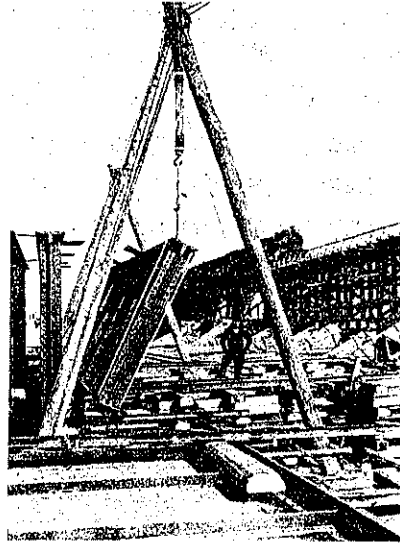


第 24 圖 B 式インクラインの遠景

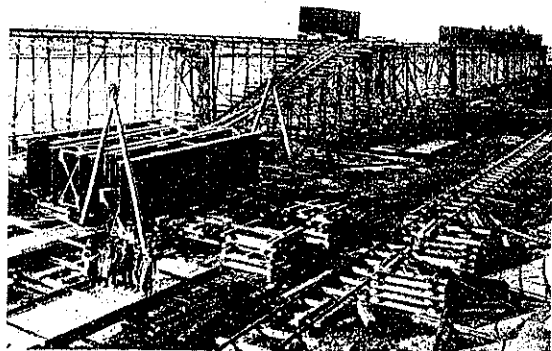


右端にあるが 30H.P. スチーム・ホキスト

第 25 圖 三つ切半片の起方



第 26 圖 假組場及びステーキング全景



スト(オレンヂピール操作に使用せるもの)、径6分スチール・ワイヤー及び4×5車ブロック(新調)の聯鎖に依つて、高さ9m上の横取場に捲揚げたのである。始動より停止に至る所要時間は8分、その勾配抵抗はA式に於て4½ton、B式にて4tonと測定された。捲揚げたもの、横取りから定位置に至る運搬、据付工作は第25圖乃至第29圖に依つて御承知願ひたい。横取りの動力には1½tonの手動チェン・ブロックをステーキング上の送出しには前記スチーム・ホキストを兼用せしめた。重量車臺のホキールは凡て昭和5年榊谷組に於て施工した太子河橋梁ニューマチック・ケー

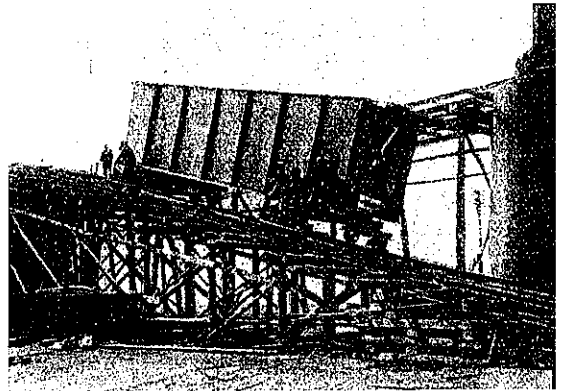
ソ工事に使用せる可動式起重機の直徑 16 吋ダブル・フランジのものを再用した。その軌間は 3m にして(桁の心距 1.80 m)ステーヂンの幅員は 4m である。インクラインは 2 箇所分を建造したが、装置に必要な機械、器具は凡て一組分の準備にして、これを A、B 兩捲揚装置に轉用したのである。本架設計畫に於て最も憂慮された問題は酷暑中に於ける鉸鉸の可否である。露天作業としての鉸鉸時の效果、締結後の悪影響等につき當初は各方面共に相當論議されたものであるが、實績の結果は鉸鉸時中のトラブルに就ては何等の發作も認めなかつたばかりでなく、信頼すべき専門家の検査に依つて、發見された不合格鉸の發生率は温暖期の施工に比較して、殆んど遜色無きやに思はれた。

尤も長期に互る影響に就ては今後の使用經過を注意深く見究めたる結果に俟たねばならぬ。茲に注意を促したきは日中鉸鉸作業中の氣温が夜間及び早曉に於ける最低氣温に比較して、如何に變化あり、好調を示し居るかに就ての認識である。第 4 表氣温表に依つてその間の鉸鉸時事情を御洞察願ふ次第である。

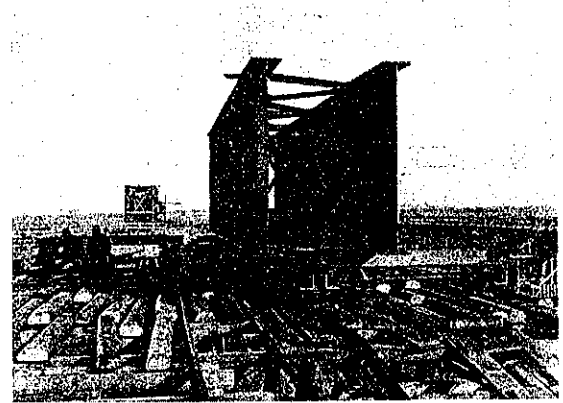
コンプレッサーはオリヂン式ポータブルにして、ガソリン・エンジンを動力とせる 40 馬力のものをその時の鉸鉸桁に極く接近した氷上に据付け、極力 2 吋送氣管輸送距離の短縮を計つた。最長のもので桁上マニホールド迄を 45m 止りとし、別に鐵管上には何等の防寒被覆を施さず、裸の儘とし、只ドレーンの掃滅に最善を盡したのである。

リベッターは瓜生式 B 200 を採用し、同時に 4 臺を活動せしめたが零下 15°C 附近迄はエヤー・インレットのスクリーンに凍結を來たし、運轉時間約 30 分にして、操作不能となる事が屢々あつた。この場合は別に用意せる炭火にて約 5 分間程暖めてやると再び敏活なる働きとなる。この現象は 2 月中發生した。その他の機構に就ては何等特記すべき事故を見なかつた。當初の計畫に際しては鉸鉸箇所に対し完全なる移動防寒被覆を施す豫定であつたが實際に當つてはその必要を認めなかつた。これは波瀾を豫期された季節烈風が幸運にも全く緩和された環境にあつた事に依るものである。

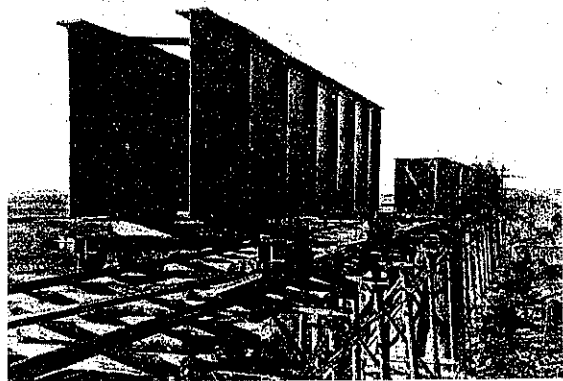
第 27 圖 インクライン捲揚開始



第 28 圖 ステーチングへの横取作業



第 29 圖 設定位置への送出



第4表 餃鎮日氣温表

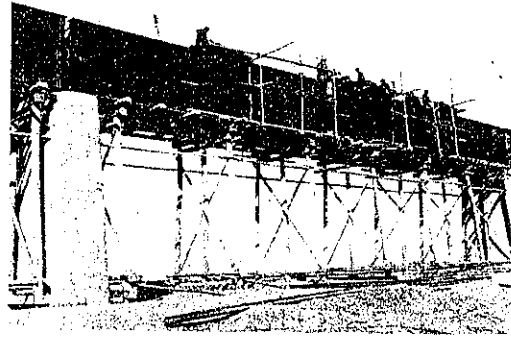
月日	最低 AM 5-6時	午前10時 測定	最高 PM 1-2時
2 10	-26	-19	-15
11	24	19	15
12	25	20	15
13	25	20	15
16	22	17	15
17	25	20	14
18	28	23	7
19	22	17	15
20	26	23	15
24	20	23	11
25	22	17	14
27	28	23	13
28	22	17	13
3 1	25	20	5
3	25	20	3
4	27	22	7
21	20	15	6
22	20	15	6
23	20	14	4
24	17	12	1
25	20	13	10
26	15	9	7
27	18	13	5
28	20	15	5
31	18	12	3
4 1	15	10	2
2	17	2	+2
3	10	4	-6
4	11	6	2
5	11	9	2

餃鎮日数 30日
 最低平均 -20.9
 午前10時平均 -15.6
 最高平均 -8.3

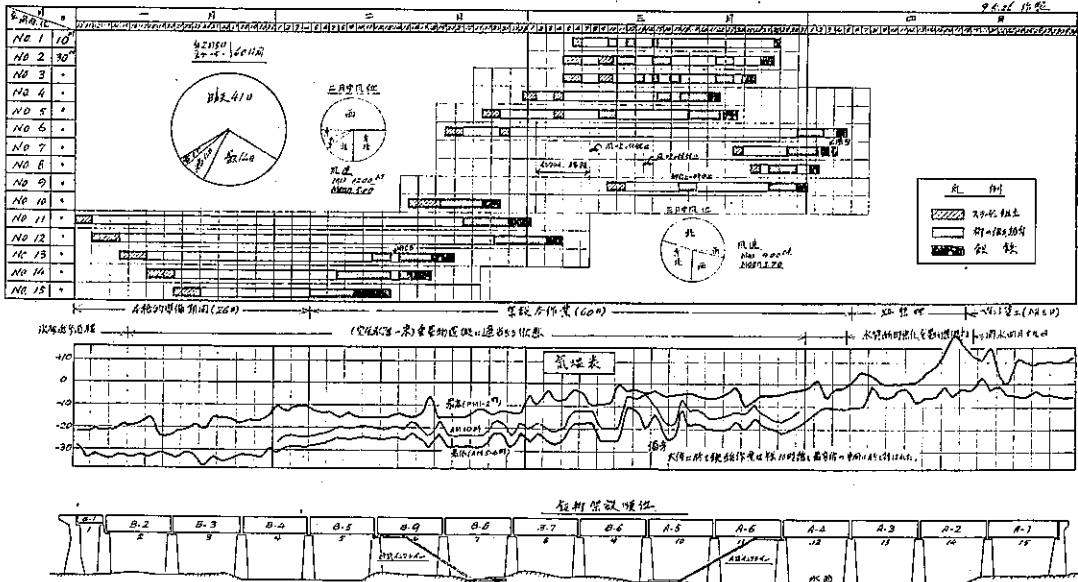
第30圖 リベッターの操作



第31圖 餃鎮作業



第32圖 呼蘭河橋梁30m 鋼桁架設作業經過實績



防寒費として特記すべき點はコンプレッサーの運轉に對する上屋設備と晝夜を通じ凍結を防止するために不斷の暖氣を與へたる事にして機關部の他は作業員の履房費を別に要したるに過ぎなかつた。

(3) 経過批判

架設作業の経過実績を取り纏めたものが第32圖である。呼蘭河の實際解氷は4月19日であるが、氷の強度は既に4月10日前後より悪質となり、重量物の運搬は不可能となつた。今にして考へるならば作業期全體を約1箇月諸に繰り上げて居たとすれば終期に於てまだまだ餘裕のある仕事が出来たのではあるまいかと思はれる。この程度の設備、速度を以つてするのでは精々15連が冬季中の全能力なる事が判る。單に施工の速成のみを主眼とし、經濟問題を暫く置いて考へる時は、全設備を2組とさえすれば僅に25連は架設し得るものと思はれる。

今全作業を分業的に區分する時は

第1班	氷上部材運搬	(集積場より假組立場への小運搬)
第2班	假組立	(3つ切兩桁の引起及び假組立)
第3班	a. インクライン捲揚	(重量車への横移設から捲揚迄)
	b. ステージングへの横取	(捲揚車臺より横取車臺への積換へから送出线への横取り)
	c. 定位置への送付	(横取車臺より送付車臺への積換へから定位置への送付迄)
第4班	a. 定位置据付	(送付車臺よりの取卸及び正位置への整頓)
	b. 完全假締整備	(直ちに鉸鉸し得る迄)
第5班	a. 空氣壓捲機の運轉	
	b. 鉸鉸作業	
第6班	ステージング	(組立、撤却、移設)

の6班となる。架設作業の圓滿なる進捗は各分業の歩調統一に俟たねばならぬ關係上、その設備の輕重率、内容の配備は重大なる要素となる。作業全般に亙る諸職工1日の動員数は次の如くである。

日本人尙職	1人	(尙仕事の指揮)
滿人 "	46	
日本人鐵工	1	(鐵工仕事の指揮)
滿人 "	40	
日本人大工	1	(大工仕事の指揮)
滿人 "	20	
滿人 苦力	50	
計	159	

設備上最も缺陷ありと思はれた箇所は第4班定位置据付である。送付車臺の車輪過大なる爲、その取卸高が70cmとなつて、6回からのチャッキ盛替へを要する事になり常に全體の圓滿を阻害したのである。已むなく中途に於て車臺の構造に改良を加へ40cm高に緩和し得たるも、車輪採用の動機が廢物利用から來て居る爲、徹底した改良策を成し得なかつたのである。

桁の小運搬及びステージングの組立を除いて考へる時、假組立より定位置据付迄の所要時間は1徑間2日、鉸鉸準備より打終り迄に2日間、結局1徑間完成に4日間を要するとみるが順當であらう。全體の作業が極く順調に進展さえすれば3日間にも出来ない事はあるまいが、これを標準として工程を組むは危険と信ずる。

結局本架設法採用の要諦はステージングが安價に計畫し得る事、桁材の河中運搬が陸地同様容易なる事及び

30馬力以上の捲揚機の設備を有する事の3點である。前2者は明かに結氷期施工の有能事なるを意味し、滿洲に於けるこの種桁架法將來の動向に或種の暗示を與ふるものと思はれる。架設費は當所の經驗に關する限り他の如何なる方法よりも經濟的であつた。

又この冬季計畫に依つて施工期間を有爲に繰り上げ得た點及び酷寒征服の前途に一脈の黎明を與へ得たるは事實である。併し乍らこの一事を以つて本架設法を遍ねく江湖に推奨する心算では更に無い。只斯うした方法も滿洲には有り得るのだと云ふ認識を得て載けば幸甚である。全篇を撰筆するに當り呼關橋涵谷組現場主任片岡晋吉氏の編纂上に與へられた絶大なる御援助に對し深甚の謝意を表する次第である。(完)