

言議

演

土木學會誌 第十三卷第六號 昭和二年十二月

荒川橋梁工事に於て試みたる新工法

(昭和二年十一月四日工學會大會土木部會講演會に於て)

會員 工學博士 大河戸 宗 治

A Novel Method of Bridge Construction, first tried
on the Arakawa Bridge.

By Muneharu Okawado, Dr. Eg., Member.

内 容 梗 概

本文は荒川橋梁工事に於て非筒基礎及鋼桁架設の施工に當り試みたる新工法を記述せるものにして、非筒は(1)注水法及(2)負荷機によつて沈下せられ、鋼桁は之を17連まで連結し同時に曳き出して架設せられたるなり。

Synopsis

This paper describes some novelties practiced in sinking well foundations, and in the erection of a series of plate girders.

The well sinking was carried out:

- (1) By filling the well with water.
- (2) By loading.

The plate girders, each of which has a span length of 60 feet were connected in length and pulled out, launching and erecting the entire 17 girders in one operation.

設計の概要

私は本會に於て「荒川橋梁工事に於て試みたる新工法」と云ふ題にて私の實地應用したる工法の報告をなし得るのは誠に光榮と存する次第であります、抑も荒川橋梁と申しますの東北本線赤羽驛と川口驛との中間にある橋梁でありまして内務省に於て荒川を改修さるゝめと、在來橋梁の改築の必要と、田端大宮間2線路増設の爲めとにより在來線の上流に4線路の橋梁を架設する工事であります。

此の4線路乃ち複々線の中心線は在來線路の中心より川上に60呎、其れより65呎を隔たりて2線路上にありまして附圖第一に示す通り新河岸川橋梁として60呎鋼桁2連、150呎構10支一連、60呎鋼桁2連其の全長284呎4吋、次に荒川橋梁として60呎鋼桁17連、1呎構桁3連、60呎鋼桁8連、全長2265呎4吋の橋梁であります。本工事中本席に於て申上げますことは井筒沈下工法と鋼桁架設及撤去工法の概略でありますが暫くの間御靜聽を願ひたいと思ひます。

二 地 質

地質の調査は西尾式ボーリングによりて施工しましたが其の結果は附圖第二に示す如く大體地表面より24~25呎の間は砂層で多少の貝殻又は細砂の交りたる粘土でありまして其の下は60~70呎の間全く粘土の層で其の下に砂又は砂利層があります、此の砂利層の支持力は~5噸ありまして井筒を支持するに充分の強度を持つて居りますが其の上の粘土の層は持力僅かに0.4~0.5噸で、含有する水分は50%以上であります。

三 井筒の設計

井筒は下部の砂又は砂利層に達せしむる爲め100呎乃至90呎の深さとし其の斷面圓は形で外徑18呎、内徑12呎6吋乃ち斷面の厚さは2呎9吋であります、其のカーブシューより6呎の間は鐵筋混凝土とし其れより上はコンクリート・ブロック積としブロックの大きさは9'×12"×6", 8'×12"×6", 9'×8"×6"の3種類でありまして1層厚さ6.5吋に要するブロックの数は175個で16個の井筒に要しました全数は約26萬個で1日約2500個位づゝ製造して4箇月間を要しました。

四 井筒沈下作業

以前總武線の荒川放水路及越中島線に於て井筒沈下作業をしました場合には從來の工法によりまして井筒の上部に荷重として軌條を載せ井筒の刀先以下5~6呎掘越し中の水を汲み出して井筒を沈下しましたが、井筒沈下の際には外部と内部との間に水頭の差が大なる爲め粘土は流動狀となり井筒の内部に向て下より噴出致しますので井筒は垂直に沈下せずかなり曲りまして甚しきは井筒の上部に於て5呎位其の中心點が移動致しまして其の矯正に非常の

時日と費用とを要しました、且つ外側の粘土が水頭の差ある爲め井筒の内部に噴出する結果井筒周囲の地盤は著しく沈下し附近の線路は爲めに2呎の沈降を來し列車の運轉を阻止し又は家屋の傾斜を來した様な事がありました。今回の井筒沈下の地質は前回の場合と全く同一で營業線路の側で工事をなすのでありますから前の失敗を繰り返さない様に注意致しまして、豫め工事施工前に掘越を嚴禁し主として荷重にて沈下せしむる方法を取つたのであります。而して井筒沈下の状況を調査して見たいと思ひまして井筒に田邊式のデフレクションメーターを取り付け荷重積載に對する井筒の沈下を検測することに致しました。從來井筒は荷重積載後直ちに沈下を初めず1日位経過しました後突然沈下をするので現場に居てすら其の沈下の有様を見ることは甚だ稀でありましたが其の検測によりて豫め沈下の以前に於て沈下を初むることを豫知出来るものと思つたのであります。依てメーターの觀測を晝夜兼行で見張人を付けて施行しましたが好結果を得なかつたのであります。然るに「十九號 A」の7ロットを沈下せしむるとき豫定の荷重 418 噸を載せましたが沈下の模様がないので掘越を3呎なし尙沈下しないので更に荷重を50噸増加しました。然るに1日経過しても沈下しません一體此の邊の地質は3ロット以下は粘土ですから一旦沈下を始めれば一度に10呎以上も勢よく沈下するのでありますから荷重を更に増加するときは積載作業中に沈下するかも計れませんし従て作業人夫に死傷者を出し井筒には損傷を來すかも分りません、故に増荷重をやる前に相當の考慮を拂つたのであります、夫れは井筒内に水を注入して浮力を利用して井筒の自重を減じ夫れだけ荷重を積載し後に井筒内の水を汲み出して元の水位とし自重の増加によりて井筒を沈下せしめんとしたのであります。從來の工法が荷重を積載して水を汲み出して沈下せしめたのでありますから斯く思考するは當然のことと思ひます、斯くて井筒内に注水しまして水位が地表面に達するや井筒は突如として沈下を始めたのであります、水を入れて沈下を防止しやうとしたのが却て沈下を促進したと云ふ反對の結果を得たのであります、試に他の井筒に就て注水しました所二十號の A (6ロット)、十八號の B (7ロット)、二十號の B (6ロット) 何れも水位が地表面上 5~6 呎の點に達しますと沈下したのであります、之れによりて注水と沈下とは離るべからざる關係があることを知つたのであります。

五 注水沈下による新工法

注水沈下法の發見は工程が 1/3 以上進捗した時でありましたから井筒は大抵6ロットから此の方法で施工したのであります、最初の間は6ロットに對する推定荷重は400噸位でありまして400噸位載せて井筒に變化のない時は更に40~50噸位増荷重をなし、尙沈下しない時は注水したのであります。注水すれば水位が地表面上5呎位になれば必ず沈下したのであります。然し注水しなくとも2~3日放置すれば其の内に沈下することがあります、今此の場

合に於ける田邊式デフレクションメーターによる検測の結果を申し上げますと附圖第三に示す如く井筒に推定荷重を積載したる後、井筒は緩漫に微小の沈下をなし8時間後に稍急速に沈下をなし井筒は全く沈下するものと思ひましたが不思議にも沈下を停止し翌朝になつても依然として沈下の模様がなかつたのであります。正午突然沈下を初め約1ロツト降下しました。然るに注水法を施工しますと附圖第四に於て見る様に最初30分間に1/32吋位沈下して居つたのが水位が高まるに従ひ次第に同量の沈下を20分、15分、10分と云ふ様に間隔を短縮し1分毎に沈下する様になれば15分後には本沈下を始むるのであります。沈下前には1分、50秒、40秒毎に5秒間隔位に微小の沈下を繰返し5秒位になれば肉眼にて沈下を認めることが出来る様になり遂に落下の加速度にて下降します、本沈下を始むる迄に沈下する總量は約1 $\frac{1}{2}$ 吋でありまして此の沈下は井筒に粘着せる粘土が荷重の爲めに攪下したる量で、此の伸長迄は堪へ得たが遂に堪へ切れなくなつて粘着力が切れ井筒は沈下を始むるものと思はれます。従て動摩擦抵抗は極めて小さいから初の間は物體落下の加速度で降下しますが井筒内に噴出する粘土の抵抗力によりて井筒は静止するのであります。時としては荷重が地表面に支へられて無荷重となる爲め沈下の勢が減少して静止する場合があります、此の際注水したる水は上空に向て噴出し下降の急激なる場合は噴水の如く緩漫なる場合は球状を呈し頗る壯觀なものであります。寫眞に於て見る通りであります。

注水法は其の結果から云へば増荷重に相當するものと考へられますから其の後荷重を2~割減少して試みました所注水法によりて沈下せしむることを得たのであります。其の上沈下の速度は前の場合よりも緩漫で好結果を得ました。其の後荷重を次第に減じ5割迄減少しても注水法によりて沈下し得ることを確めました(附圖第五参照)。注水法によりますと荷重を少くし且つ所定の日に沈下せしめ得るので工程の進捗上大に見るべきものがありました、全體の1日沈下の平均は5寸1分となりましたが最初より此の方法を用ひますれば1日平均呎沈下し得たと思ひます。尙此の方法の利益とする所は井筒が垂直に沈下すること僅かに2吋以内の中心移動を生じたに過ぎません。次に井筒内に排出したる土砂は井筒によりて排斥せられたる容積に等しく従て附近の地盤を荒さなかつたのであります。従來の方法によりますと附近の地盤は著しく降下し従て排出の土砂も井筒の沈下容積よりも遙かに多いので此の點に於ても大に利益を得たのであります。

六 機械的沈下工法

負荷機の構造は附圖第六に示す如く2個の桁と之を支ふる4本の柱とより成り柱の根本には爪狀の脊がありまして之を豫め井筒内に設けたるノッチに挿入し桁を此の點に於て支持するのであります、桁の兩端には大小2個の荷重を兩側に置き大荷重は碇着用に供し小

荷重は大荷重に桁を通して 6 個の滑車によりロープにて取り付けられて居ります。

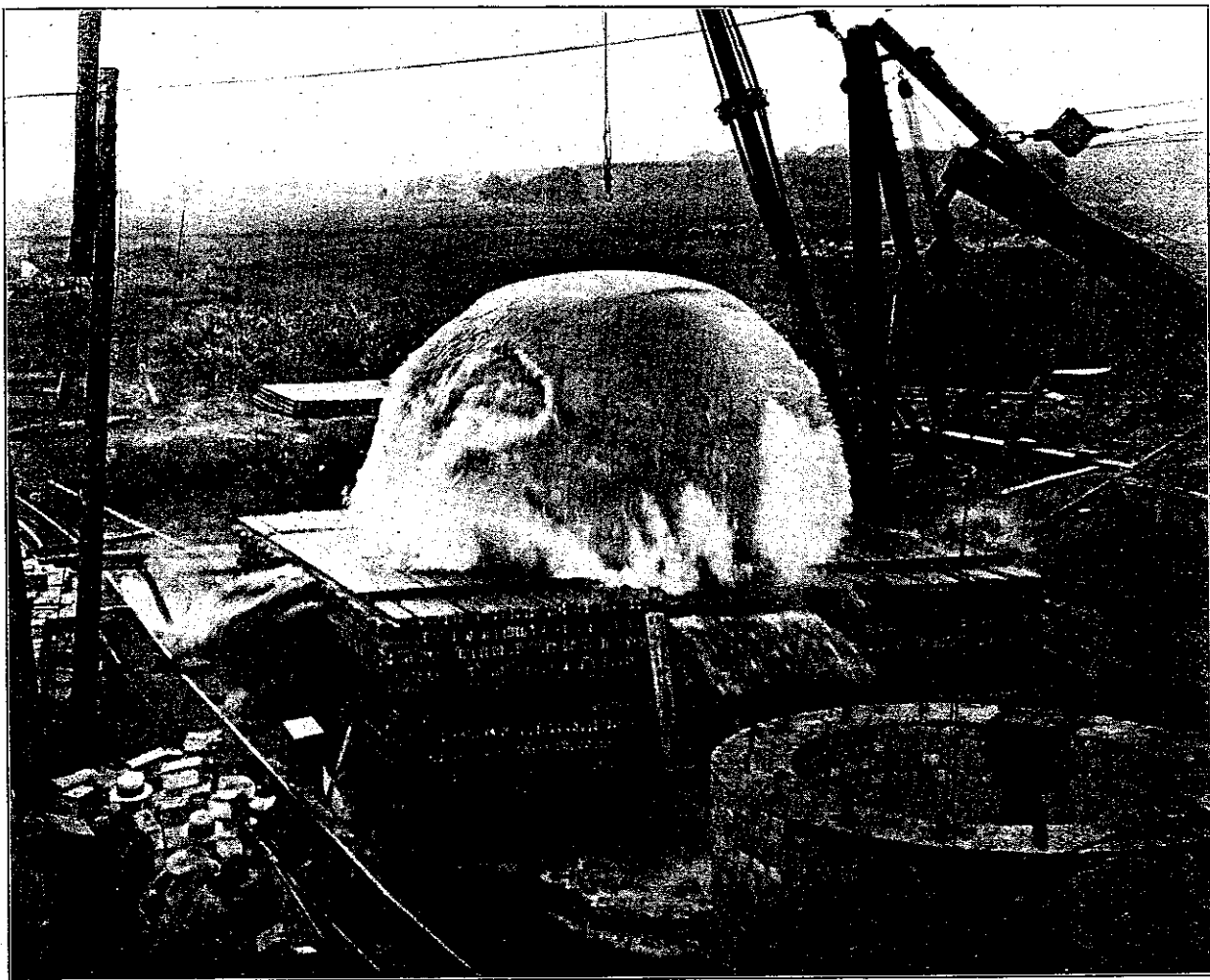
ロープの一端を曳くときは小荷重は引き上げられ桁に小荷重の 12 倍の荷重が負荷さるゝ仕掛になつて居ります、而して負荷し得る最大荷重は碇着用大荷重の量を超過することは出来ないのであります、茲に使用したる大荷重は各 100 噸で合計 200 噸になります此の量にて井筒を最後まで沈下し得たのであります。

従來の方法によりますと荷重を直接井筒の上に積載する爲めに荷重の積卸に多大の勞力を費し負荷中は井筒の疊積を中止し且つ荷重を積載する迄には疊積モルタルの硬化を待つ爲めに 10 日間荷重を積むことが出来ず空しく時日を費さなければなりません不利益があります、其の上時日の経過は井筒と粘土の粘着力を増加し沈下により大なる荷重を要するの不便があります。尙ほ積載荷重は井筒の沈下を促すに必要な量を要する故に沈下を始めた後には其の量は大に過ぐるも之を軽減することが出来ず爲めに井筒は急激の沈下をなし井筒に損傷、傾斜を來すことが往々あります、此の機械は是等の缺點を除去し従て工程を倍加するの利益があります。此の機械を使用すれば荷重は既に硬化したる下部の井筒内に負荷さるゝを以て疊積中と雖も之を降下し得、井筒が沈下を始めれば小荷重は直に地上に定着しますから荷重の作用停止しますが故に井筒は自重のみにて沈下するので其の速度は緩慢で井筒に損傷を來すが如きことは絶対にありません。又絶えず沈下し得るを以て比較的少量の荷重にて沈下し得るのであります。實際に於ては 200 噸の荷重にて注水法を加味して最後のロットまで沈下し得たのであります、工程は 1 日 2 尺の割合にて沈下し得ましたが熟練すれば 1 日 2 尺 5 寸位までは沈下し得る見込であります。

七 飯桁架設法

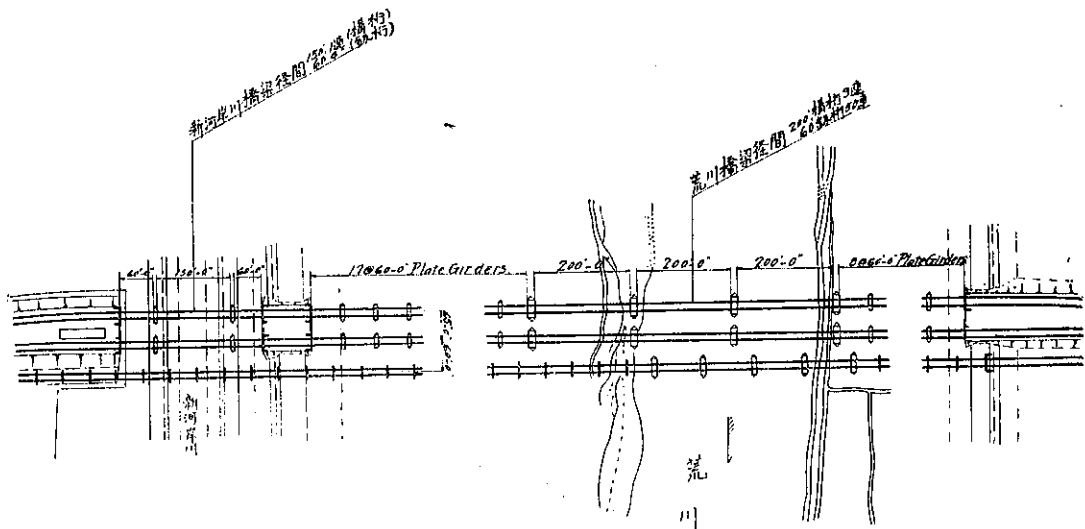
従來の飯桁架設法には足場式の外に帆柱式、手延式、可動臂起重機架設法及操重車架設法等種々ありますが孰れも 1 連宛架設する方法であつて手數と日數とを要するのであります。本橋梁工事に於ては多數の飯桁を連結して之を曳き出して架設したのであります、此の連結架設法は装置が簡單で手延器は 1 群に對して 1 回の取り付けで済み迅速に且經濟的に架設し得るのであります。

桁を連結して架設する考へは以前からありまして 2 連を連結して架設した實例もあります。此の場合には手延器を用ひず桁を完全に連結したので連結の爲めに非常の工費を要したので不經濟と云ふ事になり其の後は手延式の發明によつて此の方法を省みるものがなかつたのであります、然るに手延器を利用すれば桁の連結は單に鉋にて連結すれば力學上安全なることを氣付き荒川橋梁架設に當つて此の考案を實行した次第であります。附圖第七に示す如く桁は相互所定の距離を置いて鉋にて連結し其の各種の位置に於ける彎曲率、剪力等を考査し

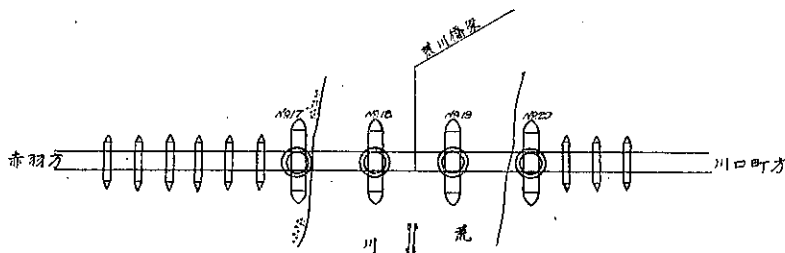
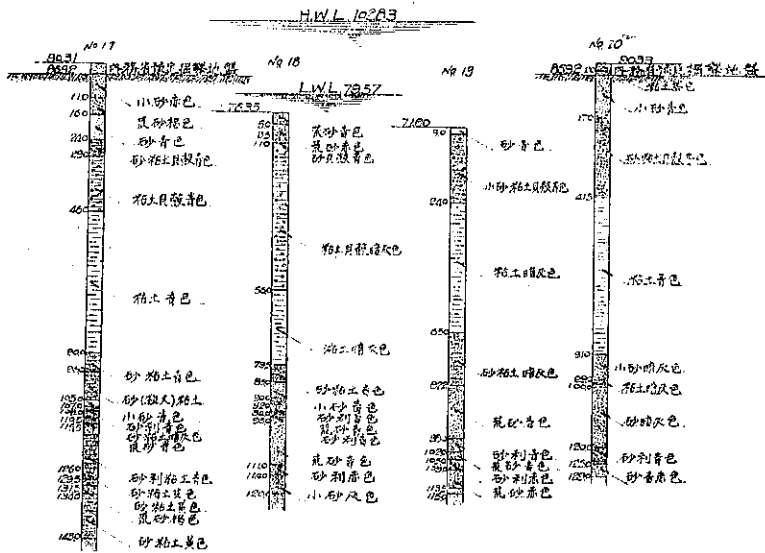


(土木學會誌第十三卷第六號附圖)

附圖第一 荒川橋梁附近平面圖



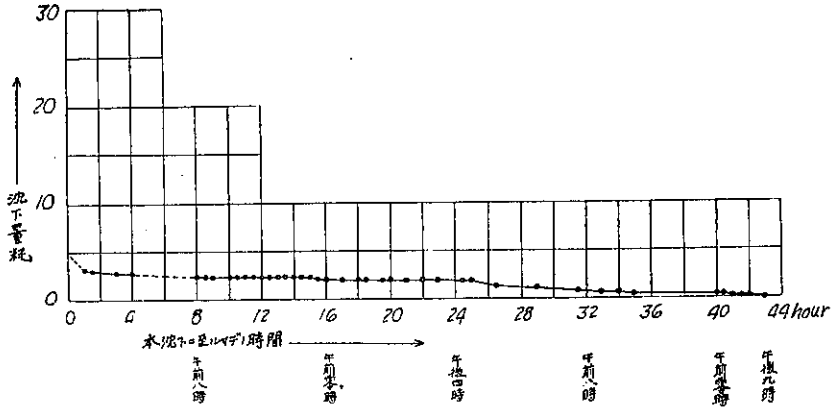
附圖第二 荒川橋梁附近試錐柱狀圖



(土木學會誌第十三卷第六號附圖)

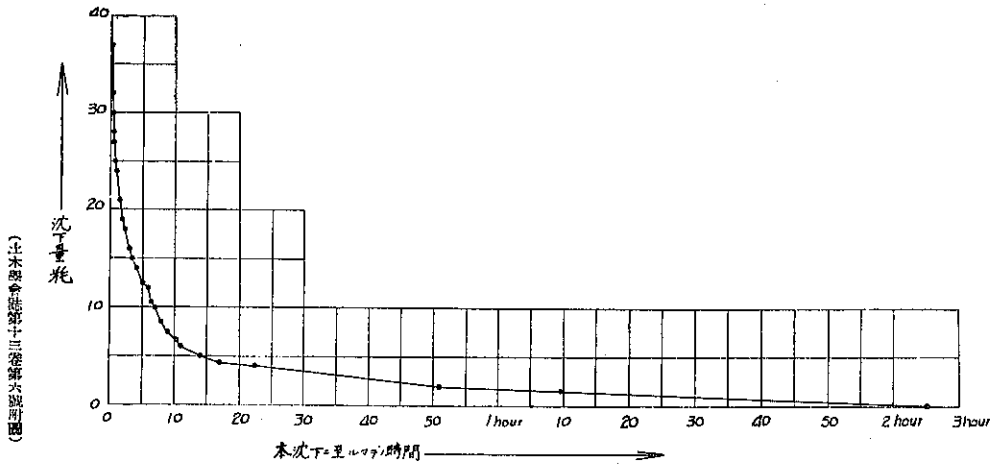
附圖第三 井筒沈下表

第十九號橋脚 B 井筒 (8.0)^{ノット}



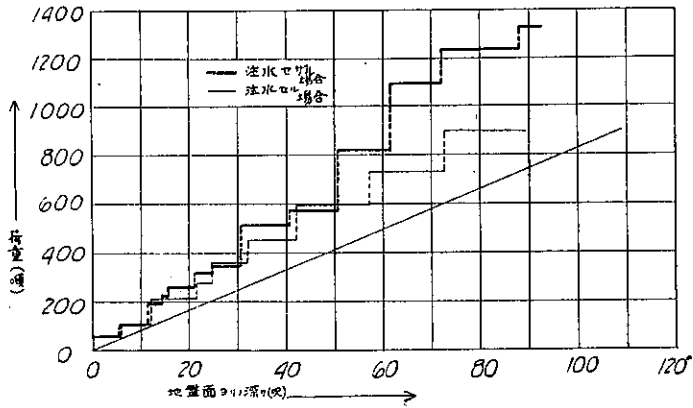
附圖第四 井筒沈下表

第二十號橋脚 A 井筒 (7.5)^{ノット}

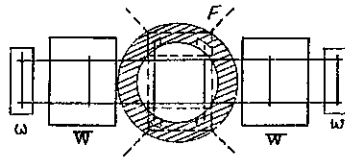


(土木學會誌第十三卷第六號附圖)

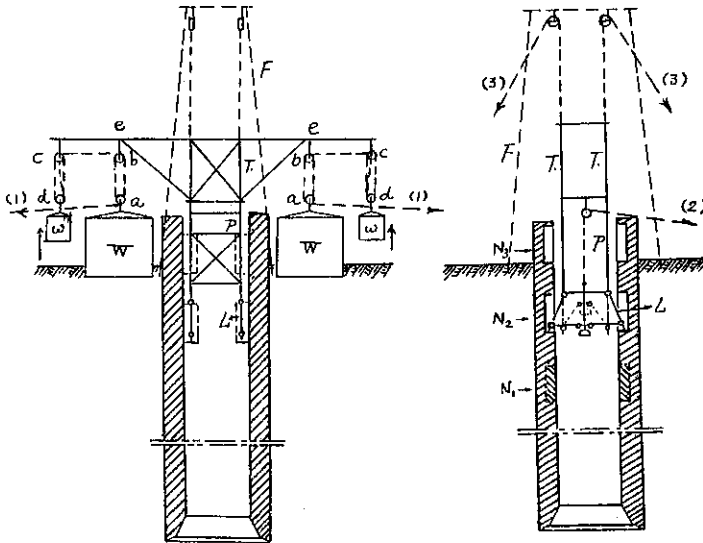
附圖第五 井筒荷重比較表



附圖第六

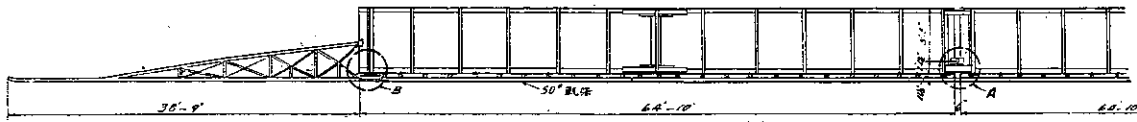


井筒連續沈下
裝置要領圖



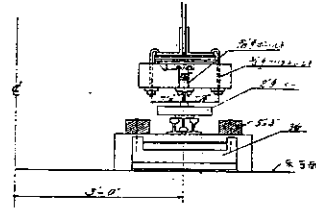
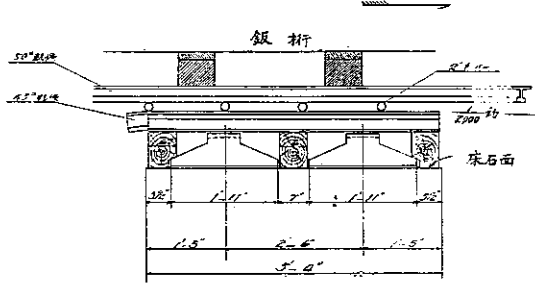
(土木學會誌第十三卷第六號附圖)

附圖第七

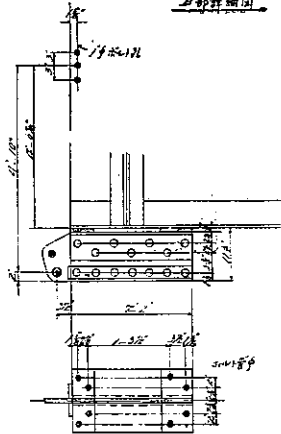


枕木間隔
枕木間隔，於20'中，於
20'以下，則每間隔
中間三寸，於20'以上，
則每間隔三寸半。

橋面枕木上詳細圖

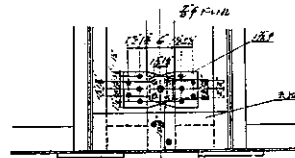


B部詳細圖



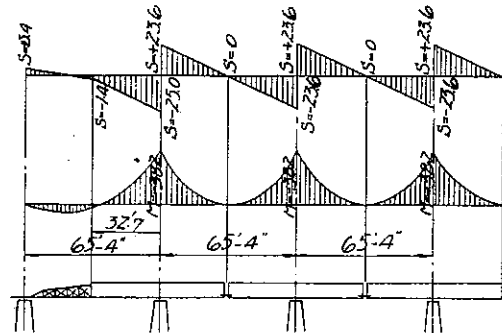
20 6.6 吋
1.7 10.1
26.5.5 吋
鐵釘 2 吋 4 吋
枕木 5 吋

A部詳細圖



(十米橋全橋枕木上詳細大圖)

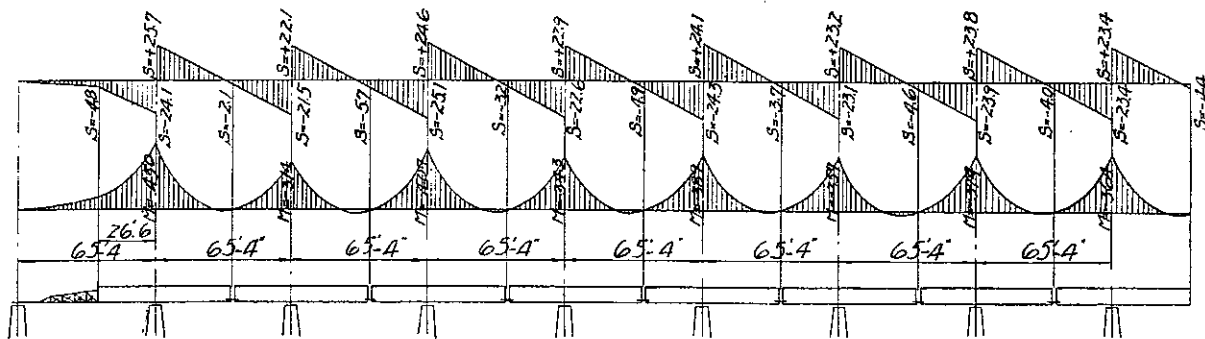
附圖第八 桁の中心が支点と一致する瞬間の状態



連結架設に於ける桁の平衡圖

備考
 弯曲率(M) 1.000[#]
 剪力(S) 1.000[#]

附圖第九 手の先端が支点に到達する瞬間の状態



(一) 土木學會誌第十二卷第六號附圖