

講 演

第25巻第12號 昭和14年12月

川口線第一只見川橋梁架設工事報告

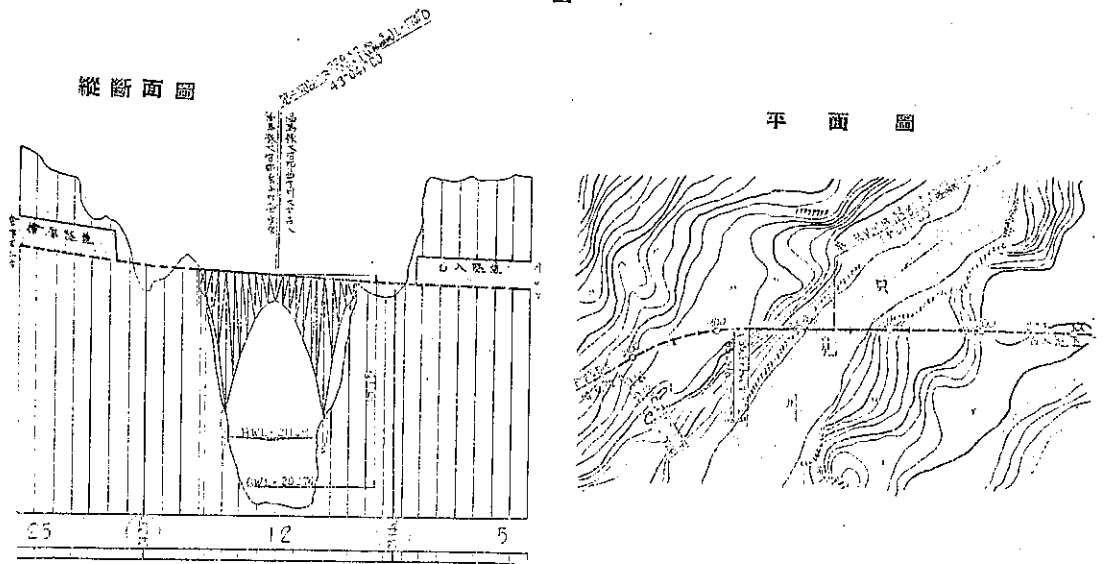
(昭和14年10月20日土木學會創立25周年記念講演會に於て)

准員 大石重成*

梗概 本橋梁は川口線津若松起點 43 km 038 m の地點(福島縣大沼郡原谷村大字楡原, 同郡西方村大字名入間)に於て, 斜角約 50° を以て只見川に架設せられたる本邦最大の徑間を有するバランスドアーチ型二鉸鋼拱橋にして, 第一只見川橋梁と名付く。架設地點は谷深く水量亦豊富にして種々比較撰定の結果本型式を採用せるものなり。

本工程は鐵道省の直轄施行により降雨雪期を避け昭和13年8月起工し, 12月架設を完了せるものである。

圖-1.



1. 上部構造

1. 主 構

橋梁主構形式は, 兩側に 8 m の突徑間を有する支間 112 m の二鉸構拱橋に, 34 m の吊徑間を連結せる總徑間 176 m の單線上路鐵道橋にして, 主要寸法は 圖-2 に示す如し。下弦格點は拋物線上に在り。第 3 格間部材は游材となる。構面は垂直面に對して約 1/7 の傾斜をなす。線路勾配は 12/1 000 にして橋梁は之に並行に架設す, 製作の反りは中央に於て 33 mm なり。

圖-2.



* 工學士 鐵道技師 鐵道省大臣官房研究所幹線調査課勤務

(1) 徑間及高さ

架設地點の地形により徑間は 112 m, 其の高さは 24 m と限定せり。

(2) 拱矢及拱構中央部高さ

數枚のスケルトンを畫き, 比較の結果拱矢を 19 m, 中央部に於ける拱構の高さを 5 m と定めたり。

(3) 拱 幅

橋礎部分に於ける拱構の下部幅 13.6 m は横荷重及地震に對する安定を考慮して之を決定せり。本設計に於ては風下の拱構に對し風上拱構の 50% 横荷重を考慮せり。上部幅は桁の横振動に對して少くとも徑間の 1/20 を要すと稱せられ, 本橋に於ては種々考究の結果 $112\text{m}/17=6.6\text{m}$ を採用せり。

(4) 構面の傾斜

前記の如く構の上部幅 6.6 m, 下部幅 13.6 m と定むれば高さ 24 m なるを以て, 構面の垂直面となす傾斜は約 1/7 となる。構面を傾斜せしめる事は, 計算製圖, 製作及架設等凡ての點に於て, 煩鎖なるも上路構橋を斯くの如き地形に架設する上に於て, 安定度並に鋼材節約の缺點より見て止むを得ざるにちかゝらんと思考せらる。

2. 床 組

床組の構造としては

(1) 縦桁を横桁の上に置く構造

(2) 縦桁を横桁の腹に鉋結する構造

が考へられるが, 剛性度, 安全度の幾分かの不利なる點を除去して, 萬事 (1) の方勝るを以て, 本橋に於ては (1) を採用せり。

制動構は各格間毎に設けたり。

縦桁は横綾構に固定し, 横桁との取付は徑 22 mm のボルトを用ひ, ボルト孔は 4 mm の餘裕を見込み。之は主構の上弦材が max. Stress を生ずる時の短縮は 4 mm 弱にして, 此の時縦桁下突縁は逆に延伸せらるゝ事を考慮せる結果なり。

突徑間と吊徑間との連結ピンは上弦材に置きたるを以て, 上弦材は構桁全長を通じて連結する事となり, 上横構も床組も突徑間と吊徑間との接續箇所に於て, 中斷さるゝ事なく, 構造簡單にして剛度もピンを下弦材に置く場合よりも大となる。

3. 其 の 他

橋礎上の垂直材は, 外觀及組立の便宜上柱中央の幅を大となし, 橋面に直角なる軸に對する環動半徑を大ならしめ, 上下兩端を細く絞り, 柱の支持せられざる長さを減ずるための水平支材は之を取付けず。

橋礎上の背は形大にして 2 座面を有し, 且つ正確に据付くる事絶対に必要なる故, 長きアンカーボルトを挿入するを避け, 特別に豫め沓受を製作し置きたり。

下横構の繫銀は, 其の曲り方複雑にして製作困難なるを以て, 其の一部に切斷線を入れる事により, 製作を容易とせり。

横綾材及對傾材の大部分は張力のみを受ける様に設計し $1/\alpha < 300$ とせり。

最後に昭和 2 年熊本縣白川に架設せられたる同型式の高

表-1.

名 稱	第一只見川橋梁	第一白川橋梁
中央徑間	112.00m	91.44m
側 徑 間	32.00m	30.48m
全 延 長	176.00m	152.40m
上弦材間隔	6.60m	4.267m
主構面傾斜	1/7	1/6
桁 高	24.00m	22.86m
設 計 荷 重	K. S. 15.	E. 33

森線第一白川橋梁との比較を掲載すれば表-1 の如し。

2. 下部構造

本橋梁は線路勾配 13/1000 の處に架設せらるゝ故、橋臺、橋礎の相互位置の關係は 圖-3 の如くなる。

仍つて之を基として、昭和 13 年秋季ワイヤーによる直接法を用ひ、橋臺、橋礎の位置を決定し、兩橋臺と橋礎下半分のコンクリート打を施工したのである。橋礎コンクリート打を下半分に止めた理由は、中央徑間長の正否が直接桁架設の成否に影響を及ぼす故、上部構造の製作完了を待つて假組立を行ひ、之が徑間を測定し、之を現場にアップライシ、高度の精度を期待せんとしたからである。地質は、若松方に於ては石英粗面岩質集塊岩、川口方に於ては流紋岩質熔流岩にして變質作用著しき部分あるも、本構拱橋の基礎としては充分なる強度、安全度を有するものにして、安全支壓強度は $100t/m^2$ なり。

1. 橋 臺

架設方法に鑑み、アンカーとして作用せしめるため、 $10\sim 30$ kg の軌條を埋込み 1:2:4 コンクリートを以て施工せり。アンカーは 7.78 m の間隔を保有せしめ振止め用ガイドは 8.541 m の間隔に据付けたり。

座面反力は最大約 101 ton にして、支壓面積 4330 cm^2 、従つて基礎最大支壓力は 53 t/m^2 なり。

ガイドに受ける横荷重は最大約 46 ton なり。

2. 橋 礎

最大水平、垂直反力の合力は約 45° にして、設計合力 610ton なり。上記沓受枠設置のため頭部を 1.45 m 残り 1:3:6 コンクリートを施工し、底面は合力と直角ならしめ且つ滑出を防止するため階段状とせり。

3. 沓受枠据付

前に述べたるが如く、沓の中心間隔を確保し、上部構造の徑間と合致せしめた位置に沓中心を持ち來す事が架設を支障なく達成せしめる絶対の條件なるを以て 圖-6 の如き沓受枠を豫め製作し、豫め打ちたるコンクリート上に据付け上半分の橋礎部コンクリート工を施工せり。即ち(圖-6 参照) a_1, b_1, c_1 迄打たれたるコンクリート上に輕きフレーム F を載せ、之を加減して位置をとらしめ、然る後 abc 迄コンクリートを打ちて沓を設置したるを以て、コンクリートに直接沓を載せる場合に比し、はるかに容易に且つ又施工上の狂なく据置く事を得たり。

圖-3.

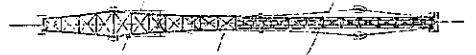
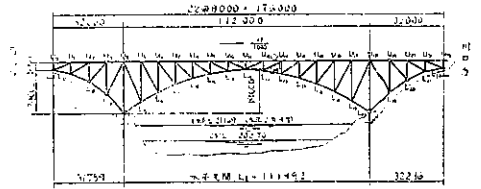


圖-4 (a)

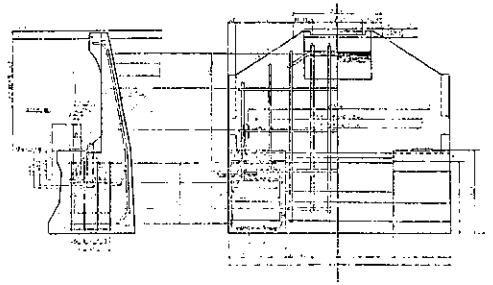


圖-4 (b)



最大垂直反力 $V_{max} = 450 \text{ t}$
 最大水平反力 $H_{max} = 447 \text{ t}$
 水平反力 $H = 418 \text{ t}$
 $V = 376 \text{ t}$
 合成力 $R = 610 \text{ t}$
 $R = 584 \text{ t}$

圖-6.

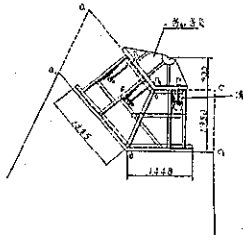
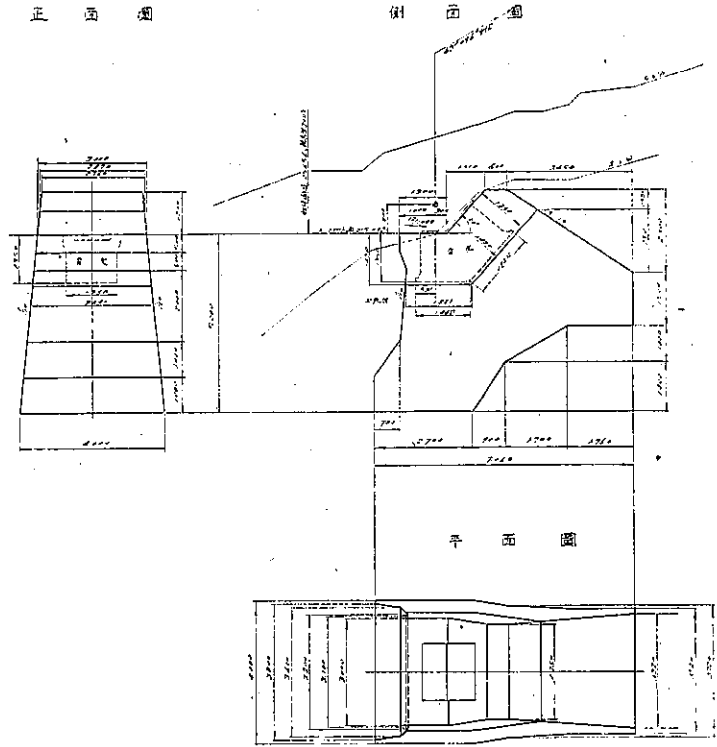


圖-5.



3. 工事測量

凡て架橋工事に於ては、製作の桁支間と現場のそれとが一致する事が必要であるが、特に本橋の如き拱橋では、絞間の距離が製作せる桁の絞間の距離と一致してある事が、直接架橋の成否に影響を及ぼす故、之が測量は絶対に正確であらねばならぬ。

夫故製作後工場て假組立を行ひ、製作に使用せしステールテープを以て絞間の距離を測定し、現場に於ける橋礎、橋臺の最後の位置の資となせり。

検測結果

絞間の距離 $l = 111.986 \text{ m}$ (標準温度 15°C , 標準張力 0 kg)
 若松方側 絞間 $l_w = 32.009 \text{ m}$ (" ")
 川口方 " 絞間 $l_k = 32.007 \text{ m}$ (" ")

にして、各部材の取付其他概して良好であつた。

1. 測量精度基準

徑間測量に於て幾何の精度を以て、許容限度とすべきかといふ事に對し、吾々は徑間長に對する鉚孔の重りを以てしたのである。即ち今迫めの時最後の鉚孔を拾ふに必要な重なりを 15 mm (ドリフトピン頭部直徑に少しの餘裕をとる) とすれば、

中央徑間に對し

$$\eta \geq \frac{23.5 - 15}{111.986} = \frac{1}{13200}$$

となる。

又側徑間に就ては其の端が可動なる故、別に上記の如き基準を設けなかつたが、2 萬分の一程度の精度は、ステールテープによつて直接に測量する場合には、容易に得らる故、之を基準としたのである。

2. 中央徑間測量

中央徑間の測量には

三角測量による間接法 ワイヤーによる直接法

を採用し、(i)によつて定められた値をとり、(ii)は單なる検測に止めたのである。

(1) 三角測量

河原を選定し出来る丈け長き基線を水平に設け製作に使用せる 3 本の鋼卷尺を以て各々往復 2 回の測定を行つた。當時は 8 月の盛夏であつたので、晝間を避け午前 6~8 時、午後 4~6 時に測定したのであつて精度 $n = \frac{1}{266400}$ を得た。

角測量は 20 秒讀みのトランジットを以て、各三角形の閉合誤差を 3 秒以内に止め、地形の關係上檢基線を設けず、角測定の精度を高むる事に努力したのである。

之によつて CD の長さを決定し、C 及 D を定點として、橋礎の位置を決定したのである。

(2) ワイヤーによる直接法

平地上に基線を設け、之に關聯して鋼線上の 2 記點を定め、同状態にて現場に移し橋礎間距離を決定す 即ち基線上に基點 P、Q をとり、槽を通して重錘 W によりて引張られたるワイヤーに P'、Q' を記し、次に現場に設けられたる槽にワイヤーを引張り P'、Q' より二定點 P₀、Q₀ を決定するものなり。

(2) を以て吾々が検測に止めた理由:

- (イ) 確信を得らるゝ事、換言すれば計算上の誤差の如き大なる誤差が生じない事 (利點)
- (ロ) 滑車の位置固定困難なる事 (缺點)
- (ハ) 滑車の回轉をフリクションレスに保つ事困難にして容易に敷耗の差を生ずる事 (缺點)
- (ニ) 現場に同状態で移す事不可能に近き事 (缺點)

即ち、基線を設置せる場所と現場とは、溫度差を有する事、如何に無風の日と雖も風の影響ある事

等が擧げられるからである。

但し、本工事測量に於ては (1)、(2) の差僅かに 1.4 mm であつた。

3. 側徑間測量

貫を階段狀に設置して、鋼卷尺を以て測量せり、之等の結果を 圖-10、11 に示す。

圖-7.

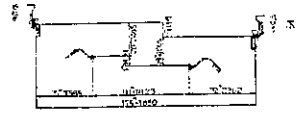


圖-8.

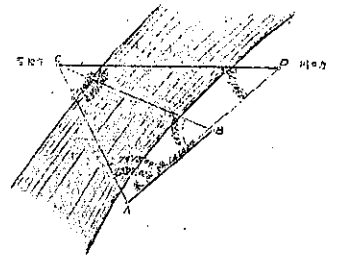


圖-9.

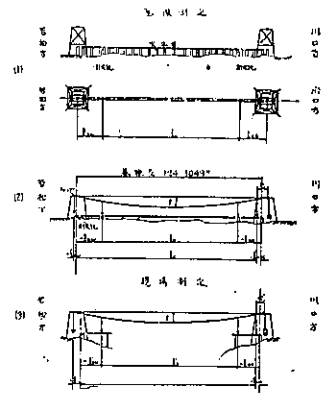


圖-11

圖-10.

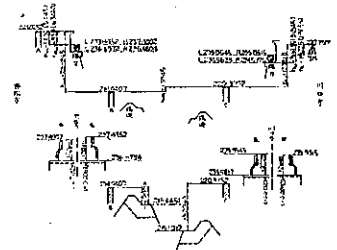
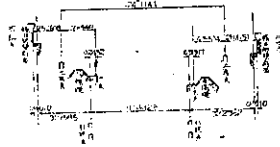
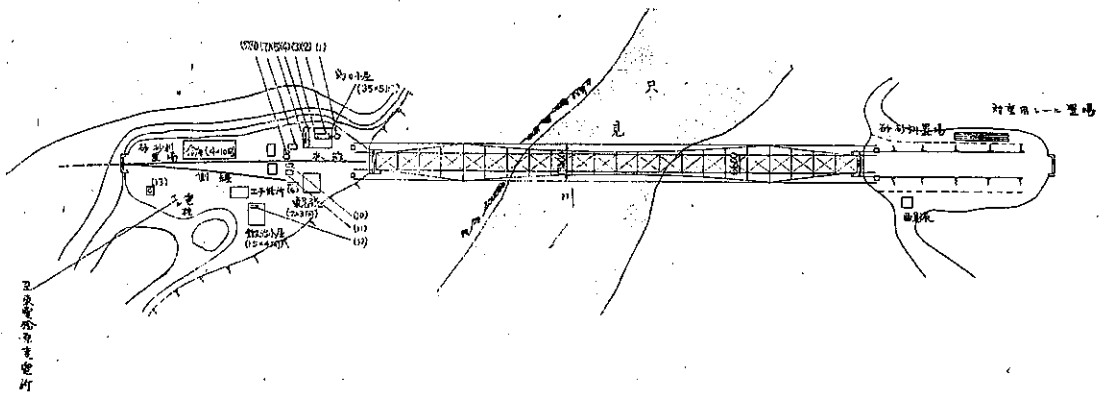
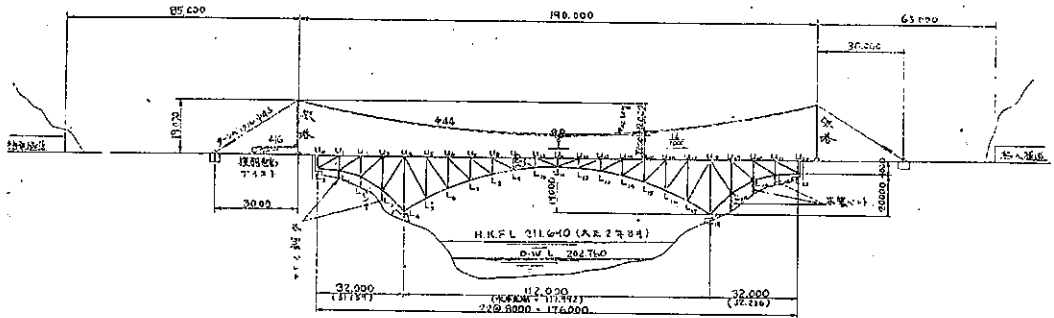


圖-12.



番 號	名 稱	品 質 形 狀 寸 法	數 量	摘 要
(1)	空 氣 罐	コンプレッサー用レシーバー 径 4'-0"×12'-0"	1 組	プレッシュアゲージ セーフティバルブ ドレインコック
(2)	空 氣 膨 弾 機	インガソルランド製 446 cub. ft/min 100	"	プレッシュアゲージ 低圧シリンダー 安全弁 エンドレスベルト
(3)	電 動 機	三 相 交 流 725 RPM 3; 50 V 100HP	"	起 動 抵 抗 器 プ ー リ ー
(4)	配 電 盤	明電舎製大理石 100 kVA	1 面	計 器 其 の 他
(5)	変 圧 器		6 基	ホ イ ス ト 及 電 燈 用
(6)	配 電 盤		2 面	ホ イ ス ト 用
(7)	電 動 ホ イ ス ト	王子鉄工所 複胴 2t 電動機 15 HP	1 組	ドラム 12'×20" ケーブル 275 m 速力 60'
(8)	"	安治川鉄工所 單胴 2.5t 電動機 15 HP	"	ドラム 7"×26.5" ケーブル 765" 網速 100'
(9)	"	"	"	ドラム 18'×24" ケーブル 756' 網速 100'
(10)	"	王子鉄工所 複胴 2.5t 電動機 20 HP	"	ドラム 360×640 mm 網速 83'
(11)	"	王子鉄工所 複胴 2t 電動機 15 HP	"	ドラム 12'×20" ケーブル 275m 網速 60'
(12)	グ ラ イ ン ダ ー	三相誘導電動機 1 HP 200 V-2.9 A	1 基	
(13)	セ ン ト リ フ ェ ー ガ ル プ	荏原製作所 2 HP 揚水量 0.25 m ³ /min	1 組	

4. 高低測量

レベルと箱尺により行つたのであつて、橋臺、橋礎、沓、ガイド、アンカー等の位置の關係圖は圖-11 に示す如し。

4. 架設方法

本橋梁は上部構造の構造上及架設地點の地形上、足場或はベント設置は技術的に又經濟的に不利なるを以て側徑間各格點下に木製又は鐵製ベントを組み、先づ側徑間を單構桁として架設し、 $L_0(L_{22})$ 部にスクリュウジャッキを取付けて橋臺と一體とし、橋臺を對重とし、側徑間をアンカーアームとして、中央徑間を順次カンチレバー式に組立てる突桁式架設方法を採用したのである。而して、材料の運搬、吊出し、組立てには凡て兩岸に建植せられたる鐵塔に張渡したケーブルによつたのである。

突桁式架設に於ては從來デリッククレーンを使用し、又其の方有利なりと斷定せられてゐたのであるが、本橋に於ては次の理由によりケーブルとキャリヤーによつたのである。

- (1) 省所有のクレーンを使用せんとせばブームの補強、軌間の改造を必要とし、之がために多くの日數を要する事
- (2) 對岸への材料運搬トラックによる事不便にして、且つ桁部材置場なき事——デリッキの機能を百分に發揮出來ない事
- (3) デリッキが組立中の突桁端に載る時は對重徑間に可成りのアップリフトを生じ、且つエレクションストレスが増す事
- (4) 運搬用ケーブルを組立てに利用する事により設備の簡易化をはかれる事の爲めである。

5. 架設諸設備 (圖-12 参照)

架設地點前後は直ちに隧道に連なり、現場は至つて狹隘なる地域であつたので、設備は可能なる限り地域をとらざる様留意した。

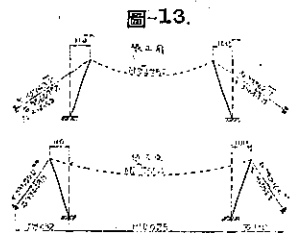
空氣壓搾機は可搬式 4 臺を使用する豫定なりしも、ガソリンの不足と工期の關係で電力を使用する事とし、100 HP 電動機を使用し、容量 446 lbs/min 1 臺を設置せり。本壓搾機を使用すれば鉸鉸用エアーとして充分なる容量を有するを以て川口方には鐵管を曳いて送風する事とせり。

ホイストには 20 HP 複胴、15 HP 複胴のもの各 1 臺宛、15 HP 單胴のもの 2 組を用意設備せり。

桁置物は最初、現場附近を搔均して設ける豫定であつたが、地域及工期の關係上不可能であつたので、架設地點を離る約 9 km の柳津驛構内に設け、架設進行に遲滞を來さざる様送り出しに留意し、現場には單に桁材を貨車に積載せる儘留置し置く側線を設けたにすぎない。

コンプレッサー用冷却水は隧道よりの水を水槽に滿し隨時使用する事とし、電力は架設地點を離る 500 m の地點迄既設せられた高壓線をひき込み、ホイスト、燈用、冷却装置用揚水動力には低壓して使用せり。

鐵塔は川口方は 5 ton の手捲ウインチを以て建植し、若松方はホイストを使用せり。本架設に用ひたる鐵塔は無鉸のものなりし故、頭部の水平荷重が安全荷重



以内にある様留意せり。即ち安全荷重は 1.6 ton にして此の時の頭部の撓度は 20.6 cm なる故、張立にも架設にも頭部の傾斜がこれ以内にある様計畫せり。主索、控索共に 4 本にして 44 mm を使用し、之等相互の鐵塔との取付は、アイバーとピンを用ひたり。

張立後に於ける主索のサグは次の如し。

第一主索： 6.365 m

第二主索： 6.274 m

第三主索： 6.908 m

第四主索： 6.960 m

側徑間足場は若松方第二、第三格點下に鐵製ベントを使用し、他は凡て杉丸太を使用せり。而して、此のベント上に枕木サンドルを組立て、鐵製キヤムブロックを据付け置きたり。而して架設時は別に特殊の木製臺を豫め側徑間下弦格點下に緊結し、キヤムブロックの中心と一致する様刻線を記し置きたり。

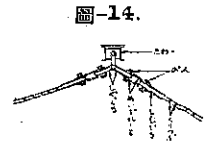
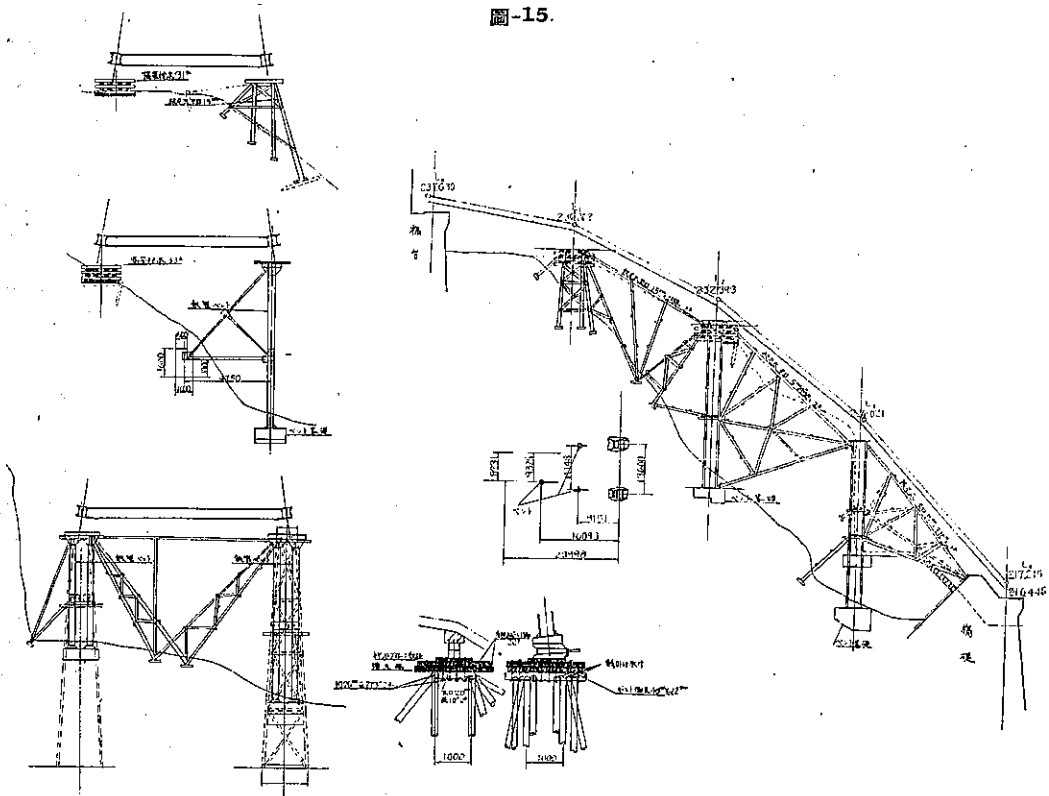


圖-14.

圖-15.



6. 架設計畫

1. 架設順序

- (1) L_1 點に 60 ton ジャッキを挿入し、 L_2, L_3 部材を 140 mm 長くし置き、 L_1, L_2, L_3 點を定着す。
- (2) 側徑間を組立てたる上は、平衡荷重として軌條を積載し、側徑間を對重徑間として突桁式架設法によつて中央徑間を組立進行せしむ。本架設方法による場合、側徑間はアンカーアームとして作用する故 L_1, L_2 部材は游材とならない。此の故 L_2 部ピン孔は一方橢圓孔に作り、壓力に對して働く様工夫されてゐる（詳細は後述）。

- (3) L_0 部番は正位置に取付けたる上 140mm 後退せしむ。
- (4) L_0, L_1, L_2, L_3, L_4 等は格点位置圖に示す位置に据付くる様特に入念に施工す。
- (5) L_2 点絞構用ガセットプレートは架設用のものを使用し、ピン又はボルト締とす。
- (6) $u_1 \sim u_3, u_3 \sim u_4$ 間縦桁と横桁、横綾材との取付は一時ボルト締とし、 u_3 点横桁上の縦桁の對傾構は一時取付けざるものとす。

- (7) 中央結合前 L_{11} 点の綾構用緊鋼の取付には木填材を使用す。
- (8) アンカージャッキを操作して L_{11}, u_{11} 点を結合す。
- (9) 更にアンカージャッキを操作して之を無應力の状態とし、平衡荷重を撤去す。
- (10) L_5, L_7 部材を所定の長さにし、ジャッキを弛めて側徑間を橋臺上に据置く。
- (11) 然る時者は定位に来るべし。

2. 架設中の撓度及中央結合計畫

若松方、川口方共に L_{11} 点迄架設完了すればアンカージャッキを徐々に緩めてクローズするのであるが、之が方法として

- (1) L_{11} を結合し一時三絞拱としてから上弦材を挿入する法。
- (2) カンチイレバーの儘、 L_{11}, u_{11} 点を同時に拾ひ直ちに二絞拱とする法。

が考へられるのであつて、之を如何になすべきかの豫想としては計算を以て考究するより外ないのである。

1. 突桁としての格点撓度

突桁としての格点撓度 δ_1

$$\delta_1 = \sum \frac{s_1 \delta_1 l}{EA}$$

- 茲に s_1 : 興へられた荷重による各部材の應力
- δ_1 : 撓度を求めんとする點に於て、撓度を求めんとする方向に作用する單位荷重による各部材の應力
- l : 各部材の長さ
- A : 各部材の斷面積
- E : ヤング率

之によつて計算すれば、各状態に於ける各格点位置は圖 16 の如くなる。實際架設中に於て此の垂直撓度を觀測し、狂ひなき様留意するものとす。尙、架設中に於ける各格点變位表は表-3 の如し。

圖-16 (b). 格点 8 迄突出せる時の各格点の撓度

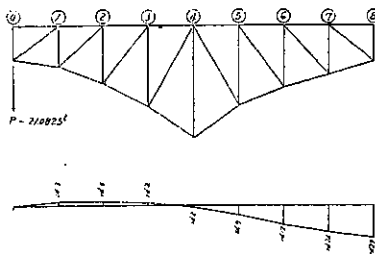


圖-16 (a).

格点 7 迄突出せる時の各格点の撓度

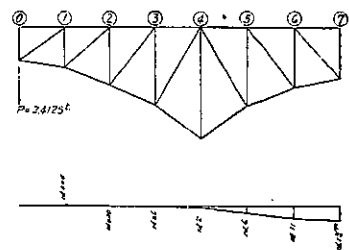


圖-16 (c). 格点 9 迄突出せる時の各格点の撓度

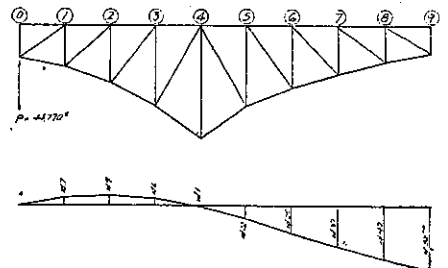


圖-16 (d). 格點 10 迄突出せる時の各格點の撓度

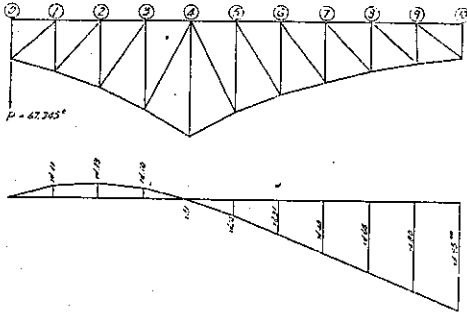


圖-16 (e). 格點 11 迄突出せる時の各格點の撓度

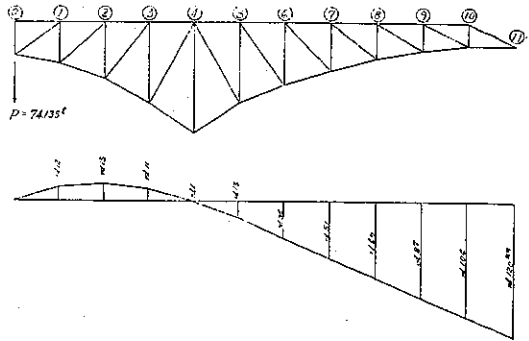


表-2. 架設中に於ける各格點變位 (垂直, 水平撓度考慮)

	架設後		4 panel cantilever		7 panel cantilever			架設後		7 panel cantilever		4 pane cantilever	
	x	y	Δx	Δy	Δx	Δy		x	y	Δx	Δy	Δx	Δy
U ₀	0	0	-208	- 2	-208	- 2	U ₂₂	0	0	-204	- 3	-204	- 3
U ₁	8 000	96	-207	+ 15	-205	+ 6	U ₂₁	8 000	96	-204	- 20	-202	- 11
U ₂	15 999	192	-205	+ 39	-201	+ 26	U ₂₀	15 999	192	-204	- 42	-199	- 31
U ₃	23 999	288	-206	+ 63	-200	+ 53	U ₁₉	23 999	288	-204	- 67	-198	- 58
U ₄	31 998	384	-204	+ 1	-196	0	U ₁₈	31 918	384	-204	- 5	-196	- 4
U ₅	39 997	480	-202	- 71	-192	- 65	U ₁₇	39 990	480	-205	+ 66	-195	+ 60
U ₆	47 997	576	-201	-189	-189	-122	U ₁₆	47 997	576	-205	+134	-193	+117
U ₇	55 996	672	-199	-207	-185	-190	U ₁₅	55 996	672	-205	+202	-191	+175
U ₈	63 996	768	-198	-277	-184	-237	U ₁₄	63 996	768	-204	+272	-188	+232
U ₉	71 995	864			-179	-291	U ₁₃	71 995	864			-186	+296
U ₁₀	79 984	960			-165	-345	U ₁₂	79 984	960			-174	+340
L ₁₁	87 934	6 055			-127	-397	L ₁₁	88 054	3 043			-139	+394

・ 鉸拱としての L₁₁ 點の撓度

圖-17 の如く, L₁₁ 點を結合しアンカージャッキを緩めれば, 拱頂點の二次率は急變するから三鉸拱となる。但し此の場合 f が既知でなければならないのであるが此の f は (1) 式より決定出来る。即ち, カンチレバーとしての垂直, 水平變位 δ_v, δ_h は既知である故 C 點に来るものが C' 點に来てゐる譯であり。従つて

$$AC' = \sqrt{(l - \delta_v)^2 + \left(\frac{l}{2} - \delta_h\right)^2}$$

次に C' 點の結合位置を c' とすれば, AC'' = AC' にして

$$f' = \sqrt{AC'^2 + \frac{l^2}{4}} = \sqrt{AC'^2 - \frac{l^2}{4}}$$

圖-17.

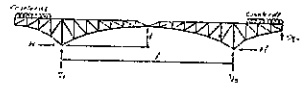
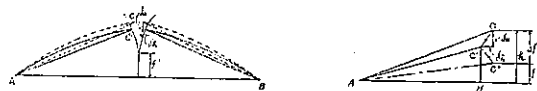


圖-18.



即ち

$$f' = \sqrt{(l - \delta_0)^2 + \delta_n^2} - l\delta_n$$

$$= \sqrt{l^2 - 2l\delta_2 - l\delta_n}$$

$$= 18981 \text{ m}$$

即ち

$$\Delta f = 19 \text{ mm}$$

となる。

扱て、突桁としての L_{11} 點の撓度を δ_{c1} 、各材の應力を s_1 とすれば

$$\delta_{c1} = \sum \frac{s_1 s_1 l}{EA} \dots \dots \dots (1)$$

次に、桁端に ΔP を外力として作用せる時の三鉸拱としての撓度を δ_{c2} 、此の時の各材の stress を s_2 とせば

$$\delta_{c2} = \sum \frac{s_2 \bar{s}_2 l}{EA} \dots \dots \dots (2)$$

之等兩者を combine せる時の應力を s_3 とせば

$$s_3 = s_1 + s_2$$

にして、 s_2 による三鉸拱としての拱頂點の撓度 δ_{c3} :

$$\delta_{c3} = \sum \frac{s_2 \bar{s}_2 l}{EA} = \sum \frac{(s_1 + s_2) \bar{s}_2 l}{EA} = \delta_{c2} + \sum \frac{s_1 \bar{s}_2 l}{EA} = \delta_{c2} + \sum \frac{s_1 \bar{s}_1 l}{EA} \cdot \frac{\bar{s}_2}{\bar{s}_1} \dots \dots \dots (3)$$

仍つて上昇量

$$\delta = \delta_{c1} - \delta_{c3}$$

となる。

之等の式に各數値を代入して計算すれば

$$\delta_{c2} = 0.021 P \text{ (cm)} \quad P \text{ の單位 t.}$$

$$\sum \frac{s_1 \bar{s}_1 l}{EA} \cdot \frac{\bar{s}_2}{\bar{s}_1} = 3.6064 \text{ cm}$$

$$\therefore \delta_{c3} = 0.021 P + 3.6064$$

上式中第 1 項は P に關する項にして、第 2 項は三鉸拱となれる時の撓度を示す。

今ジャッキが完全に締められた状態に於ては

$$P = 74.135 \text{ t} \quad \text{なる故}$$

$$\delta_{c3} = 5.1634 \text{ cm} \dots \dots \dots \text{三鉸拱としての垂直撓度}$$

仍つて (1) 式の結果を照査して、上昇量

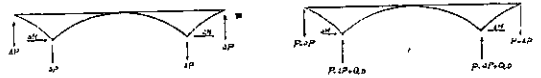
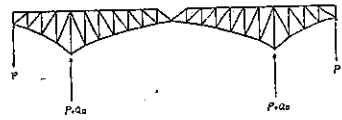
$$\delta = 12.046 \text{ cm} - 5.1634 \text{ cm} = 6.883 \text{ cm}$$

なる可き也。然るに突桁としては L_{11} 點に水平撓度 δ_n ありて L_{11} 點の會合點は所定の位置より $\Delta f = 1.9 \text{ cm}$ だけ下方なる故、三鉸拱とする事によりて

$$5.1634 - 1.9 = 3.263 \text{ cm}$$

だけ會合點より更に降下する事となるべし。

圖-19.



因みに、三鉸拱としての温度による L_{11} 點の撓度 δ_{ct} :

$$\delta_{ct} = \sum \alpha t \bar{s}_2 l = \alpha t \sum \bar{s}_2 l$$

此の式に數値を入れて計算すれば

$$\delta_{ct} = 0.082 \text{ cm}/1^\circ\text{C}$$

だけ上昇する事となる故温度を以て拱頂點の撓度を變化させる事は餘り期待出来ない。

3. 二鉸拱としての拱頂點の撓度

此の場合は H は不靜定値となる故

$$H = \frac{\sum s_0 s_a l}{EA} / \frac{\sum s_a^2 l}{EA} + \sum s_a \alpha t l / \frac{\sum s_a^2 l}{EA}$$

によつて求めねばならぬ。

茲に

δ_a : 外力 $H = -1$ を作用せる時の各部材の應力

s : 荷重及水平力が作用せる時の各部材の應力

s_0 : 荷重のみによる各部材の應力

l : 各部材長

A : 各部材斷面積

E : ヤング率

α : 温度係數

t : 温度

之に數値を入れて計算すれば

$$H = \sum s_0 s_a \frac{l}{A} / \sum \frac{s_a^2 l}{A} = 1.467579 P$$

となる。

H が求まれば、拱頂點撓度の算式は全く三鉸拱の場合と同一となる。唯 s_2 を以て二鉸拱としての各部材の應力也と考へればよい譯である。

數値を入れて計算すれば

$$\delta = (0.0051 P + 0.971) \text{ cm} = 1.354 \text{ cm} \dots\dots\dots (P=75 \text{ t})$$

となる。

仍つて、三鉸拱より二鉸拱とすれば拱頂點: 3.81cm 上昇する事となる。之等の關係を圖示すれば圖-21の如し。

以上の計算の結果より考ふるに、迫めに際して、 L_{11} 點の鉸孔を拾ひ、アンカージャッキをゆるめて完全に三鉸拱として後上弦材を挿入するよりも、カンチレバーのまま L_{11} 點の鉸孔を拾ひて直ちに上弦材を挿入し、然る後アンカージャッキを緩め直ちに二鉸拱とする法、迫めの施工容易なる事を豫想し得るものにして、在來三鉸拱とするを常識とせるに

圖-20.

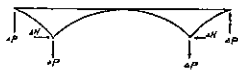


圖-21.

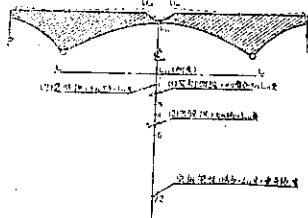
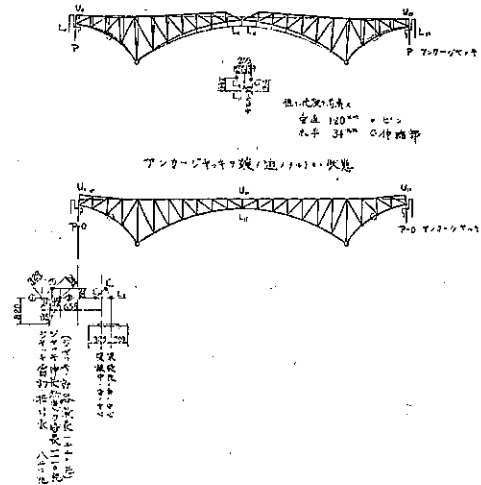


圖-22.



比し、一進歩なりと確信する次第である。特に、本桁各部材は製作に當り、二鉸拱としての長さをとる事に斟酌すれば此の感益々大なるものがある。

7. $L_3(L_{20})$ 部橢圓ピン孔

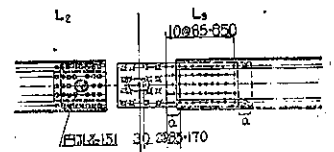
先に述べたるが如く、 L_2, L_1 部材が架設中遊材とならない様考察された $L_3(L_{20})$ 部橢圓ピン孔は圖-23 に示す如く、一方のみ橢圓孔になつてをり、架設中 $L_2, L_3(L_{19}, L_{20})$ 部材は之を 140mm 長くし置き、ピンを圖の位置に持ち來たせば、壓力に對しトラスの部材として作用する譯である(架設中本部材は張力を受けない)。

之と同時に、 L_2, L_3 部材を 140mm 長く作る事によつて、 L_{11} 點は所定の位置より 515mm ハネ上る事となるから、突桁としての撓度あるも架設中に L_{11} 點がオーバーラップする事なく、 L_{11} 點の結合はアンカジーヤッキを縮める事のみによつて爲される。

而して、圖-22 の状態から $L_0(L_{22})$ を橋臺上に乗せば、ピンは橢圓孔の中心に來て、 $L_2, L_3(L_{19}, L_{20})$ 部材は完全に遊材となるものにして、構造最も巧妙に且つ簡單なるものと云ふ事が出来る。

圖-23.

架設中ボルト締めとし架設後 a 部迄突込み鉸孔 2 ピッチに 170mm ずらし L_2, L_3 を 140mm 長くす



8. 組立状況

締め組立順序圖を部材送り出し組と組立組に渡し、部材取付の進行又は變更は電話を以て打合せ、組立進行の圓滑を期した。

組立の進行は突桁部の方が、側徑間部より速かであつた。之は垂直材にテイバーが付いて居る故、下弦材下面は水平でなく、特殊の木製臺を設けたるも尙、足場上所定の位置に設置する事困難なりしに基因する。

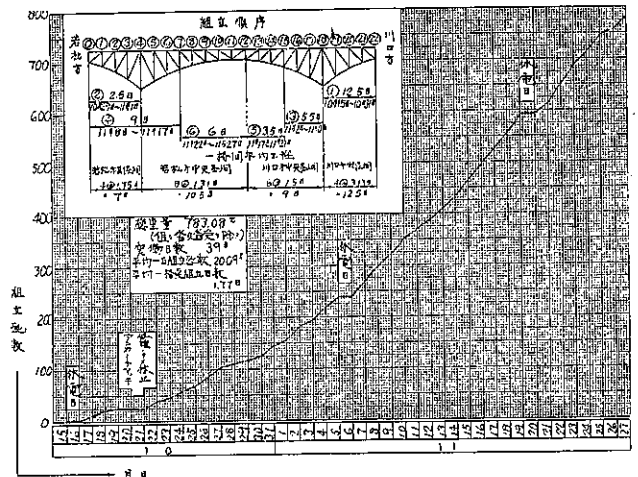
設計が組立に好都合であつたと思考される點は：

- (1°) 上弦材、下弦材共に各弦材の取付部が垂直材の取付部を離れてみた點
 - (2°) $L_2(L_{19})$ 部橢圓ピン孔を巧妙に利用せる點
 - (3°) $L_0(L_{22})$ 部に取付けられたアンカジーヤッキの操作簡單にして圓滑なりし點
- 等が特記される。

部材中 2 本繼のもの陸上にて繼ぎ合せ送り出した。之はクリアランスある限り實行する方便利であり又、それだけのクリアランスを取る様ケーブルを張立てるを妥當ならんと思考す。

上弦材と下弦材は各、の間隔異なる故、2 本吊とする部材が非常に多く、斯かる場合にはホイストドラムの廻轉數

圖-24. 第一只見川橋梁組立工程表(沓及沓受を除く)



は一致せるものを使用する便利である。

組立中の垂直撓度は常に之を觀測し、萬一狂ひを生ずる様な事あれば補正せんとしたが、觀測の結果はよく計算の結果と一致し、寧ろ本架設法がステープルであるとの確信を得たのである。勿論此の狂ひの來なかつた原因として、桁製作技術の正確であつた事を忘却する事は出来ない。

架設中は又 lateral shift なき様常にトランシットを以て觀測したが結果は 圖-25 に示す如く至つて良好であつて、途中整正の要を認めなかつた。

迫め 11 月 27 日午前中に L_{11} 、 U_{11} 迄の架設を終り、午後よりアンカージャッキを左右對稱に操作してカンチレバーの儘 L_{11} 、 U_{11} 點を僅か 2 時間にして同時に結合する事が出来た。凡て前述せる處の

ものは、唯此の一瞬の精華の爲めに成されたものであるが、見事に完成せる事は關係者一同の感激であつた。此の迫めの進行中若松方川口方の L_{11} 間、 U_{11} 間の弦材の擴きの縮小する状態を實測し、計算値と比較せる處結果は 圖-27 に見る如くよく一致してゐたのであつて、此の事からも架設が如何に圓滑に行つたかの實蹟となると思考するものである。

上弦材 U_{11}' の中心線に對する擴きを y 、下弦格點 L_{11}' の中心線に對する擴きを x とせば

$$y = \frac{l}{2} - L_4 U_{11}' \cos(\beta + \theta) \dots\dots\dots (1)$$

$$x = \frac{l}{2} - L_4 L_{11}' \cos(\alpha + \theta) \dots\dots\dots (2)$$

然るに $L_4 U_{11}' \cos \beta = L_4 U_{11} \cos \beta = \frac{l}{2}$

即ち $L_4 U_{11}' = \frac{l}{2 \cos \beta}$

又 $L_4 L_{11}' = \frac{l}{2 \cos \alpha}$

仍つて

$$y = \frac{l}{2} \{ (1 - \cos \theta) + \text{tg } \beta \sin \theta \} \dots\dots\dots (1')$$

$$x = \frac{l}{2} \{ (1 - \cos \theta) + \text{tg } \alpha \sin \theta \} \dots\dots\dots (2')$$

兩式より θ を消去すれば

$$x^2 \sec^2 \beta + y^2 \sec^2 \alpha - 2xy(1 + \text{tg } \alpha \text{tg } \beta) = l(\text{tg } \alpha - \text{tg } \beta)(y \text{tg } \alpha - x \text{tg } \beta) \dots\dots\dots (3)$$

これは x 、 y に關する二次式なるが迫めが近づけば、 θ は小となるから (3) 式に於て $\cos \theta \approx 1$ とすれば

$$y = \frac{l}{2} \text{tg } \beta \sin \theta \quad x = \frac{l}{2} \text{tg } \alpha \sin \theta \quad \therefore \quad \frac{y}{x} = \frac{\text{tg } \beta}{\text{tg } \alpha}$$

となり直線式となるべき也。

之に數値を代入すれば

$$y = 1.26 x$$

此の結果と實測の結果を 圖-27 に示す。

圖-25.

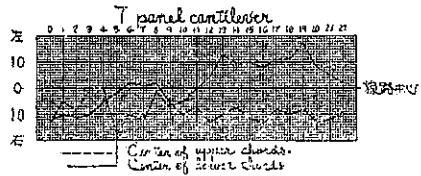
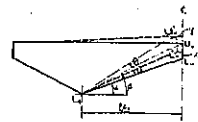


圖-26.



9. 鉸 鉄

本架設方法に於ては架設後の橋梁形式と架設中のそれと異なる故、架設中は全部ドリフトピン又はボルトを以てし、架設完成してからカンメるのが或は理想であるかも知れぬと思惟されたのであるが、工期を徒らに延ばす結果となるから鉸鉄も架設と併行して行つたのである。

工程表は圖-28に見る如く1日1臺平均約351本であつて、現在の技術に於ては能率悪い方であるが、之は此の工事が丁度降雨、降雪期に入つた事と時勢の然らしめた處である。

10. 塗 工

別に職人を備はず地方に於て多少経験ある人夫を便役し、冬季を避け塗工のみは翌年に廻したのである。塗工平米當り所要量は表-3の如し。

之よりさき、架設完成後通り各格點高低に關する測量を行つた處圖-29に見る如く、極めて良好な結果を得たのである。

表-3.

	ガルバー (kg)	煮亞麻仁油 (l)	ドライアー (kg)	緑ペイント (kg)
下塗	0.230			
中塗		0.039	適量	0.067
上塗		0.024	〃	0.035

圖-29. 通り検測結果圖

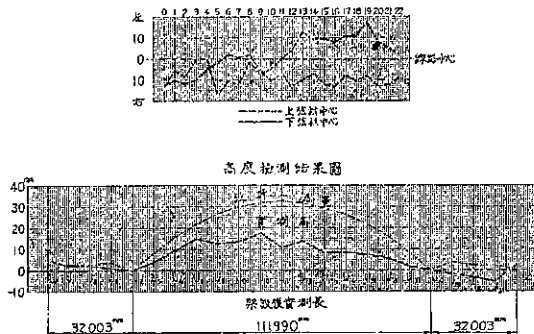


圖-27. 追めに於ける兩弦材接近状態記録

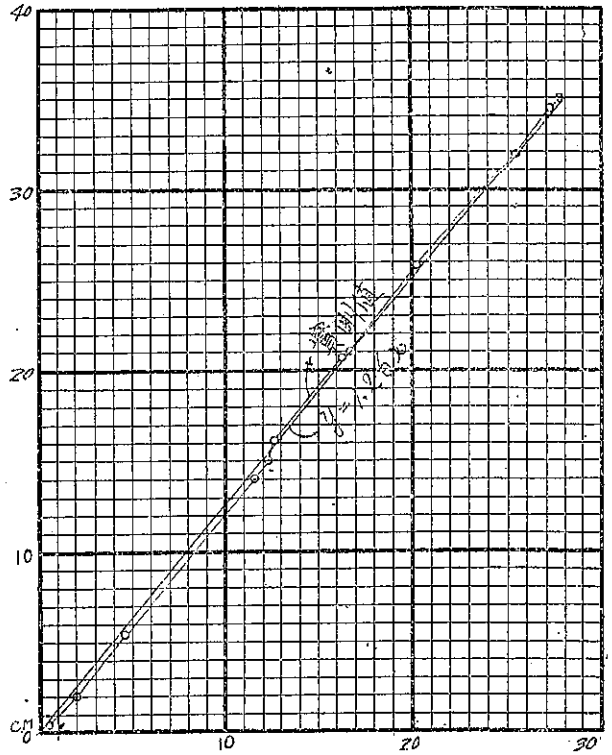
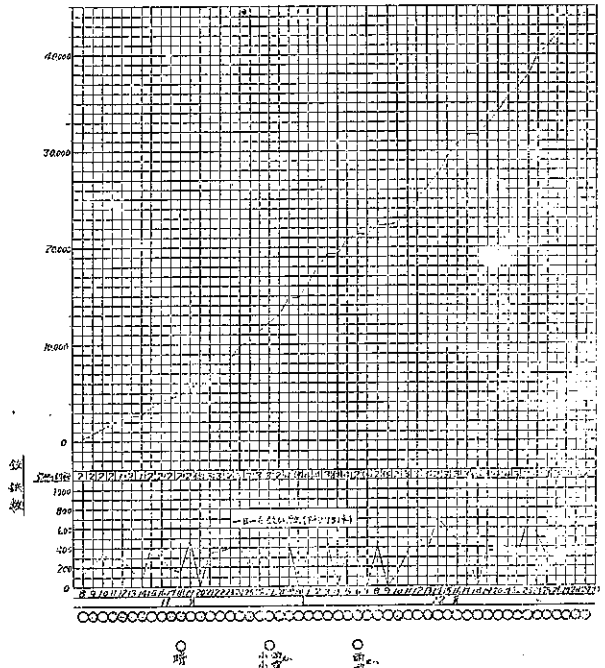


圖-28. 鉸鉄工程表



11. 架設法に關する當事者としての意見

以上記載せる如く本法の如きケーブルエレクションは幾多の利點を有し、危險性少なきものなる故、將來構造物の型式、架設法、地理的乃至地形的條件を考慮して採用して可なる工法であると確信する次第である。

12. 工 事 費

最後に本工事に要せし、材料費工事費を掲載し、本報告を結ばん。

圖-30.

架設工事總金額(295 716 359圓)内譯書

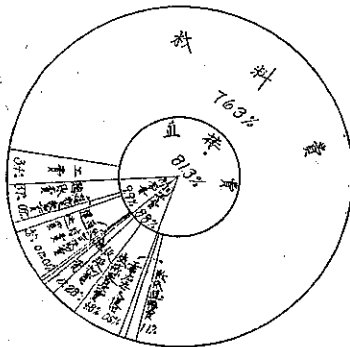
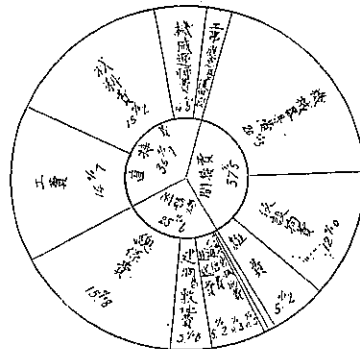


圖-31.

架設工事金額(桁代及桁運賃を除く)内譯書
金額 69 313 011 圓, 1ton 當り 84,909 圓



種 別	所要金額 (圓)	比率 (%)	備 考
工 費	10 153.652	3.4	
材 料 費	225 313.430	76.3	桁代を含む
機械運轉費	3 332.619	1.1	
工事應急及 復舊費	1 535.138	0.5	
小 計	240 334.839	81.3	
機械器具費	14 060.723	4.8	償却費据付 撤去費共
假設物費	8 310.493	2.8	工費材料費共
雜 費	3 635.698	1.3	測量跡片付 其他
小 計	26 006.914	8.8	
災害扶助費	352.870	0.1	
通 信 費	200.000	0.1	
運 送 費	15 242.270	5.1	桁運賃を含 む
建物及敷地 費	2 599.106	0.9	
總 係 費	10 980.360	3.7	
小 計	29 374.606	9.9	
合 計	295 716.359	100	

種 別	所要金額 (圓)	1t當り金額/總重量 (圓) (316,322)	比率 (%)	備 考
工 費	10 153.652	12.438	14.7	
材 料 費	20 529.397	12.809	15.2	桁代を含まず
機械運轉費	3 332.619	4.062	4.8	
工事應急及 復舊費	1 535.138	1.881	2.2	
小 計	25 539.716	31.309	36.9	
機械器具費	14 060.723	17.225	20.3	償却費据付 撤去費共
假設物費	8 310.493	10.189	12.0	工費材料費共
雜 費	3 635.698	4.454	5.2	測量跡片付其 他
小 計	26,006.914	31.859	37.5	
災害扶助料	352.870	0.432	0.5	
通 信 費	200.000	0.245	0.3	
運 送 費	3 628.045	4.438	5.2	桁運賃を含 まず
建物及敷 地費	2 599.106	3.184	3.8	
總 計 費	10 980.360	13.451	15.8	
小 計	17 755.881	21.750	25.6	
合 計	69 313.011	84.909	100.0	

表-4. 鐵桁架設工事費分類表

	種 別	分 類	記 號	工 費 (圓)	材 料 費	計 (圓)	記 事	
直 接 費	工費及材料費	鐵桁組立	1	4 302.738		4 302.738		
		鐵桁架設用材料	2		4 884.430	4 884.430		
		桁 代	3			214 784.123	214 784.123	
		鐵桁鉸鉸	4	3 951.452	3 831.652	7 783.104		
		鐵桁塗工	5	1 899.462	1 813.225	3 712.687		
	機械運轉費	6				3 332.619		
	工事應急及復舊費	7	1 113.204		421.934	1 535.138		
	小 計					240 234.830		
間 接 費	機械器具費	償 却 費	S ₁			4 318.040		
		"	S ₂			394.330		
	假設物費	据付及撤去	9			9 348.353		
		材 料	10			4 904.383		
	雜 費	構 成 及 撤 去	11			3 406.110		
			12	2 669.080		966 618	3 635.698	
	小 計					26 006.914		
附 帶 費	災害扶助費		13			352 870		
	通 信 費		14			200.000		
	運 送 費	桁 運 賃	15			11 619.225		
		諸材料運送費	16			3 623.045		
	建物及敷地費	建 物	17			2 226.411		
		敷 地	18			372.695		
	總 係 費	職 員	19			10 918.320		
		雜 備 品 償 却	20			62.040		
	小 計					29 374.604		
合 計						295 716.353		