

# 論 說 報 告

第 23 卷 第 9 號 昭和 12 年 9 月

## 日ノ影線網ノ瀨拱橋工事に就て

會員 椋 本 修 造\*

會員 吉 田 朝 次 郎\*\*

### One Method of Construction of Reinforced Concrete Arch Bridge, applied to Tunanose Railway Bridge

By Syûzô Mukumoto, C. E., Member.

Tomozirô Yosida, C. E., Member.

#### 要 旨

本文は鉄筋コンクリート拱橋の施工法として従来採用せられた方法に依らず、吊索及鉄製假枠を用ひて、試験的に施工した日ノ影線網ノ瀨拱橋の工事概況及工費に就て述べたものである。

#### 1. 緒 言

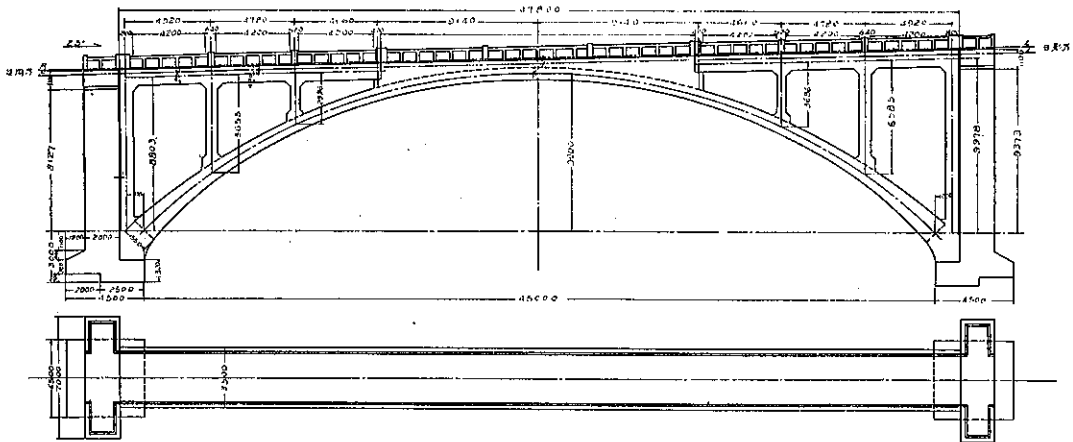
コンクリート拱橋の施工法は地形、地質其他諸種の條件に依つて多種多様であるが、架橋用假設構造物の費用が其の總工費の重要なる部分を占むる事を考ふれば、深基なる比較考究の結果決定さるべきものである。

今鋼橋の cantilever erection の如く、起拱點より順次拱環を突出させて拱頂を連結させ、此の上に床版を施工する事が可能であり、且安全に遂行し得るものとすれば、拱架費の節約或は traffic の關係上、コンクリート拱橋の施工法として比較検討する價值を有するものと信じ、日ノ影線網ノ瀨拱橋に於て試験的に施工したものである。

#### 2. 架設地點の概況

日ノ影線網ノ瀨拱橋は、宮崎縣の北部五ヶ瀬川北岸に沿ふ總延長 418 m の棧道連続拱橋で、此の中、支流網ノ

圖-1. 拱 橋 一 般 圖



\* 鉄道技師 工学士 鉄道省熊本建設事務所勤務

\*\* // // 鉄道省下關改良事務所勤務

瀬川横断箇所に架設せられた径間 45 m の鉄筋コンクリート拱橋に就て述べんとするのである。此の拱橋は縣道に架せられた同型の拱橋と並行し、附近は古生層に屬する堅岩露出し、浸蝕著しく、所々に断崖を形成して居る。架橋地點は、縣道と五ヶ瀬川に挟まれた狭隘地で、平時水深 5 m、最大洪水位は平水位上 14 m に及ぶ。即ち拱架に依る事は流水に妨げられ、可成の工費を計上しなければならぬ。

図-2. 径間 45 m 拱橋圖

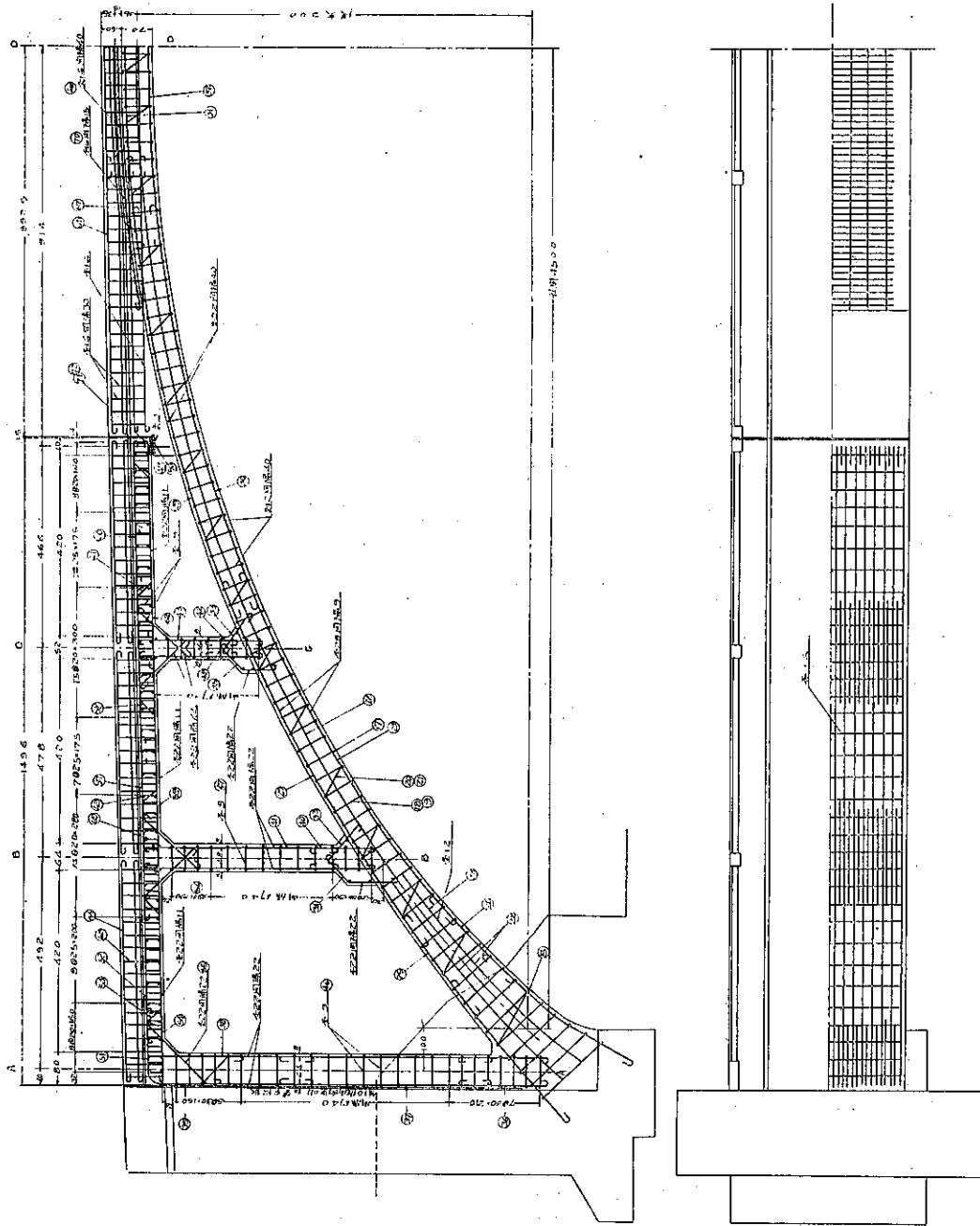
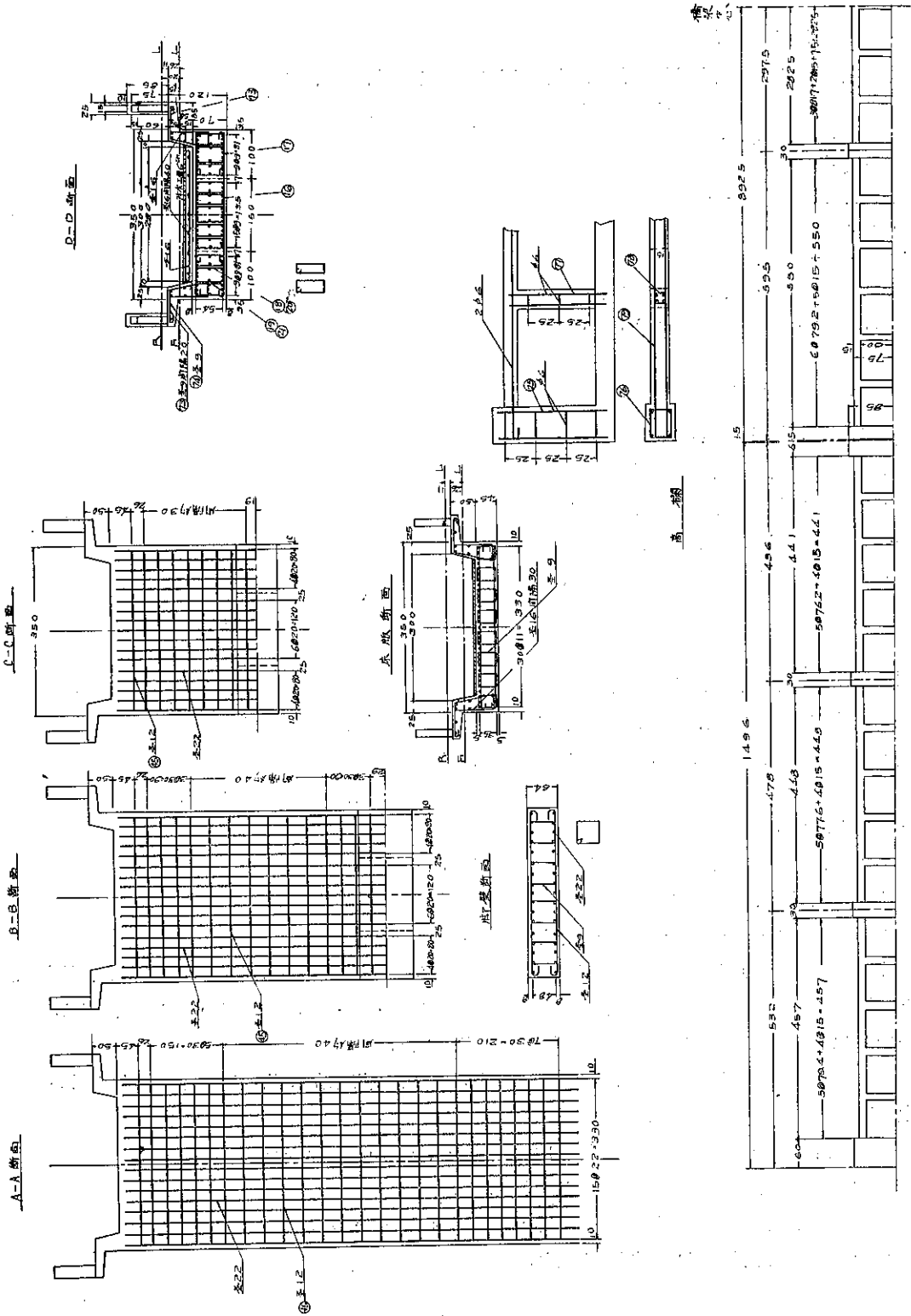


図-3. 詳細図



### 3. 設計要旨

本拱橋の設計は鉄道省大臣官房研究所に依つたもので、其の要旨を掲ぐれば次の様である。

型式：	Open spandrel reinforced concrete hingeless arch		
径間：	45 m		
拱矢：	9 m		
動荷重：	KS-15		
拱軸線形状：	Transformed catenary		
拱環幅：	350 cm		
拱環厚：	拱頂 70 cm, 起拱點 155 cm		
許容応力：	コンクリートの許容曲げ圧縮応力	拱環 80 kg/cm <sup>2</sup>	其他 55 kg/cm <sup>2</sup>

### 4. 施工計畫大要

本拱橋に於て採用した施工計畫の大要を順擧すれば次の如きものである。

- (1) 兩岸に近い起拱部附近は地上に足場を組立て、此の上に施工する。
- (2) 前述の拱の一部に絞の設備をなし、爾後施工中の拱軸の位置整正及施工荷重に依る曲げ廻転を円滑に行はしめ、且つ施工応力の作用點を明瞭ならしめる。
- (3) 拱橋基礎上の橋脚に鉄塔を建込み、控索を他の既設橋脚の基礎に碇着せしめる。鉄塔の下部は鉸構造とし控索は伸縮調節の爲トグル及ターンバックルを設備し、鉄塔の傾きを加減し得る様にする。
- (4) 兩鉄塔間に運搬索を架け渡し、材料の運搬に供する。
- (5) 第 1 項の拱の先端を鉄塔頂より吊る。吊索は伸張を加減する爲にターンバックルを挿入する。
- (6) 別に準備した假枠を前項拱に碇着せしめ、其の大部分を前方に突出させる。
- (7) 假枠中に型枠を組立て、コンクリートを填充する。
- (8) コンクリートの硬化を待ち、其の先端を鉄塔より吊り、假枠を前方に移動し、第 6 項の如くコンクリートに碇着させる。
- (9) 以下同様の方法で兩岸より順次に施工を繰返へす。
- (10) 拱頂は拱軸を整正してから、temporary hinge を作り連続させる。
- (11) コンクリート硬化後、假枠及吊索を撤去する。

以上にて拱は 1 時 three hinged arch になつた譯である。本工事に於ては、假枠及吊索其他假設物の關係上、拱環施工幅は全幅 350 cm 中の中央部 150 cm を先づ上記の cantilever erection として完成させ、兩側各 100 cm は中央拱を基として、之に吊足場を作り其上に施工した。即ち

- (12) 中央拱完成後、豫め此の下面に埋め込んだボルトに横桁を吊り、此の上に型枠を組立て、施工応力を考慮して兩側拱を分割施工する。
- (13) 拱頂の temporary hinge を填充して、拱を一先づ two hinged arch にする。
- (15) 脚壁は拱の施工応力を考慮して順次施工する。
- (15) 起拱點附近の兩側絞を填充して、拱を hingeless arch とする。
- (16) 床版、手摺を施工し、防水工を施す。

5. 架設用材料の準備

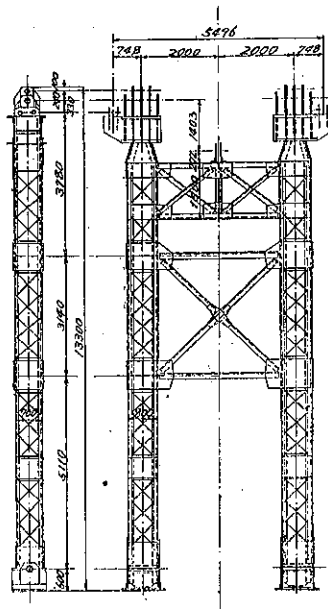
cantilever として施工するコンクリート量は工期及假構造物の大いさを左右する。本工事では出来るだけ再用品を使用する事とし、cantilever としての施工幅を前述の如く中央部 150 cm とし、拱軸長を考慮し 5 回に分割し、1 日施工長を約 4 m とした。

上記に基き準備した主要架設材料は次の如きものである。

(1) 鉄 塔

鉄塔は再用品を使用する事とした。即ち古品の塔頂を改造して吊索 5 本を取付けられる様にした。使用高さ約 13 m, 4 個の山形鋼より成り、下部は鉸構造である。

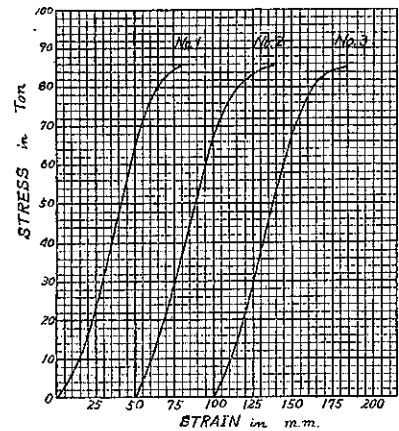
図-4. 鉄 塔



(2) 吊索及控索

吊索及控索には再用品を使用出来る事と施工の容易な事から、径 40 mm のシノサイ式鋼索を用ふる事とし、鋼索の缺點たる伸張に對しては鉸にて補ふ事とした。再用品を使用した關係上、施工に先だち試験を行つた結果、破断力は約 85 t であつた。

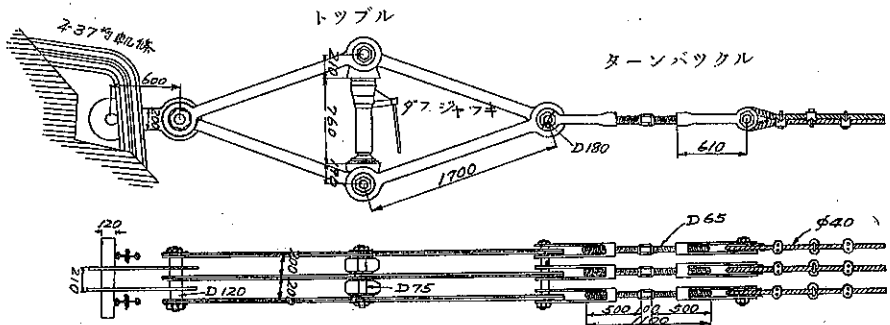
図-5. 鋼索試験表



(3) トッグル及ターンバックル

控索には夫々トッグルを挿入して位置の整正をなさしめた。之は腕の長さ 170 cm, 50 t のダフジヤッキに依つて伸縮せしめ控索最大短縮長は 21 cm である。控索及吊索には各 1 個のターンバックルを取付ける事とした。ターンバックルは径 65 mm, 縮代 80 cm である。

図-6. トッグル及ターンバックル

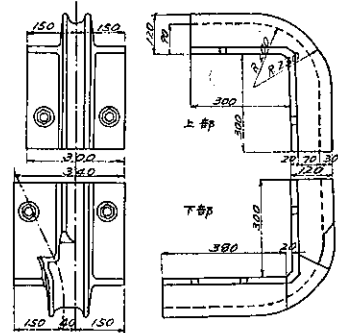


トッグル及びターンバックルは何れも再用品を使用した。



ンバックルに取付ける事とした。鑄鉄のバックリング金物は外面に半径120 cm の曲面溝を作つて鋼索を lead させ下部の金物は吊索の方向に溝を開放させて隅の無理を減少せしめた。

図-9. 鑄鉄製バックリング



6. 施 工

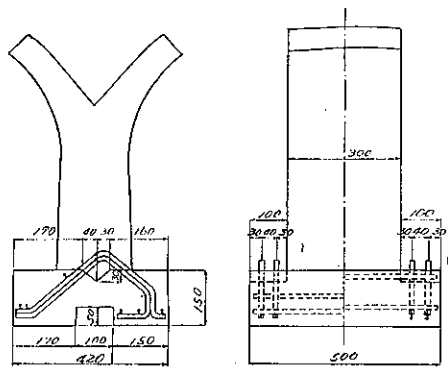
本拱橋は試験的の施工である爲、前後の請負工事より切離して直營工事とし、特殊作業以外は部分請負に附した。

準備工事着手は昭和 11 年 7 月 20 日、竣工は昭和 12 年 3 月 7 日である。

(1) 準備工事

Approach span の工事進捗に伴つて準備工事の第 1 に控索の anchor に豫定した橋脚の基礎に 37 kg 軌條を埋め込んだ。次に径間 45 m の拱の基礎及此の上の橋脚の施工後、之に鉄塔を建てた。鉄塔下部の鉸は楔を入れて一時廻転を防止し、兩鉄塔頂と anchor との間に控索を張り、トッグル及ターンバックルを取付けたのである。控索は各 3 本を用ひた。次に兩鉄塔間に 3 條の運搬索を張り渡した。吊索は豫め 1 端のみを鉄塔頂に取付け他端は塔下に集め施工の進捗に従ひ順次コンクリートに取付ける事にした。尙拱の形狀及鉄筋の加工を正しくする爲、現寸を引き型拵据付其の他の便に供した。

図-10. 控索アンカーの図



(2) 拱コンクリート工

拱コンクリートの施工順序は図-11 に示す様に分割した、

a) 起拱部附近の拱コンクリート工： 以上の準備作業と共に拱は基礎に接続した起拱部附近の拱を地上の足場の上に施工した。此の時起拱點より拱軸に沿ひ 150 cm の點に鑄鉄鉸を据付けた、此の鉸は以後の拱環施工に當り、吊索の伸びに對して鉸の廻転に依り、既に出來上つた拱に生じる応力及変形を小にし、且拱軸の整正を容易ならしむるもので、各側に夫々 4 個を並列し、上越角を約 3 度保たせた。此の部分の拱は全幅 3.5 m を同時に施工し、先端 ② の部分のみは假拵取付の關係上 1.5 m にした。

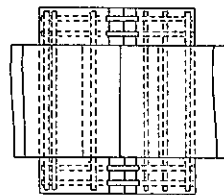
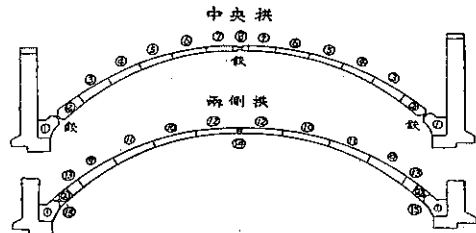


図-11. 拱コンクリート施工分割圖



b) 中央拱コンクリート工： 此の部分は即ち cantilever 工法に依る本工事主体部である。前述の拱が硬化すると、其の先端の 4 隅に金物バックリングを當て、径 40 mm の鋼索を以てコンクリートを圍繞し、其の兩端にターンバックルを取付け、豫め鉄塔頂に吊つた吊索にて之を吊り、クリップ 7 個で緊結した後ターンバックルを左右平等に締めて、

コンクリートの先端が少しく持上げる程度にした。斯くてコンクリートが全く塔頂より吊られると假拵を取付けた。

即ちコンクリートの下面に埋め込んだ径 25 mm の 4 個のボルトに横桁を吊り、假枠の 1 片 ④ を此の上に据え、上部の横桁を取付け、之等横桁とコンクリートの間に檜材のバックングを挿入して礎着部を作つたのである。次に他の假枠の 2 片 ③ 及 ② を豫め連結した儘運搬し ④ の先端に取付け、③ ② の下側の横桁其の他の部材を取

図-12, 施工一般図

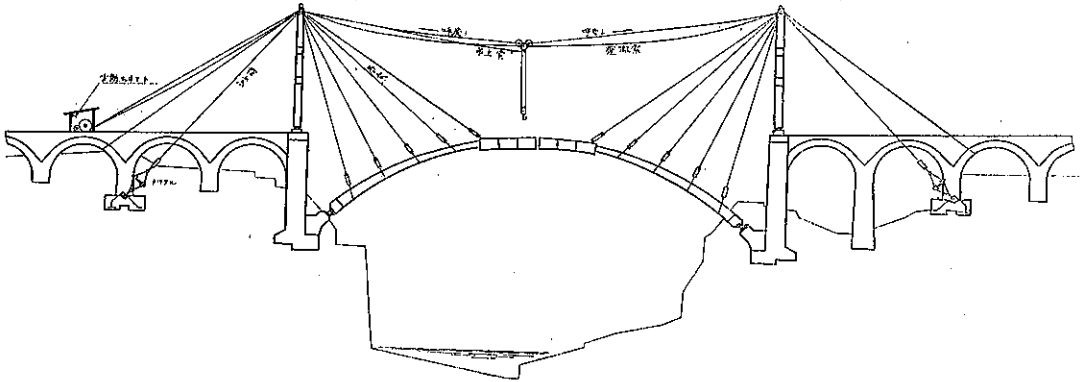
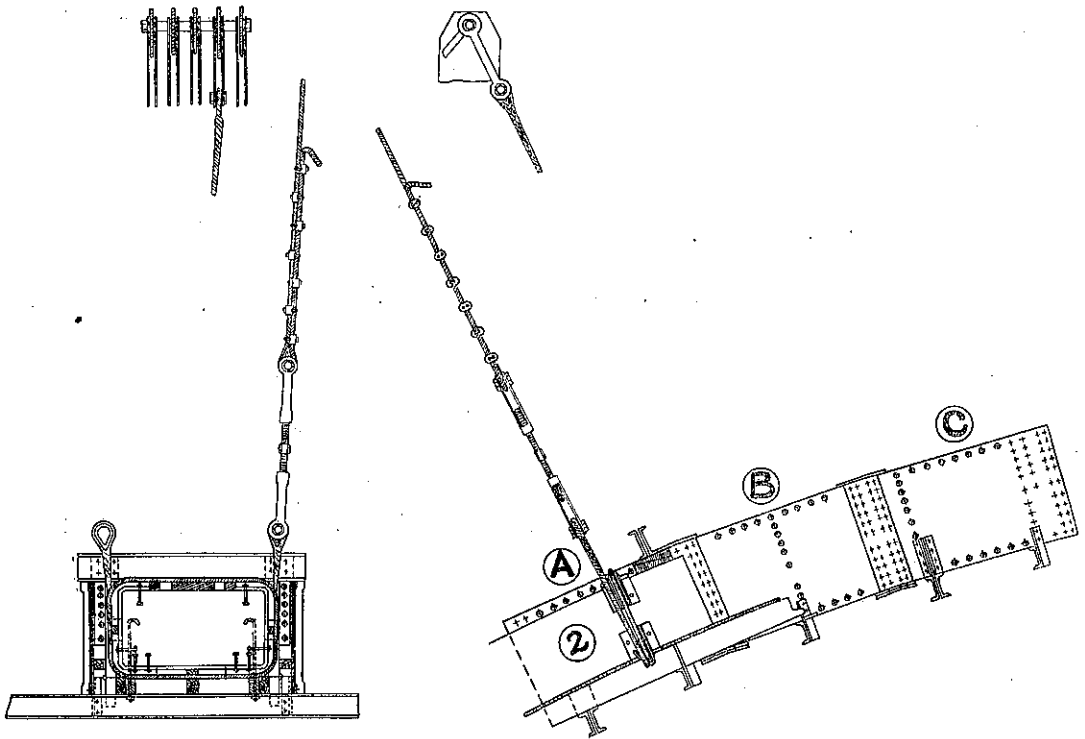


図-13. 吊索假枠取付け図



付けた。假枠の取付けが済むと位置を修正した。之には鉸の上越角に相當する相對位置に對し、施工中の deflection を査定し、先端の相對上越量を約 2 cm とした。修正は横桁とコンクリート間の檜材バックングの加減に依り、尙細部の修正は假枠内の型枠に依らしめた。





図-18. 工事中の網ノ瀬批橋全望 (中央大径間は縣道橋)

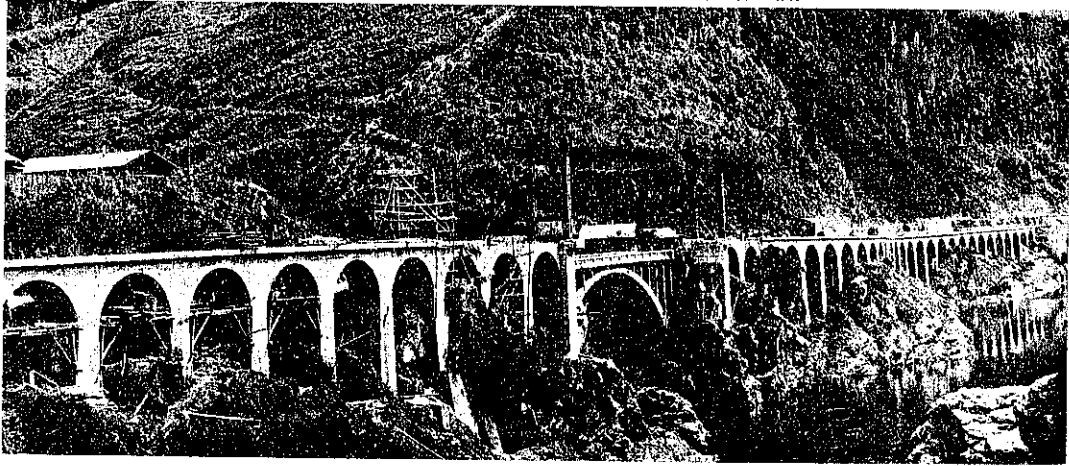


図-19. 起拱點側鉸据付

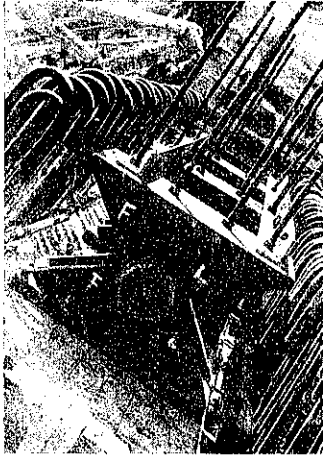


図-20. 第1吊索取付



図-21. 假棒取付-1.

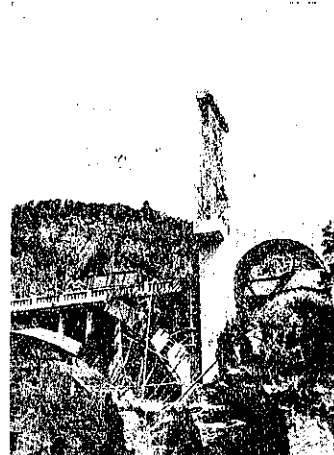


図-22. 假棒取付-2.

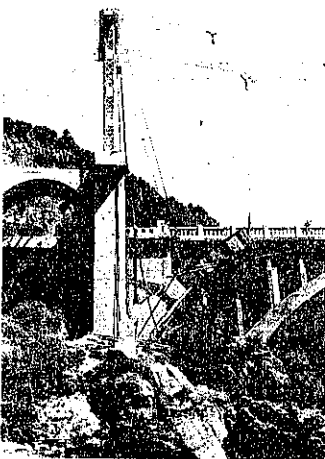


図-23. 假棒取付-3.

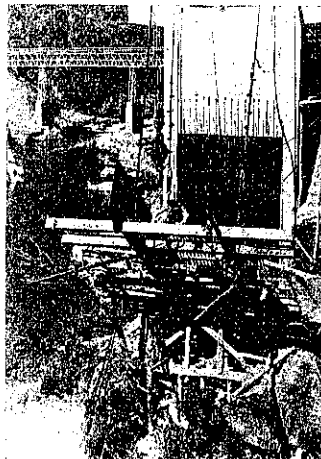


図-24. 中央拱鉄筋組立

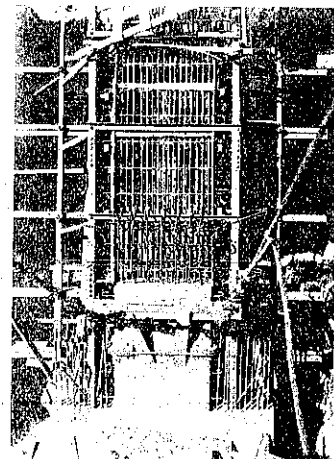


図-25. 中央拱施工

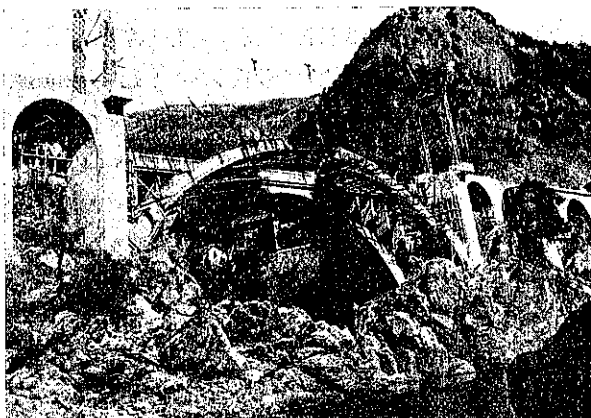


図-26. 最後の假枠送込

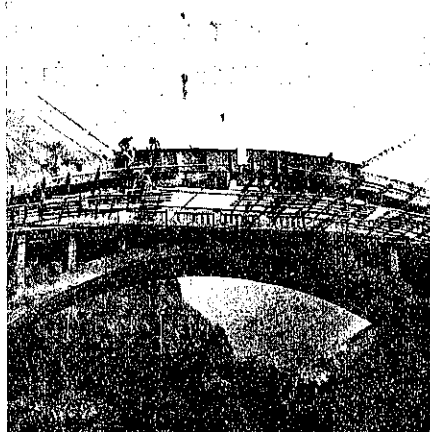


図-27. 中央拱施工-1.

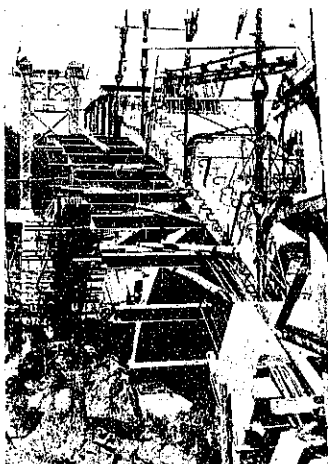


図-28. 拱頂鉸鉄筋組立

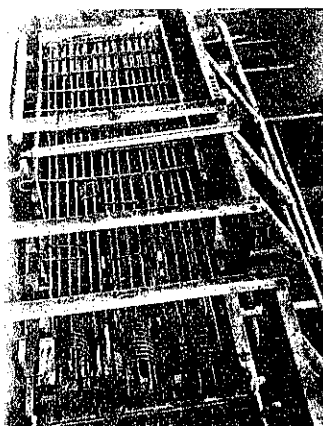


図-29. 両側拱鉄筋組立

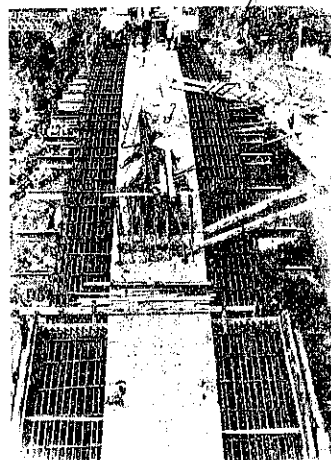


図-30 中央拱完成 (三鉸拱)

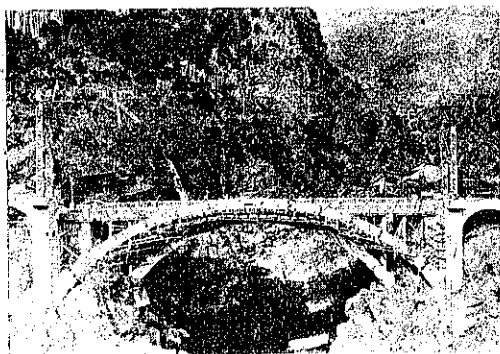
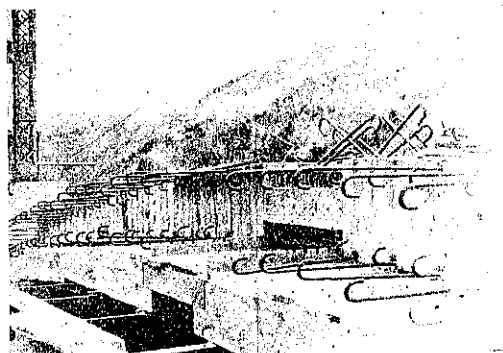


図-31. 拱頂鉸と両側拱型枠組立



7. 工期及工費

本工事は特殊工事として前後の請負工事と分割施工する事としたが、人夫材料其の他の關係上直營工事として施工し、特殊作業以外は部分請負に附した。工事は直營及請負共殆んど同一人夫を使役するのと竣工期は軌道工事に束縛されなかつたので工事の工程は左程急がなかつた。着工は昭和 11. 7. 20, 竣工は昭和 12. 3. 7 即ち工期約 8 ヶ月を要して居る。着手以來安全且順調に進捗し、事故も惹起せず、死傷者も皆無であつたのは幸であつた。

工費は本工事決算 30 104.105 円。即ち延長 1 m 當り約 630 円である。普通工法に依つた場合との比較は實施前の比較豫算に依る外はないが大約等しいか或は夫れ以下と考慮せられる。尙本施工法は更に検討をなして施工すれば、拱橋施工法の 1 つとして考慮すべき餘地を多々存するものと思惟し、諸彦の参考に資して欄筆する。

工事數量

工 事 種 類	稱 呼	數 量	記 事
根 掘	m <sup>3</sup>	36.0	
拱 鉄 筋 コ ン ク リ ー ト	〃	170.8	鉄 筋 量 32.6 t
脚 壁 及 床 版 コ ン ク リ ー ト	〃	192.8	鉄 筋 量 19.2〃
防 水 工	m <sup>2</sup>	133.8	

主なる工事に用機具及物品

種 別	數 量	種 別	數 量
鉄 塔	1 組	鋸桁假杵	1 組
電動ホイスト 20 H.P.	1 組	鋼索 径 40 mm	1 140 m
ウインチ	2 個	鋼索 上記以外	2 150 m.
トッグル	4 組	鑄鉄鉸	8 個
ターンバックル 径 65 mm	32 個	取付金物パッキング	10 組
バイブレーター (電動) N.K.S. $\frac{1}{6}$ H.P.	2 個		

工 費 (30 104.105 円)

直營工事費 (8516.910 円)

名 稱	數 量	金 額	記 事
備 人 給 料	延人員 181	327 700	自昭和 11 年 9 月 至昭和 12 年 1 月
旅 費	延日數 385	190 750	
人 夫 賃	延人員 1 446	2 525 400	
電 力 設 備 費		184 000	
動 力 費		290 440	
物 品 代		3 525 790	
鉄 塔 改 良 費		1 438 000	
備 船 費		34 830	

部分請負工事費 18516.040 円

工 事 種 類	数 量	単 價	金 額	記 事
根 掘	m <sup>3</sup> 36.0	5200	151200	
拱鉄筋 コンクリート 甲	〃 52.6	56200	2956120	支給品を除く
〃 乙	〃 44.6	66400	2961440	〃
〃 丙	〃 73.6	55000	4048000	〃
サ ツ マ 網	個所 52.0	6300	327600	〃
脚壁及床版コンクリート	m <sup>3</sup> 192.8	40200	7750560	〃
防水工	m <sup>2</sup> 133.8	2400	321120	〃

支給品 3071.155 円

普通セメント 1750 袋 1677.835 円

早強セメント 1366 袋 1393.320 円

本工事決算外

鉄製假枠製作費 3200 円

運送費(汽車輸送を除く) 約 450 円