

六方沢橋工事報告

Construction Report of Roppouzawa Bridge

枝 典 郎*
Fumio EDA

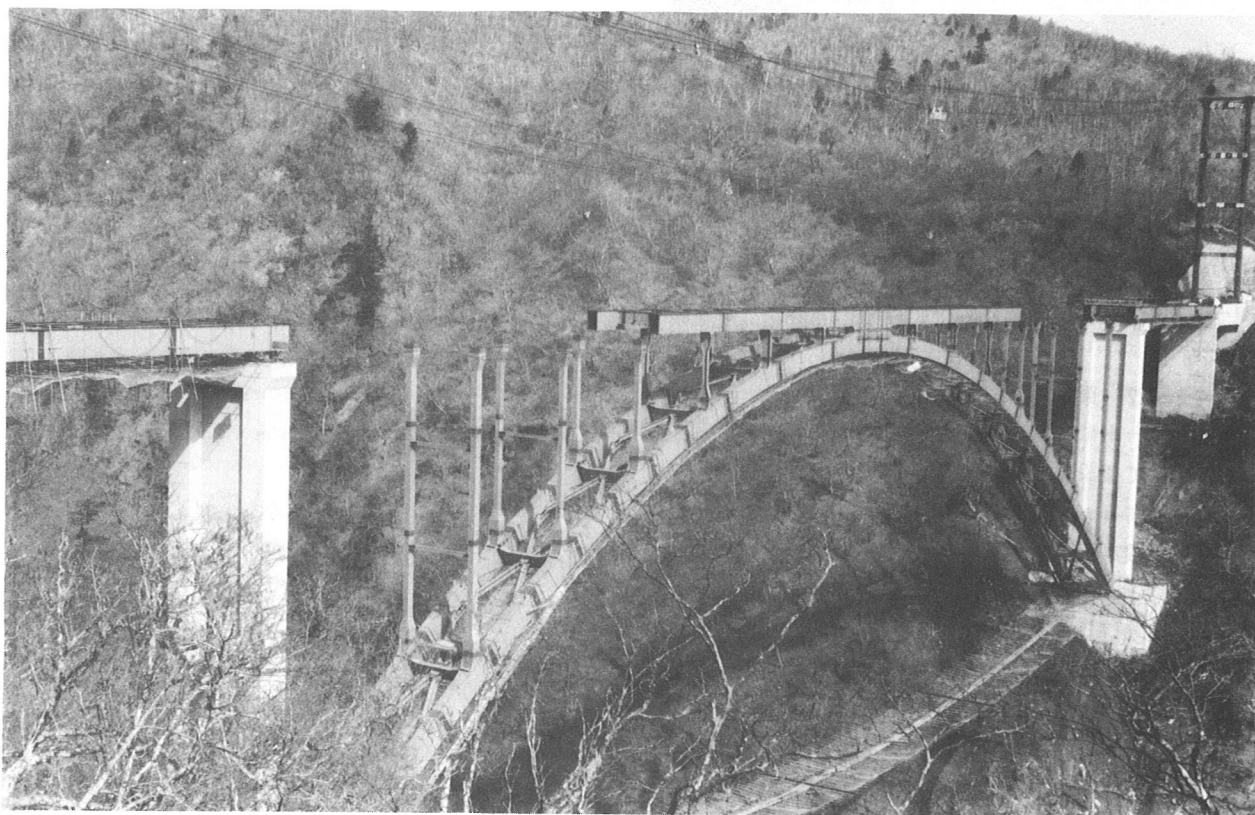


写真-1

1. まえがき

六方沢橋は日光国立公園指定区域内の特別保護区の中に位置し、日光～川治～鬼怒川を結ぶ観光周遊ルートで、延長16.3kmの霧降高原有料道路の中程、標高1,500m地点の山岳に架設された、アーチスパン190mの逆ローゼ橋を主体とした、橋長290mの鋼道路橋である。当時、この型式の橋梁では東洋一と云われ、本橋の計画に当り、国立公園内の自然景観にマッチするよう考慮された。この橋の完成により、裏日光の観光はもとより、産業の発展にも大いに寄与するものとして、我々は大きな抱負と

責任を感じて作業に当たったものである。

現地は霧降高原の名で知られるように、濃霧と積雪の多い地帯で、冬期の工事は不可能なことから、工程上、架設の発注が、製作工期の翌年度になり、当社としての工期は、延3ケ年に及ぶ大工事となった。又、受注と同時に、学識経験者を中心に構成された技術委員会に出席を求められ、参考意見と各種の報告を行なった。

記録映画の撮影も工事の進捗につれて行なわれ、現場工事に幾多の困難があったが、無事、50年9月に、その完成を見た。以下、主なる経過を報告する。

* 川田建設株式会社工務部長大橋課課長

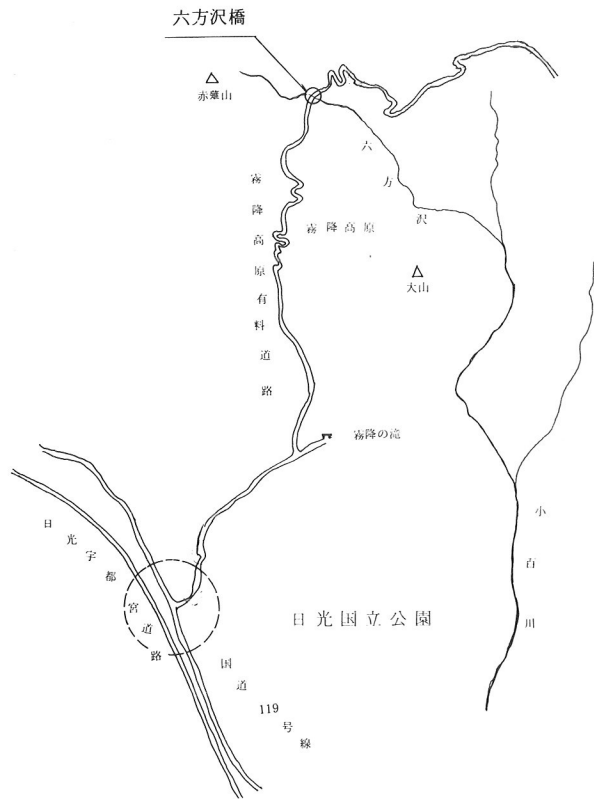


図-1 六方沢橋位置図

表-1 橋梁概要

場 所	栃木県今市市瀬尾字丸山日向
路 線 名	霧降高原有料道路（一般国道青柳日光線）
橋 格	一 等 橋 （TL-20）
型 式	逆 ロ - ゼ 橋
橋 長	290 m （44 ^m + 200 ^m + 44 ^m ）
拱 弦 支 間	190 m
幅 員	車 道 7 ^m ~ 9 ^m 歩 道 1.5 ^m × 2
縦 断 勾 配	主径間 1/1000 放物線側径間 1/500 直線
横 断 勾 配	車 道 2.0% 歩 道 1.5% 直線
鋼 重	1743.835 t
高 力 ボ ル ト	F11T M22 91.496 本
床 版	鉄筋コンクリート 厚さ 19 cm
舗 装	アスファルト 厚さ 車 道 10 cm 歩 道 5 cm
塗 装	29,122 m ²

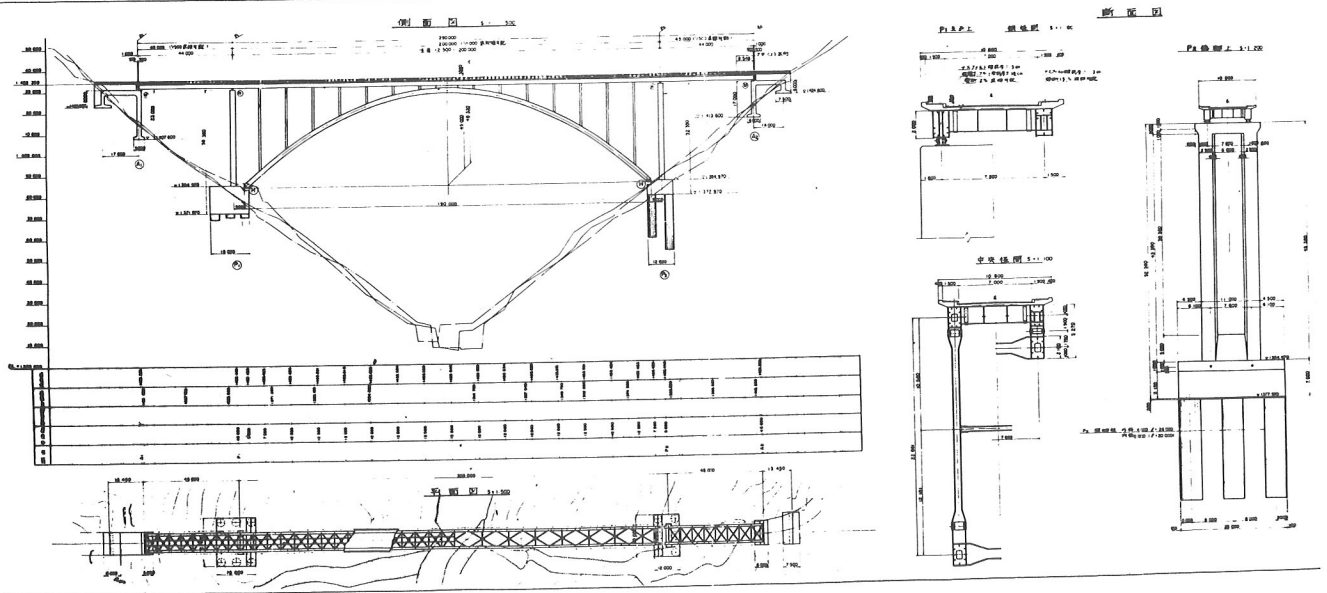


図-2

2. 工事概要

- 1) 路線名 県道青柳日光線
 2) 工事名 霧降高原有料道路橋梁工事
 3号橋(仮称六方沢橋)上部工
 3) 工事場所 栃木県今市市瀬尾字丸山日向
 4) 工事内容 詳細設計 一式
 工場製作 1,743,835 kg
 高力ボルト 91,496本
 床版コンクリート 880 m³
 鉄筋 178,228 kg
 舗装工 アスファルトコンクリート
 2,771 m³
 塗装工
 工場塗装
 内面 10,955 m²
 外面 13,114 m²
 現場塗装
 外面 15,053 m²

3. 工場製作

工場では、通常、現地の架設と同様に仮組立を行い、寸法、部材の取合い、孔のチェックなどを行うが、今回は逆ランガーのため、全体組立は不可能なので、部分組立としたため、特に精度と品質の保持に留意した。以下、主なるものを報告する。

3-1 製作工程

材料の手配から塗装まで、約8ヶ月間の工期のため、材料の入荷に合わせて部材の製作を行うことにした。横桁及び縦桁などはS S 41材を使用しているため、入荷も約1ヶ月半で入る見通しがついたので、第1回目の製作とし、続いて補剛桁、拱弦材の順で製作した。

表-1 工場製作工程表

(仮称)六方沢橋上部工工場製作					工 程 表		着 手 昭和48年7月2日		竣 工 昭和49年3月25日		昭和48年7月 日 調																																						
工 種	種 別	細 別	数 量	重 量																																													
					48年 7			8			9			10			11			12			49年 1			2			3																				
					10	20	31	10	20	31	10	20	31	10	20	31	10	20	31	10	20	31	10	20	28	10	20	31																					
					現寸。材料準備																																												
					詳細設計					現寸材料検査Ⅰ					横桁・縦桁・横構製作																																		
		横 桁 縦 桁			切断																																												
		主 桁 (Ⅰ)			現寸検査Ⅱ					主桁製作(Ⅰ)					仮組立					仮組立検査(Ⅰ)					工場塗装																								
					(主桁 アーチ支材、ストラット)					現寸材料準備					切断																																		
		主 桁 (Ⅲ)								主桁製作(Ⅲ)					仮組立					仮組立検査(Ⅲ)					工場塗装																								
										切断																																							
		アーチ(Ⅰ)													アーチ製作(Ⅰ)					仮組立					仮組立検査(Ⅰ)					工場塗装																			
		アーチ(Ⅲ)													アーチ製作(Ⅲ)					仮組立					仮組立検査(Ⅲ)					工場塗装																			
															切断																																		
		支 材 ストラット																		支材、ストラット製作					部材検査(Ⅴ)					工場塗装																			
																				切断																													

記録映画撮影日

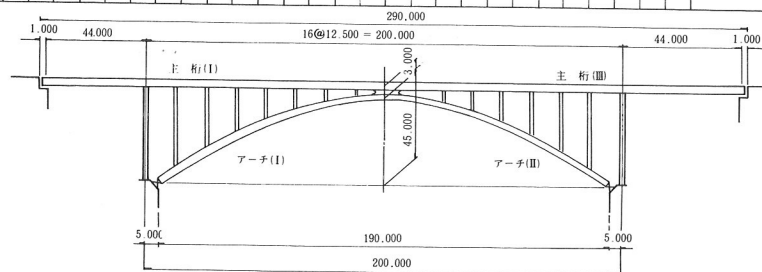


表-2 使用鋼材表

部 材 名	細 目	数 量
補剛ゲタ	(SS41)(SM41A)(SM41B) (SM50YB)(SM53B)(SM53C)	535,911t
横ゲタ	(SS41)	62,483t
縦ゲタ	(SS41)	61,728t
上横構	(SS41)	74,366t
拱弦	(SS41)(SM41A)(SM50YB)	626,746t
下横構材	(SS41)	92,357t
支柱	(SS41)(SM41A)	190,062t
排水装置	(SS41)	3,914t
検査路	(SS41)	31,846t
シュー	(SS41)	49,516t
アンカー フレーム	(SS41)(SM41A)	3,612t
シューカ バー	(SS41)	0.328t
伸縮継手	(SS41)(SM41C)	10,965t
使用鋼材 合計		1,743,835t
高力ボルト	(M 22)	91,496本

3-2 使用鋼材

上部工のうち、工場製作に使用した鋼材は(表-2)の通りである。

特に現地は寒冷地に当るため、発註先の要望もあって、衝撃試験を-40℃まで10℃毎に行い、材質の低温に対する影響をチェックした。

鋼材は新日本製鉄KKのものを使用し、ミルプライマーとした。

3-3 製作打合せ

大径間アーチ橋の部分組立及び平面組立は、すでにアメリカのブロードウェイ橋で経験済みであるので、当時問題になった事項を参考とし、今回の問題点を加味して製作要領の打合せを行った。主なるものは次の通りである。

- 1) 原寸図は発註先の要望と原寸場の長さの関係で、全長の $\frac{1}{2}$ を更に2分割して描く。
- 2) 拱弦材の原寸図は、全死荷重を考慮して作成し、工作図に単部材のキャンパー値及び対角寸法を記入する。又、組立時の確認のため2部材又は3部材を取付けたときの対角寸法及びキャンパー値を記入する。

- 3) スプライスの孔はすべてNCプログラミングする。
- 4) ウェブ及びフランジの接手孔はスプライスを当てて孔明する。
- 5) 拱弦材の支材取付用ガセットは、治具を作成し、孔明ける。
- 6) 拱弦材と補剛桁の取付孔はリーマー孔とする。その他の拱弦材の接手部は部材2本毎にリーマー孔とする。その他の部材はすべてフルサイズ孔とする。
- 7) 補剛桁は立体組立を行うが長さの関係で中央から2回に分けて組立する。従って、中央部材は対角、巾、鉛直度など、再現出来るよう記録する。
- 8) 拱弦材は、上流側と下流側と別個に平面組立を行う。現場架設は閉合部材の長さ調整を行わないので、頂冠部材も寸法通り組立てる。
- 9) 頂冠部材は補剛桁の中央部材でもあるため、補剛桁を解体後、拱弦材の組立に入る。
- 10) 拱弦材の支間の測定は、鋼巻尺で行うと同時に、現地測量に合せてレーザー光線による測定も併用する。
- 11) 支間の測定は、過去の経験から温度によって変化すると思われるので、日の出前に行く。
- 12) 拱弦材の横構、ラテラルの確認は、平面組立後、解体して、5ブロックに分けて立体組立を行い、間隔、対角、孔の取合などを確認する。

3-4 テープ合せ

業者から数本のテープを取寄せ、工場の基準テープとテープ合せを行い、合致するものを選んで工事現場用として購入した。又、張力は5kgとした。

3-5 加工

(1) 補剛桁

補剛桁のフランジ突出部の角変形を防止するため、あらかじめ、逆歪をつけ、溶接後、直角になるようにした。又、ダイヤフラムの補剛リブ関係については、単部材として個々に溶接し、歪取完了後、箱桁の組立を行った。

(2) 拱弦材

拱弦材の腹板は、工作図により野書を行い、切断後に対角寸法、反りのチェックを行った。ダイヤフラムは、補剛桁と同様、組付前に単部材溶接を行った。

3-6 溶 接

溶接棒は鋼種に合せ、溶接後のビードの美観も考慮して表-3の通り選定した。

表-3 溶接材料表

(イ) 手溶接の溶接棒

種 別	JIS規格	銘 柄	用 途	メーカ
軟鋼用被覆 アーク溶接棒	D 4301	B - 10	突合せ及すみ肉溶接	神鋼
	"	B - 17	"	"
高張力鋼用被覆 アーク溶接棒	D 5016	16L H	突合せ溶接	八幡
	D 5018	LTB-50	水平すみ肉溶接	神鋼
	D 5026	KS-78		川鉄
	D 5628	LB-52-28	下向き溶接	神鋼

(ロ) 自動溶接の溶接棒

鋼 材	銘 柄	メーカ	用 途
41.50K 鋼	(棒)(フラックス) YF-15 Y-D 12 × 150	日鉄溶接棒	すみ肉及突合せ溶接
58 K 鋼	"	"	"

溶接方法は自動溶接と手動溶接を併用し、主として、突合せ溶接部、箱桁外部及びI桁の隅間溶接部は自動溶接で行った。

3-7 仮組立

仮組立は補剛桁と拱弦材について行い、特に拱弦材は、現地組立を調整部材を設けずに行う関係上、温度による変化に重点を於いて施工した。又、支材とラテラルの一部については部材チェックのみとした。

(1) 補剛桁の組立

補剛桁は、工場内組立場の関係で、中央部材から対称に2回に分けて行い、中央部は1回目の組立が完了した後、解体して2回目の基準桁として再組立した。そのため、特に中央部材の組立時の対角、レベル、ピンの位置などをチェックし、復元精度を高めることに努力した。



写真-2 補剛桁の組立

(2) 拱弦材の組立

拱弦材は全長に亘って、上流側と下流側に分けて組立した。直射日光による桁の移動は打合せの時点で予想されたので、写真-1のような、支点の軌跡をとらえるトレース台を設け方眼紙に接写した。軌跡は、日によって異ったが、1時頃から13時頃が最大値を示し、最高37mm



写真-3 拱弦材の平面組立

の移動量を示した。左右各支点の軌跡量も5~10mm程度の差がみられたが、これは次の理由によるものと思われる。

- 1) 部材がアーチ型であり、直射日光の当る角度又は方向が異なる。
- 2) 仮組立時における部材の拘束（例えば、受台の摩擦、ピン及びボルトの締付など）が異なる。



写真-4 温度による軌跡調査(拱弦材)

(3) 拱弦材の測定

拱弦材の軌跡の状態は日によって異なるが、軌跡の形状

が左右の支点で、それぞれ同一傾向にあり、又、最底点も日によって移動はしているが、その移動差も少いことが確認されたので、パイロットピンの打込みを夜間作業とし、早朝4～6時迄を測定時刻として、3日間測定を実施した。

測定は支点間にピアノ線を緊張し、それにテープを5m間隔程度に吊下げる形をとった。現地の支間測定が、レーザー光線によるため、仮組立における測定もそれを併用することにした。レーザー光線による測定は昼間とし、テープによる測定も同時に行ったが、その測定差は70mm程度で、現地の架設に支障は無いものと判断した。

直射日光による移動量の寸法調整は、前記軌跡の量を差異とした。

(4) 拱弦材のストラット及びラテラル

拱弦材のストラットとラテラルの確認は、拱弦材を5ブロックに分けて、それぞれ立組を行い、孔の組立精度を確認した。

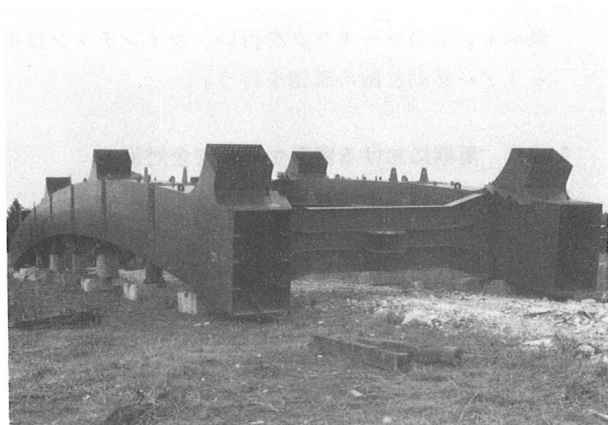


写真-5 拱弦材のブロック組立

3-8 工場塗装

架設工事の発注が、下部工及び架設時期の関係で50年度になるため、製品の工場保管は、約1ケ年になる見通しとなった。従って、塗装も長期保管に耐えるよう、工場塗装に耐候性塗料(MIO)が追加発注された。

主なる仕様は次の通りである。

1) 表面処理

鋼材表面処理(第1種ケレン)	表面粗度	50 μ
	プライマー	100 g/ m^2 以上

2) 外面

1層目	亜酸化鉛錆止ペイント(JIS 5623)	
	1種	140 g/ m^2 以上
2層目	(同上)	2種
		140 g/ m^2 以上
3層目	耐候性塗料	250 g/ m^2 以上

3) 箱桁内面

1層目	タールエポキシ樹脂塗料	200 g/ m^2 以上
2層目	タールエポキシ樹脂塗料	200 g/ m^2 以上
3層目	タールエポキシ樹脂塗料	200 g/ m^2 以上

塗料は大日本塗料(株)の製品を使用し、均等な膜厚が得られるよう、次の様な管理を行った。

- 1) 部材毎に塗装面積を概算し、使用量を割当てた。
- 2) 塗装後のウイット膜厚計によるチェック。
- 3) 乾燥後のケット微厚計によるチェック。

4. 架設地点の地形・気象

架設地点の地形は、V字型に切り込んだ高さ200mの渓谷より形成され、本橋完成時の路面より谷底迄の深さは、140mとなる。

霧降高原の名のごとく、年間の約半分は濃霧が発生し、夏期の雷、冬期の低温、風雪等、山岳特有の気象条件は、本橋架設工事の大きな障害となった。

5. 架設工法及び濃霧、雷に対する対策

5-1 架設工法

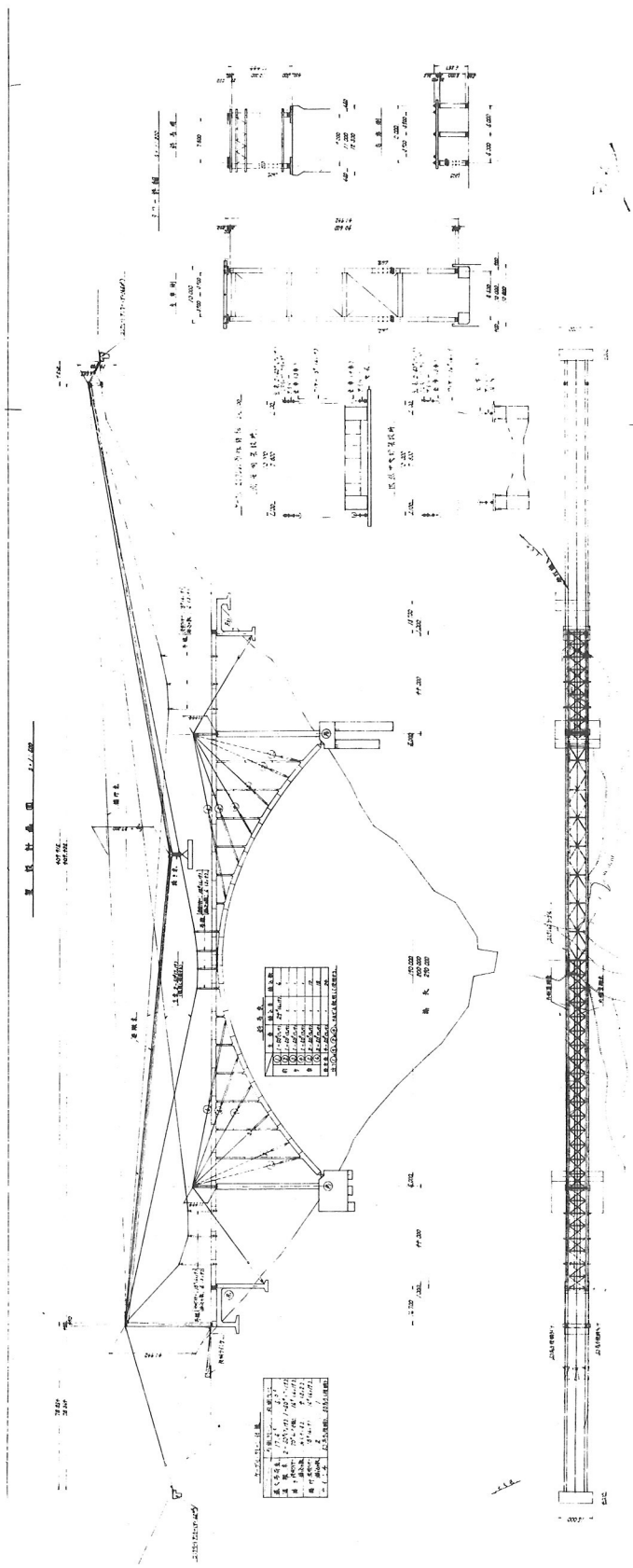
本橋の架設工法は、地形、橋種、経済性等、諸条件を検討の結果、部材運搬は、20t吊2条、5t吊1条のケーブルクレーンを設備する事とし、

主径間(逆ローゼアーチ部)	斜吊及直吊併用式
主径間補剛桁	垂直材取付による張出し式
側径間	直吊式

とし、ケーブルアンカーは、工程的な問題から、下部工作業と同時に行なわれた。

斜吊アンカーについては、経済性を考慮し、下部構造(両橋台基礎部)に埋設した。

アンカー及びケーブル等、設備作業は自然環境保全の立場から、自然破壊を最小限にするべく配慮を行い、撤去後は植樹、張芝等の修影緑化が行なわれた。



5-2 濃霧に対する安全対策

本橋の架設においては、霧の発生時における作業能力が、全体工程に大きな影響を与える。そこで、霧発生時においても安全に作業を続行出来る様、次の対策を行った。

- ケーブルクレーン運転合図は、有線 レシーバーを使用する。
- ケーブルスパン内、突起物（斜吊タワー等）には大型回転フォグランプを設置し、位置の明示を行う。
- ケーブルクレーン横行時には、規定した安全高さまで巻き上げてから横行を開始する。
- キャリアー、フック、及び吊荷に黄色灯を取り付け、移動位置の明示を行う。
- ケーブルスパン内に、ロープハンガーの設置を行い、巻ワイヤーの垂れによる事故を防止する。
- 吊荷移動中は、各通過ポイント見張員より、ウインチマンへ状況の連絡を行うと共に、拡声器による場内アナウンスを行い、全作業員に周知させる。
- ウインチ、巻、横行ワイヤーに、色分けによる通過ポイントのマーキングを行い、ウインチマンはキャリアー移動位置の確認を行う。

5-3 夏期における雷発生時の安全対策

日光地区は、地形的に夏期における雷の発生が多く、観測用語で、「日光雷」と称される程で、比較的低い雷雲の場合、現場附近の綾線を、「ねずみ花火」の様な稲妻が走り回り壮烈である。

場内の設備のほとんどが、鋼材を使用しており、落雷の危険を共なう所から、次の対策を行った。

- ケーブルクレーン及、エレクション設備には、避雷用アースを設置する。
- 場内各所に、避雷小屋を設置する。
- 最寄りの測候所に雷の発生の有無を確認し、雷の発生を予知すると共に、雷が発生したらサイレンにより場内に合図し、全作業を中止し避難する。

6. ワイヤーブリッジ設備

現場附近には、左、右岸への連絡路がなく、作業能力を考慮して、両橋脚基礎間にスパン 190 m の、ワイヤーブリッジを仮設した。

設置場所は谷底から80mの高さとなり、作業の安全性を考慮して引出し工法で行なった。又、撤去時には、引

出し逆工法により安全に作業を終了する事が出来た。

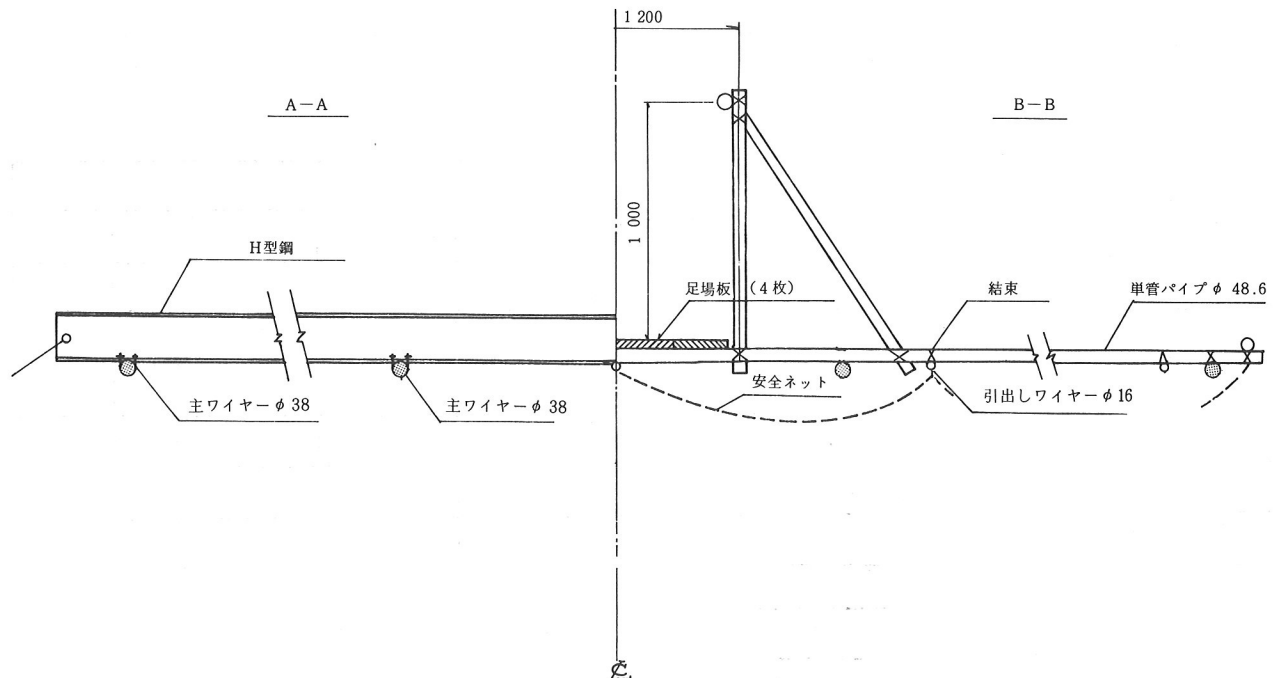


図-4 ワイヤブリッジ断面図

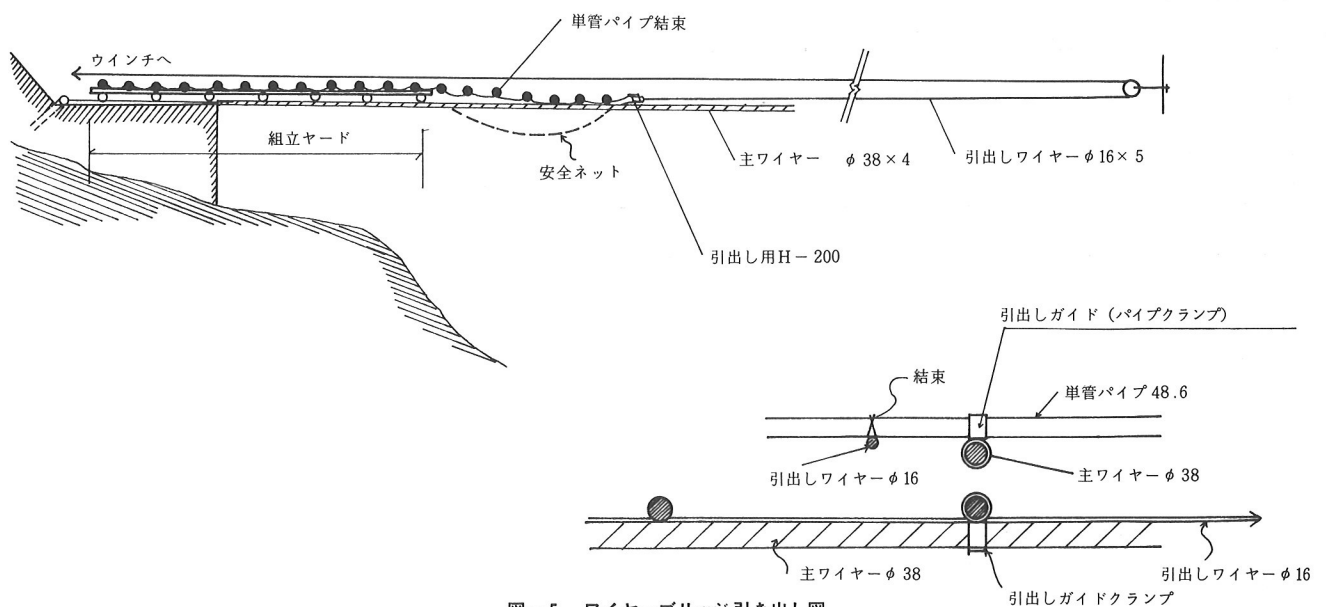


図-5 ワイヤブリッジ引き出し図

7. 架 設

7-1 本橋架設の特色

従来、この種の長スパンアーチ架設の閉合調整には、

支承部及び閉合部材間に、ジャッキの取付けや、閉合部材の加工、ファイラー部材挿入等の作業が行なわれるが、本橋の架設では従来行なわれているそれらの作業を一切行なわず、最先端斜吊索(図-3, ⑥, ⑥), 及び直吊索

の調整により行う事とし、アーチ支承は、架設前に完全固定する事とした。

この架設方針に基づき、工場製作着手前に、設計、製作、架設の各担当部門合同による綿密な打合せが行なわれた。

7-2 作業工程

過去二ケ年間の気象データ検討の結果、当地においての冬期間の架設作業は不可能な状況であり、又、高力ボルト締付、塗装等気象に左右される工種の施工時期の検討を行い、作業工程を表-4の様に大別した。

表-4 斜吊索性状

斜吊索 No.	張力 (t)	斜 吊 主 索			繰 り 込 み 索			
		使用ワイヤー	切 断 荷 重	安全率	使用ワイヤー	繰り込み数	切 断 荷 重	安全率
①	31.402	2 - 32φ	2×56.3=112.6	3.58	22φ	5 (3×3)	5×27.6=138	4.39
②	44.089	2 - 38φ	2×79.4=158.8	3.60	22φ	7 (4×4)	7×27.6=193.2	4.38
③	48.387	2 - 38φ	2×79.4=158.8	3.28	22φ	7 (4×4)	7×27.6=193.2	3.99
④	61.161	2 - 42φ	2×111=222	3.62	24φ	6 (3×4)	6×31.7=190.2	3.10
⑤	95.574	2 - 50φ	2×156=312	3.26	24φ	10 (5×6)	10×31.7=317	3.31
⑥	122.526	3 - 50φ	3×156=468	3.81	24φ	12 (6×7)	12×31.7=380.4	3.10

斜吊索 No.	張力	斜 吊 控 索		
		使用ワイヤー	切 断 荷 重	安全率
①	9.455	2 - 28φ	2×43.1=86.2	9.12
②	23.256	2 - 32φ	2×56.3=112.6	4.84
③	41.811	2 - 38φ	2×79.4=158.8	3.80
④	66.199	2 - 42φ	2×111=222	3.35
⑤	113.531	3 - 50φ	3×156=468	4.12
⑥	151.716	3 - 50φ	3×156=468	3.08

※ 使用ワイヤーは、安全率3以上とする事とし左右岸の最大張力により決定し、左右岸方とも同形状とした。

7-3 輸 送

部材輸送作業は、山岳路の割に比較的運搬路に恵まれた事と、製作工場より現場まで、60km程の里程であった事もあり、ポールトレーラーによりスムーズに行う事が出来た。

アーチ部については、架設工程に合わせた計画輸送としたが、補剛桁は工程的に、翌4月より開始される予定となり、架設地点にては、まだ積雪が予想される為、右岸方ストックヤードに運搬仮置きし、架設時に再度小運搬を行う事とした。

7-4 アーチ支間及び水準測量

アーチ支承位置決定の良否は、後続作業に大きな影響

を及ぼすばかりでなく、アーチ形状、補剛桁キャンパー、しいては計画路面高にまで影響を与える事となり、架設作業の大きなポイントとなる。特に本橋の架設では、従来の閉合工法を行わない為アーチ支承位置の決定は、全工事の最も重要な作業となり、各作業段階ごとの検討、確認を行い、慎重に行なわれた。

幸い、工場においてアーチ全体の面組が行なわれたので、面組立て実寸法を、ピアノ線に記録する事が出来た。

現場においては、工場にて記録時と同条件にて、下部構造コンクリート面に移設し、なおかつ、平地にて、移設時と同条件にて使用ピアノ線スパンのチェックを行い、工場記録時スパン長と誤差が生じていない事を、確認した。

又、現場においての水準測量は、長スパンと、深い溪

谷である為、レベルを使用した場合誤差が生じるので、本橋では、ワイヤーブリッジ上に $\phi 15\text{mm}$ のビニール管を通し、水盛測量を行い、満足出来る成果が得られた。

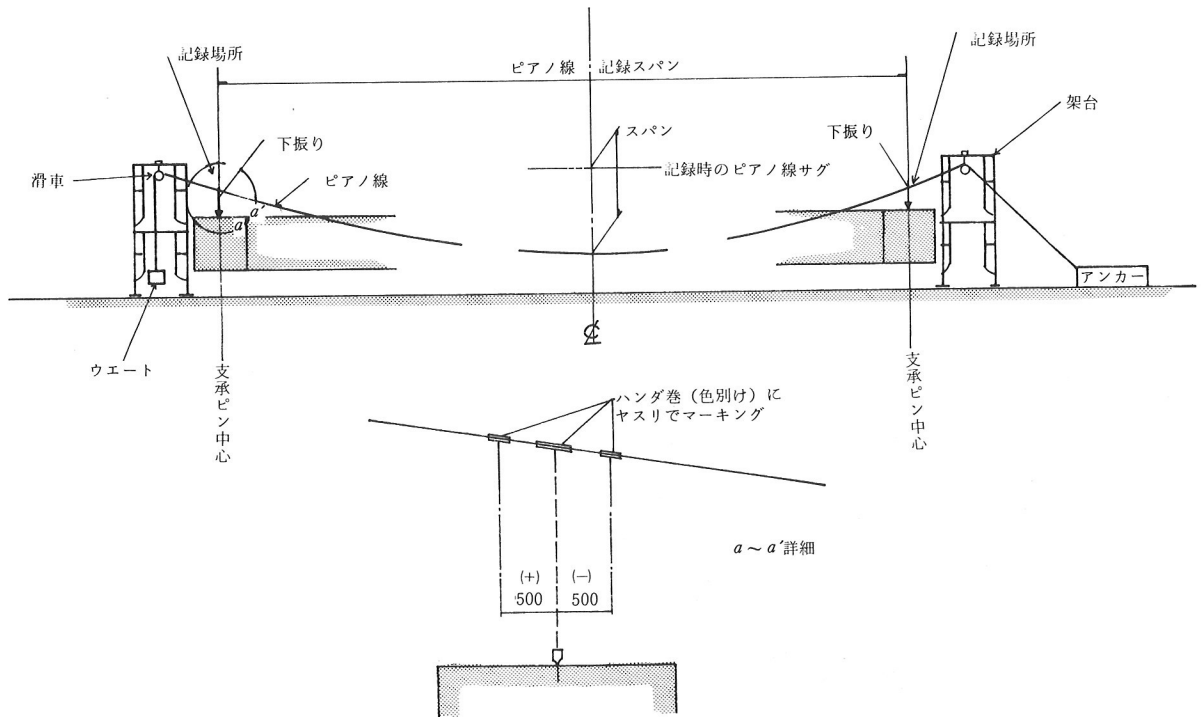


図-6 アーチ面組スパン記録要領図

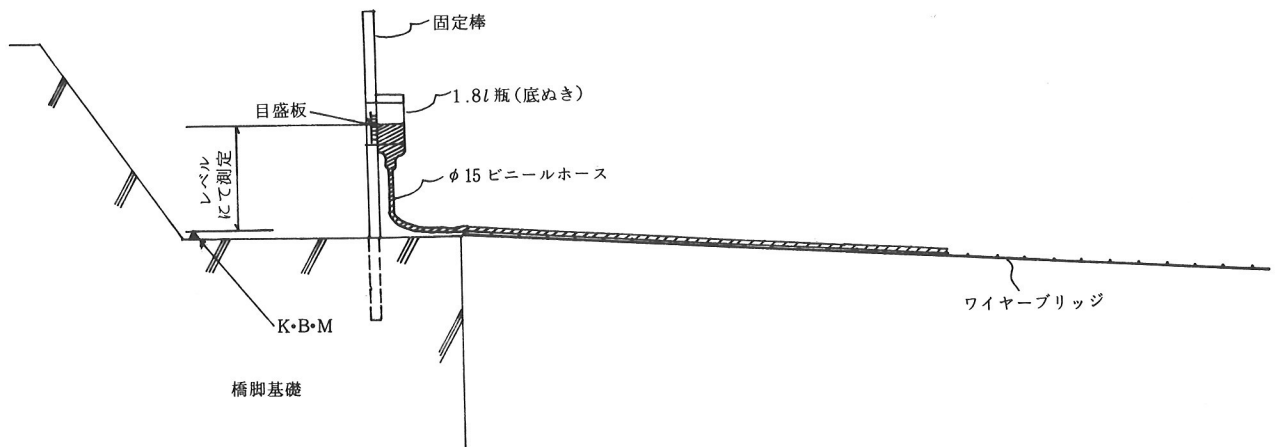


図-7 水盛測量要領図

7-5 アーチ支承据付け

支承の据付けに先行して、アンカーフレームの据付けが行なわれるが、フレームの据付け精度=支承据付精度となる為、フレームは基準丁張にしたがい、入念に行な

われ、据付け誤差は ± 0 とした。

コンクリートの打設によるフレームの動きを防止する為、打設は2回に別けて行なわれた。図-8は、支承据要領である。

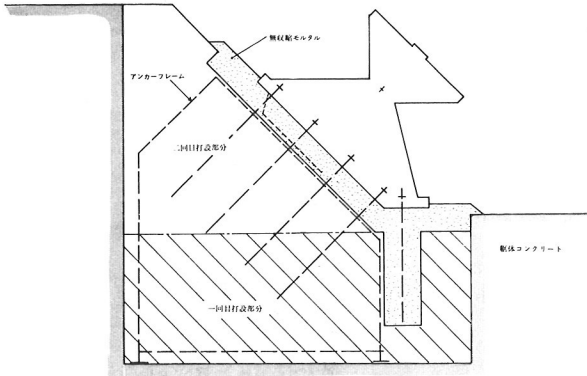


図-8 アーチ峯固定要領図



写真-6

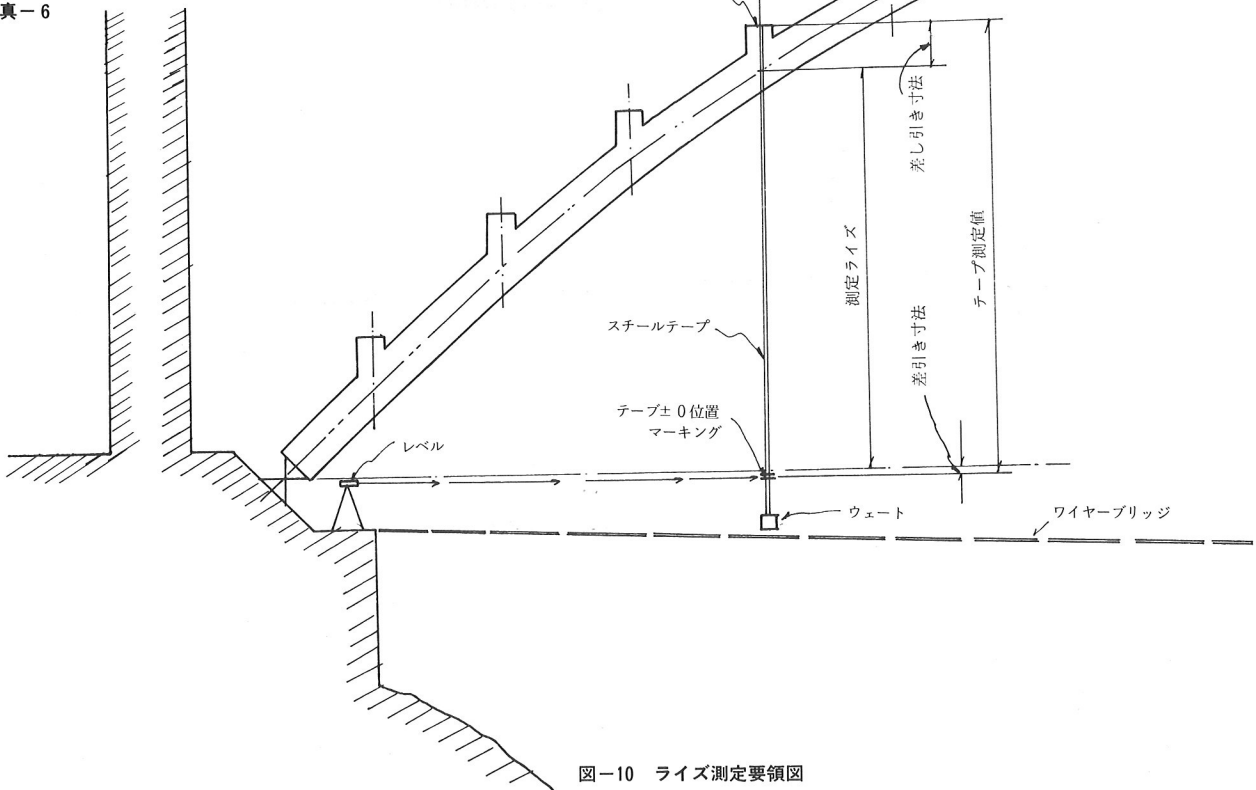


図-10 ライズ測定要領図

7-6 アーチの架設

アーチの架設は、図-3の順序で、左右対称に進められ、各ブロック架設終了ごとに図-10の要領で、架設ライズの管理が行なわれたが、架設ライズは、斜吊前方索長さに換算し、設備した為、大きな誤差はなく途中の調整は行なわず、閉合前作業として、最先端斜吊索(図-3⑥⑥)の繰込ワイヤー調整により行う事が出来た。

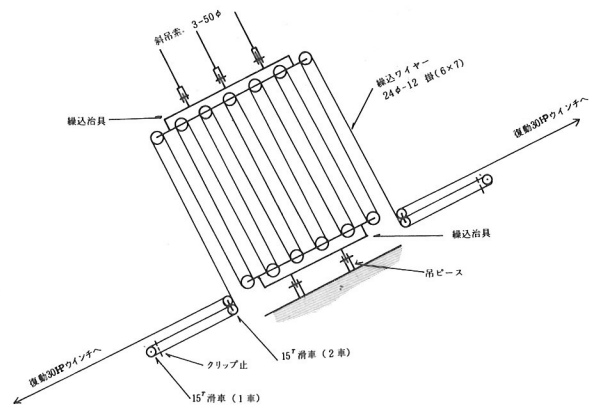


図-9 斜吊前方索繰込図(⑥索)

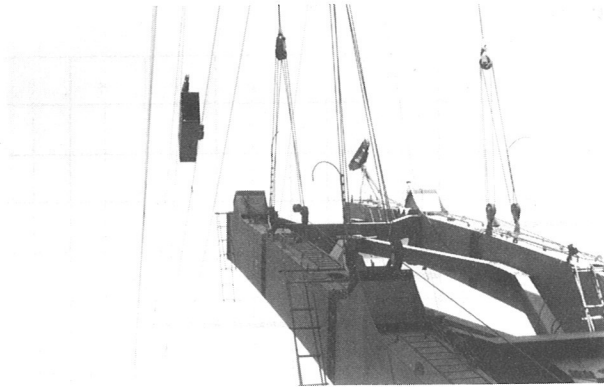


写真-7

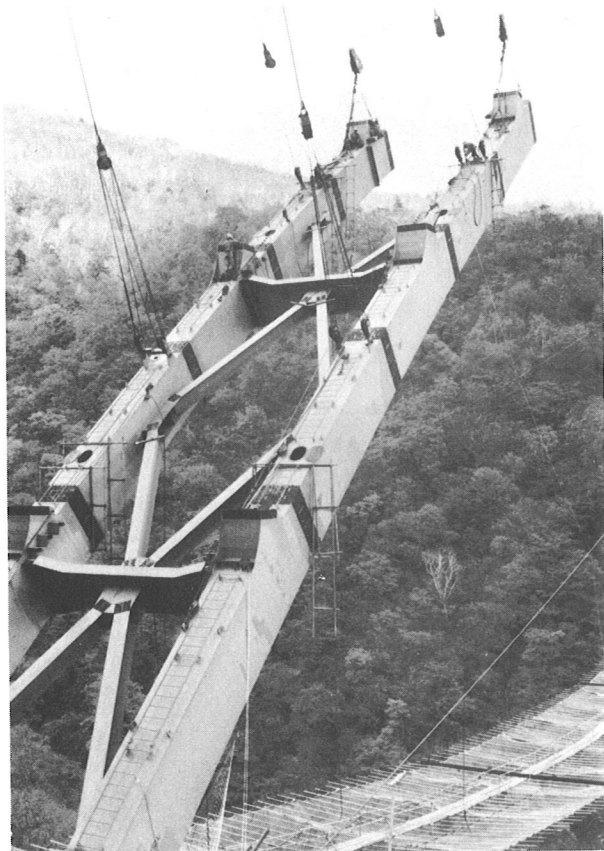


写真-8

7-7 アーチの閉合作用

アーチの閉合は、図-3、㊸部材で行なわれた。

閉合作業に先立ち、㊸斜吊索及び直吊索により閉合間隔の調整を行い、閉合部材長に対し、気温15℃において、両間10mmの開きを確保した。又、部材挿入間、上フランジ孔を利用し、挿入ガイド金具の取り付けを行い、部材挿入のスムーズ化を図った。

次日、閉合部材間隔調整時の気温15℃迄の上昇を待つ



写真-9

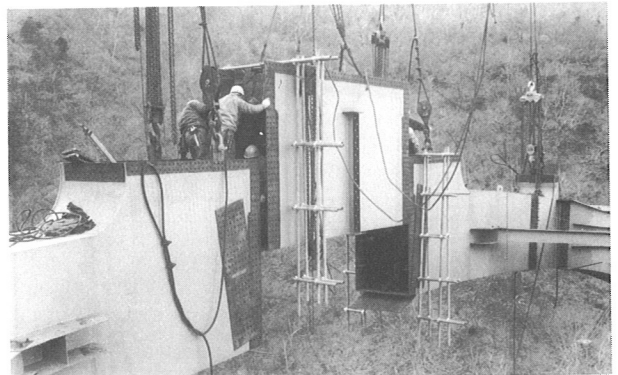


写真-10

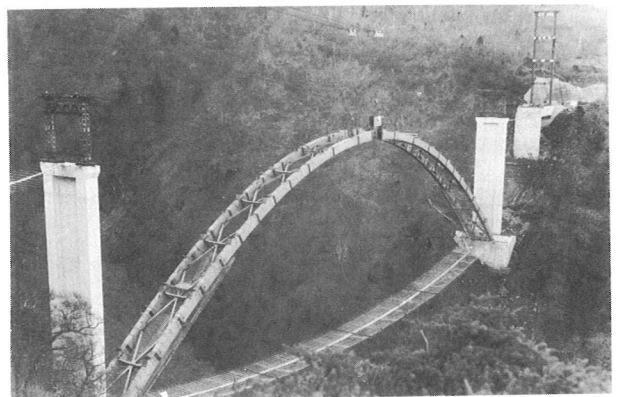


写真-11

て、上下流同時に閉合部材の挿入を行い、直吊ワイヤーの調整により、閉合部材両間の接合を行い添接作業を終了した。

閉合時に、所定気温迄上昇しない場合を考慮して、最先端斜吊ワイヤー㊸及㊸の繰込調整による閉合段取りも、合せて行っていたが、幸い斜吊索の調整は行う事なく、予定通り順調にすすみ、わずか2.5時間で閉合作業を終了する事が出来た。なお閉合時における作業員構成は次の通りであり、各ブロック架設時における、エレクトロニクワイヤー性状は、表-5の通りである。

表-5 現場工程表

工 種 \ 年 月	1975 6月	7	8	9	10	11	12月 ~ 1976 3月	4	5	6	7	8	9
架設段取り	■	■	■	■	■								
拱弦架設					■	■							
越冬							■	■	■	■	■	■	■
補剛桁架設								■	■				
床版									■	■	■	■	■
塗装												■	■

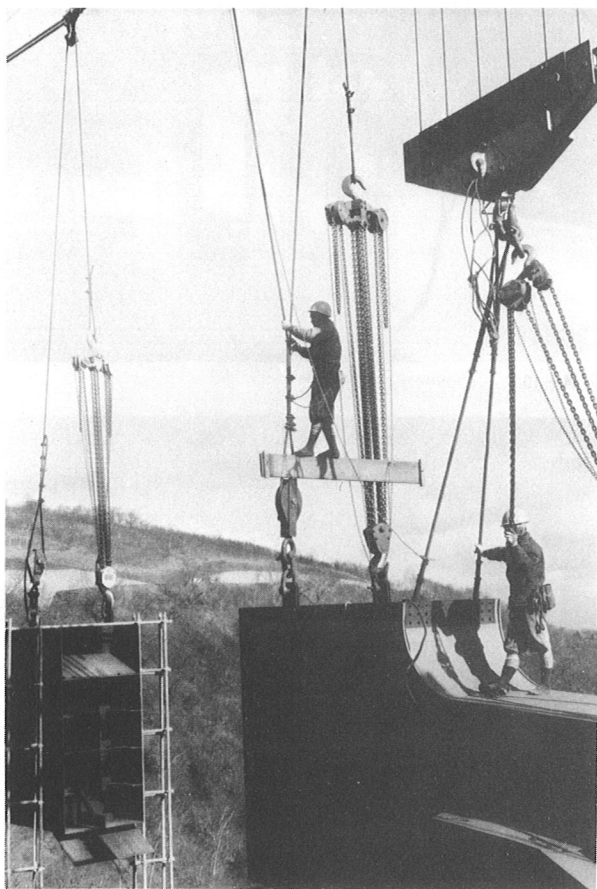


写真-12

7-8 吊索撤去

吊索の撤去は、左右不均等に行なうと、自重による不均等なタワミの影響で、アーチ形状の変型が生じたり、残存吊索に、応力が集中し、ワイヤー切断の危険も生じる。本橋では、その点充分考慮し、クラウン部より左右均等に下側吊索へと順次張力の解放を繰返し行い、正常なタワミによる、満足出来るアーチ形状の成果が得られた。

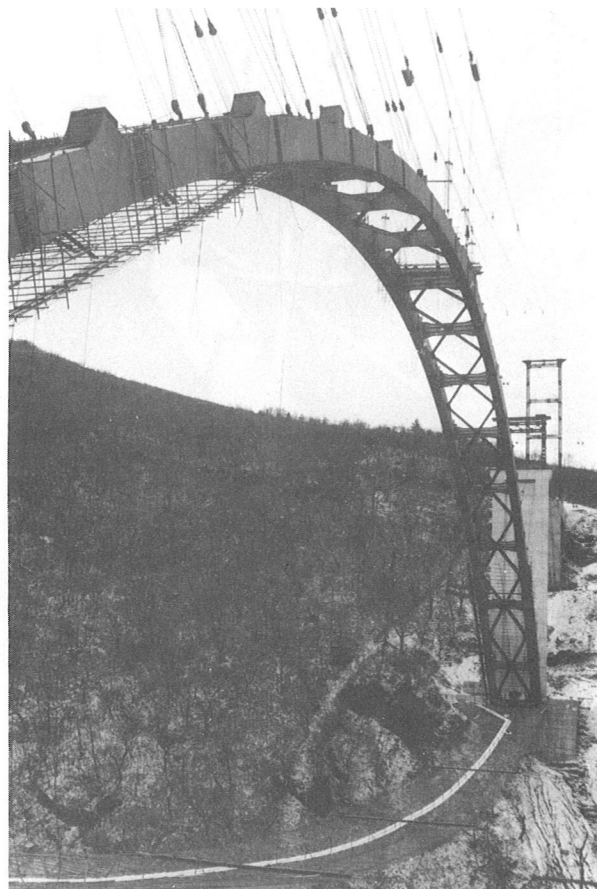


写真-13

7-9 アーチ部足場組立て

アーチ部の足場組立ては、高所で、勾配組みとなり、危険を共なう作業となる。

本橋では、組立て、撤去共、安全でスピーディな工法として、ワイヤーブリッジ上で組立てた足場を、キャリアにより一括吊上げ、取り付ける工法を考案、撤去時も、組立て逆工法により、安全かつ高能率な成果が得られた。

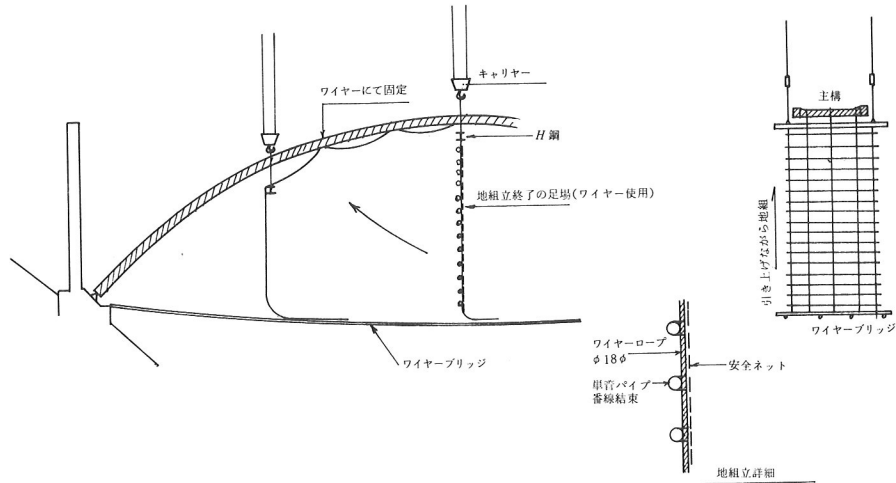


図-11 アーチ足場立て要領図

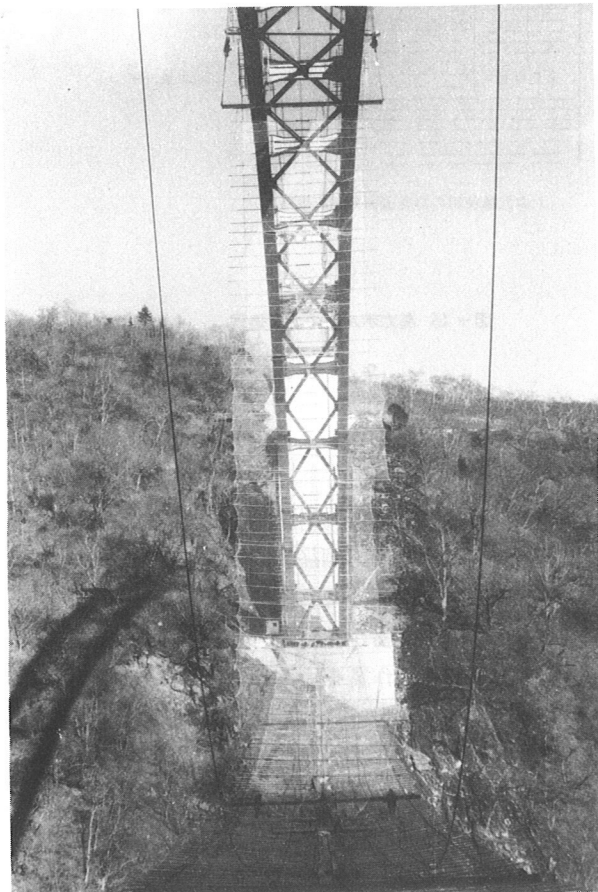


写真-14

7-10 高力ボルト締付け

従来、冬期低温時での高力ボルト締付けは、ボルトトルク係数値の変動、添接面の凍結層融解による導入軸力低下等の諸問題がある。

本橋の高力ボルト締付け時期は、補剛桁については、比較的温暖な時期で問題はなかったが、アーチ部についての締付け作業は、11月に入り気温も、最低-5.5℃が記録されたが、この気象状況は予知されていた事であり、事前に使用ボルトの比較、検討を行った結果、S社において開発したナット表面処理法は、従来のボンダリユーベ処理に比して、温度変化に対するトルク係数の変動が少なく、これを使用する事により解決する事が出来た。

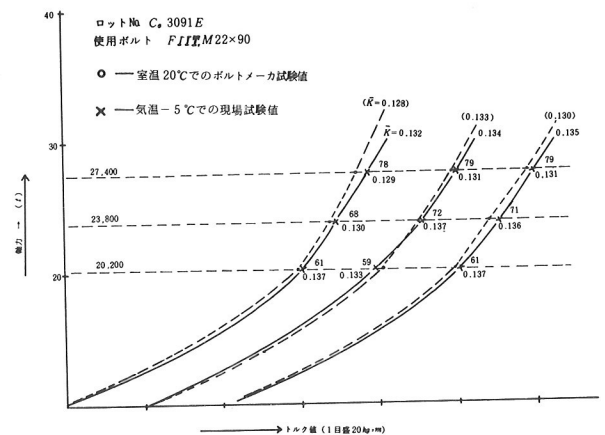


図-12 低気温によるトルク試験

又、添接面の凍結防止対策として、次日締付け所の保温養生、締付け作業時間の限定 (AM 10.00 ~ PM 3.00), 0℃以下の気温低下時には作業中止とし、満足出来る良い成果で締付け作業を終了する事が出来た。

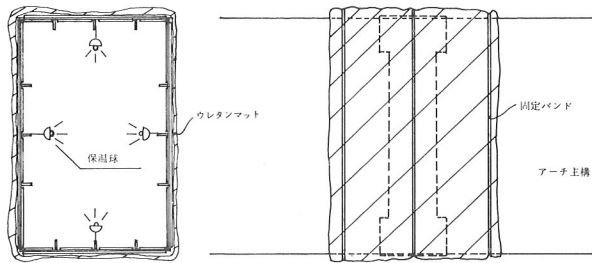
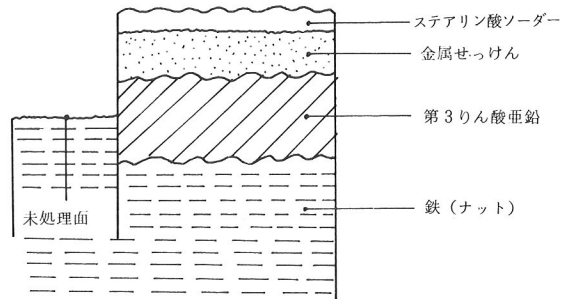
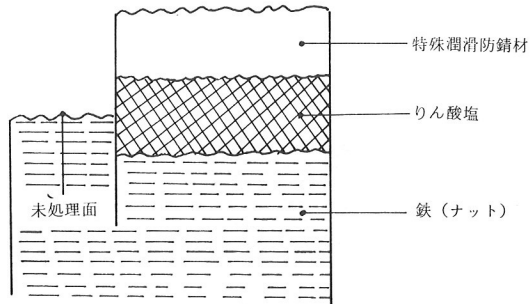


図-13 高力ボルト締付け所保温養生図



ボンダリユーベ処理皮膜断面



六方沢橋使用の特殊表面処理皮膜断面

図-15 高力ボルトの表面処理

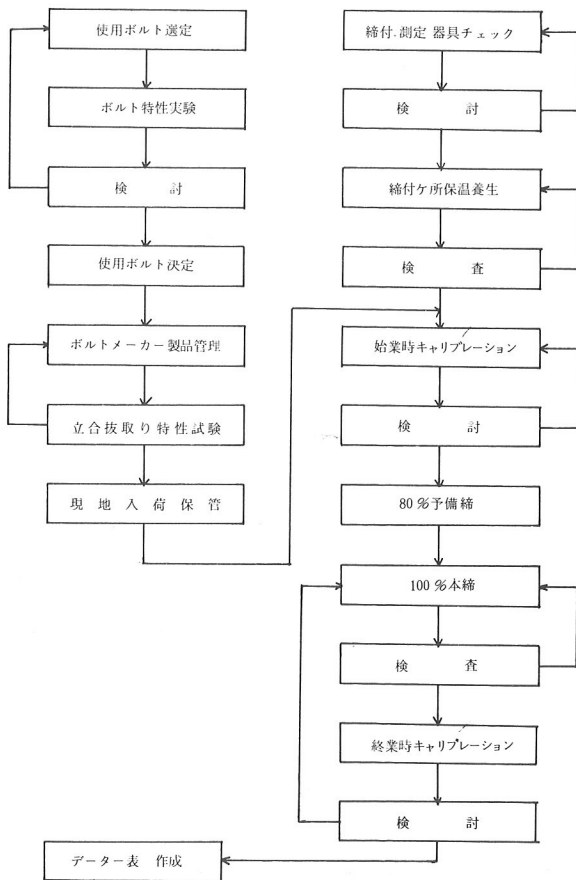


図-14 高力ボルト締付けフローチャート

7-11 越冬

11月中旬より、右岸方側径間の架設段取りを開始したが、途中で連続3日間の降雪に見舞われ、メインワイヤー、キャリア等が雪が凍結し、脱索する状態となり、安全を考慮して年内作業を中止した。

天候の回復を見て、設備の整備、給油、養生等を行い、翌年3月中旬迄、越冬した。

7-12 補剛桁の架設

年明け、3月中旬より搬入路及び、場内の除雪作業を行い、架設設備の点検、整備、キャリアの試験吊り等による機能のチェックを行った後、架設を開始、両側間については、直吊工法とし、主径間は垂直材建込みと平行した張出し式により行い、アーチクラウン部より、左右岸へ対称に架設を進めた。

補剛桁の閉合作業は、太陽の直射による桁の変形の少ない曇りの天候の中で図-3、⑥1、⑥2部材の挿入を行い、

両側径間の縦移動により行なわれた。図-16は、補剛桁閉合要領である。

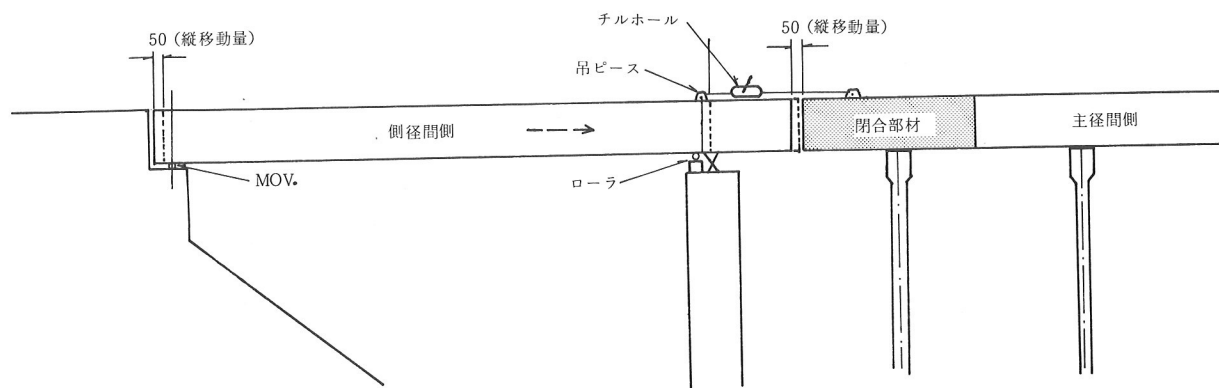


図-16 補剛桁閉合要領図

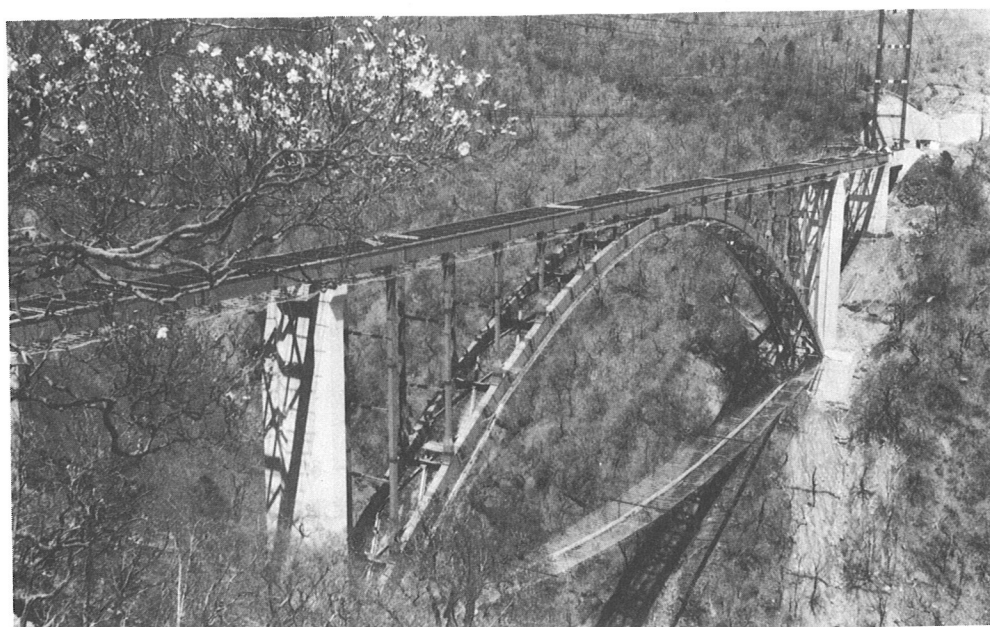


写真-15

8. 床 版

本橋の床版コンクリート量は、834 m^3 あり、1日の打設能力から、10分割とし、1パーテー 100 m^3 前後の打設量とし、載荷状態を左右均等にし、バランスの良いタワミを生じさせる為、2パーテーによる同時打設とし、打設にはコンクリートポンプ車を使用した。

打設の順序、ブロック割については、種々ケースを立案し、電算導入にて検討を行い、図-17のケースが、応力

的、工程的に最も有利であるとの結論となった。

床版の分割打設工法では、先行打設ブロックに、後続ブロック打設時の桁タワミによる引張応力が発生する為、図-17、②～③、③～④間にはおのおの3日間の養生日数を持たせ、先行打設コンクリートに発生する引張応力に対応出来る強度を期待する事とし、打設時に現場採取したテストピースの試験結果により判断し、後続ブロックの進行をはかった。

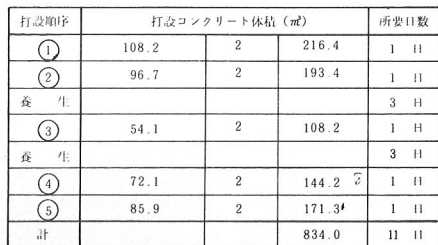


図-17 床版コンクリート打設計画図



写真-16

9. 塗 装

本橋の塗装仕様は、表-6に示す通りである。

塗装作業は、当初の予定通り、比較的霧の発生の少ない8月中旬～9月中旬の間に、施工する事が出来た。

表-6 現場塗装仕様

桁外面	塗 料 名	塗 装 面 積	塗 布 量
中 塗	塩化ゴム系塗料 (シルバーグレー淡)	15,053.3㎡	150 ^{gr} /㎡
上 塗	〃 (シルバーグレー)	〃	〃

※ 塗料は大日本塗料のズボイドZ型#30を使用

当地は前述の通り、国立公園特別区域内であることから、色彩は四季を通じ周囲の景観と調和するものでなければならず、決定にはあらゆる角度から、慎重に検討がなされたが、最終的には環境庁より色彩系が指示され、グレー系となり、それに基づき色番が決定された。

10. あとがき

六方沢橋の工事は、自然との戦いであった様に思われる。工場仮組立て時にはあれ程大きかった橋体も、現地での大自然の中では、その大きさも感じられない。けわしい立地条件、厳しい山岳気候の中で、延5,000余人の労働力と、当社の技術をもって、無事故、無災害の内に全工事を予定通り完了し、共用を開始した六方沢橋の雄姿を見る時、自然との戦いに勝った当社の卓越した技術が、今またここに証明出来た事に誇りを感じる。

本橋の設計、製作、施工全般に渡り、技術的に御指導を賜わった、大久保委員長（建設省土木研究所企画部長）をはじめ、今は故き国広室長他、技術委員各位及び、発註先である栃木県道路公社の熱意ある御指導に対し、深く感謝の意を表したい。