

直轄診断報告書 -秩父橋-
【報告書】

令和元年 12 月



国土交通省

【 目 次 】

	頁
1. 概 要	1-1
1.1 橋梁の概要と直轄診断の経緯	1-1
1.2 「道路メンテナンス技術集団」 隊員及び主な活動報告	1-3
1.2.1 道路メンテナンス技術集団の構成	1-3
1.2.2 主な活動内容	1-3
2. 道路管理者による定期点検結果	2-1
3. 秩父橋の特徴	3-1
3.1 概 要	3-1
3.2 橋梁諸元	3-3
3.3 構造概要	3-4
3.4 竣工時の記録	3-5
3.5 現在の主な損傷	3-6
3.6 その他の秩父橋の利用（付随される価値）	3-11
4. 技術的助言	4-1
5. 調査結果	5-1
5.1 調査結果の概要	5-2
5.1.1 実施日	5-2
5.1.2 調査状況	5-2
5.2 近接目視, 測量・地質調査	5-3
5.2.1 アーチアバット	5-3
5.2.2 橋脚基礎の洗堀	5-8
5.2.3 アーチリブ	5-9
5.2.4 アーチ支柱	5-10
5.2.5 形状・位置の確認	5-11
5.2.6 橋脚・橋台形状	5-13
5.3 詳細調査	5-14
5.3.1 下部工のコンクリート強度	5-14
5.3.2 床版内部のひびわれ	5-15
5.3.3 アルカリ骨材反応試験	5-22
5.3.4 上部構造の変状	5-25
5.3.5 上部構造（接合部）	5-26
5.3.6 補強鋼板について（供用環境の変化）	5-28
5.3.7 補強鋼板について（補強の効果）	5-29
5.3.8 補強鋼板のひずみ調査（静的）	5-30
5.3.9 補強鋼板のひずみ調査（動的）	5-36

	頁
5.3.10 補強鋼板について（漏水の原因）	5-41
5.3.11 床版厚および鉄筋径を計測した結果	5-42
5.4 施工方法・手順	5-43
6. 参考資料	6-1
6.1 地質調査	6-1
6.1.1 調査位置	6-1
6.1.2 地形・地質概要	6-2
6.1.3 ボーリング調査結果	6-3
6.1.4 地質状況の考察	6-6
6.1.5 地盤の工学的評価	6-8
6.1.6 基礎保全のための留意点	6-10
6.2 測量平面図	6-11
6.3 点群計測（地上レーザーによる計測）	6-12
6.3.1 調査概要	6-12
6.3.2 調査結果	6-13
6.3.3 定点観測	6-16
巻末資料（地質調査）	6-19

1. 概要

1.1 橋梁の概要と直轄診断の経緯

秩父橋は埼玉県秩父市阿保町に昭和6年に建設され、現在までに88年経過している橋梁で、市道中央607号線（一般道、歩道）上の橋長134.6mの鉄筋コンクリート3連アーチ橋である。市道中央607号線は一級河川荒川を渡河して秩父市の東西を住宅地域を結び、高校への通学や江戸古道などの観光客も多く利用すし、渡河位置付近の河川敷では祭事が毎年開催されている。

この橋は鉄筋コンクリート3連アーチ橋であり、当初は車道橋として建設され、秩父市へ移管された昭和62年からは歩道として利用されている。平成28年度に秩父市において定期点検が実施され、床版下面の補強鋼板の腐食、うきなどが確認され、秩父市ではその対応が課題となっていた。

このため平成31年3月に秩父市より、埼玉県道路メンテナンス会議会長に対し直轄診断の要請がされたものである。

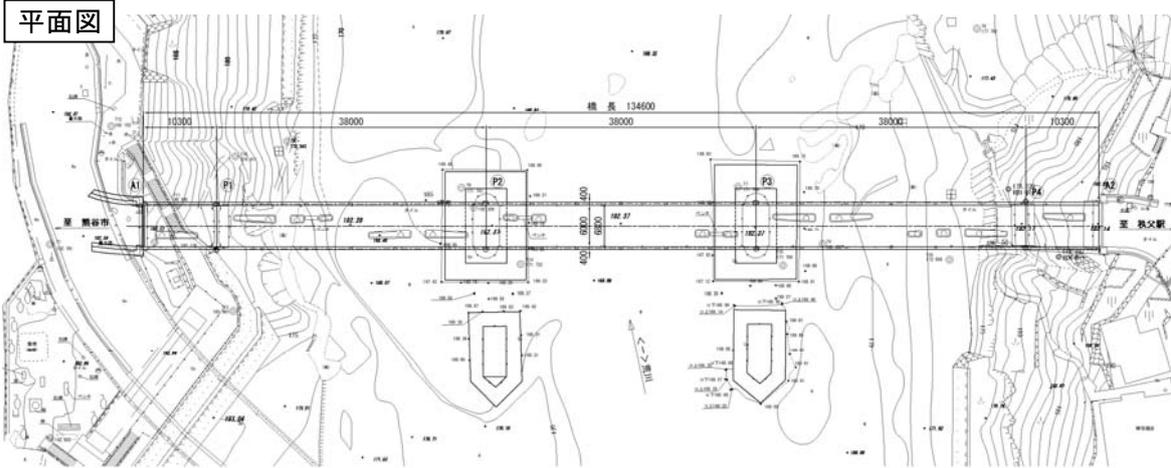
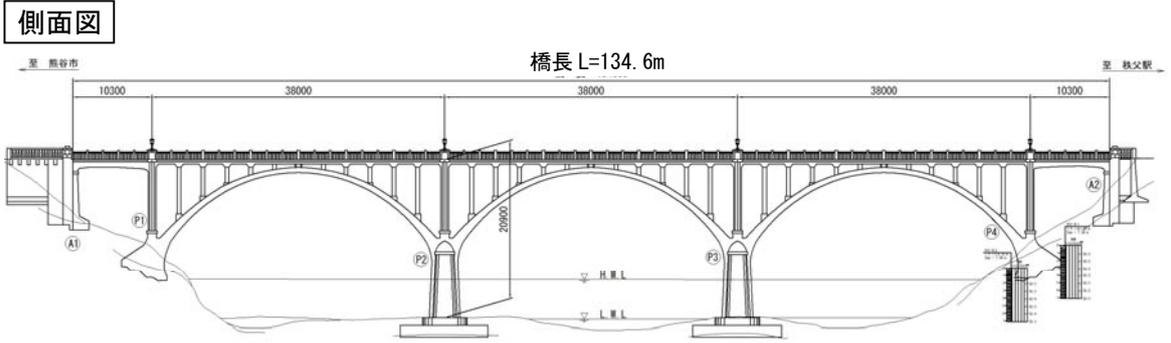
国土交通省はこの橋が維持管理に高度な技術が必要であること、地域にとって重要な橋梁であること等を勘案の上、直轄診断により今後検討される修繕・措置などについて所要の調査・作業を行い技術的な助言が必要と判断したものである。

関東地方整備局等による「道路メンテナンス技術集団」は、令和元年8月6日より、現地調査を開始し調査を進めてきた。

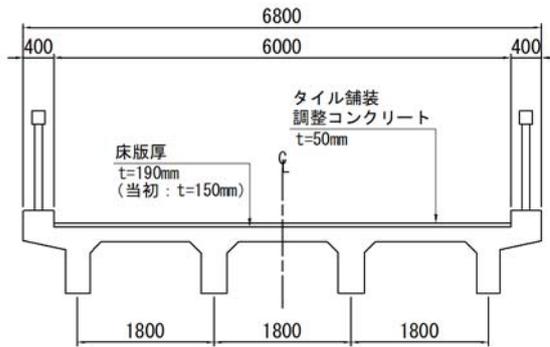
上記を踏まえ、技術的助言として申し上げるものである。



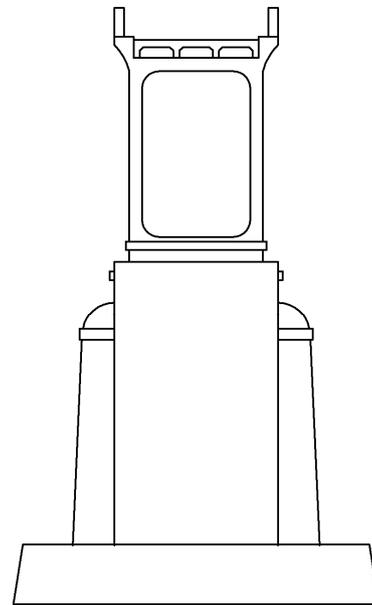
図 1.1.1 秩父橋の位置図と現況写真



上部構造 横断図



下部構造 横断図



※有効幅員はW=6.0m, 橋面はタイル舗装 (防水層無し) である。

図 1.1.2 秩父橋 一般図

1.2 「道路メンテナンス技術集団」隊員

1.2.1 道路メンテナンス技術集団の構成

道路メンテナンス技術集団の構成を表 1.1 に示す。

表 1.1 道路メンテナンス技術集団

	氏名	所属・役職
リーダー	荒川 正秋	関東地方整備局 関東道路メンテナンスセンター センター長
	阿部 稔	関東地方整備局 道路管理課保全室 道路構造保全官
	川路 隆之	関東地方整備局 道路管理課保全室 道路構造保全官
	菅野 拓	関東地方整備局 大宮国道事務所 総括保全対策官
	白戸 真大	国土技術政策総合研究所 道路構造研究部 橋梁研究室 室長
	石田 雅博	国立研究開発法人 土木研究所 構造物メンテナンス研究センター 橋梁構造研究グループ 上席研究員

2. 道路管理者による定期点検結果

別紙3 点検表記録様式
橋梁名・所在地・管理者名等

様式1(その1)

橋梁名	路線名	所在地	起点側	緯度 経度	36° 01' 06.7" 139° 05' 12.3"
秩父橋 (フリガナ)チチバシ	中央607号線	埼玉県秩父市阿保町地先			
管理者名	点検実施年月日	路下条件	代替路の有無	自専道or一般道	緊急輸送道路 占用物件(名称)
秩父市	2017.3.21	荒川	有	一般道	その他 無

部材単位の診断(各部材毎に最悪値を記入)			点検者	日本工営株式会社	点検責任者	中野秀直
点検時に記録			措置後に記録			
部材名	判定区分 (I~IV)	変状の種類 (II以上の場合に 記載)	備考(写真番号、 位置等が分かる ように記載)	措置後の 判定区分	変状の種類	措置及び判定 実施年月日
上部構造	主桁	III	剥離・鉄筋露出、漏水・遊離石灰 写真1,2、主桁01,04			
	横桁	III	漏水・遊離石灰 写真3、横桁03			
	床版	III	漏水・遊離石灰 写真4、床版01			
下部構造	III	ひびわれ、剥離・鉄筋露出 写真5,6、豎壁01				
支承部						
その他	II	腐食、うき 写真7,8、地覆、添架物				

道路橋毎の健全性の診断(判定区分I~IV)			点検時に記録	措置後に記録	
(判定区分)	(所見等)	(再判定区分)	(再判定年月日)		
III	全体的に剥離・鉄筋露出や遊離石灰、つぎ等損傷が多く見られ 断面修復工、橋面防水工、再塗装等の大規模な補修が必要である。				

全景写真(起点側、終点側を記載すること)

架設年次	橋長	幅員
1931年	135m	6.80m

終点側



起点側

※架設年次が不明の場合は「不明」と記入する。

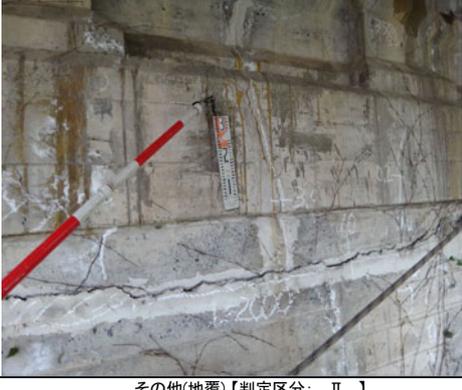
様式(その2)

状況写真(損傷状況)
○部材単位の判定区分がII、III又はIVの場合には、直接関連する不具合の写真を記載○
○写真は、不具合の程度が分かるように添付すること。

<p>写真1</p> <p>上部構造(主桁)【判定区分: III】</p>  <p>第2径間 主桁04</p>	<p>写真2</p> <p>上部構造(主桁)【判定区分: III】</p>  <p>第4径間 主桁01</p>
<p>写真3</p> <p>上部構造(横桁)【判定区分: III】</p>  <p>第3径間 横桁03</p>	<p>写真4</p> <p>上部構造(床版)【判定区分: III】</p>  <p>第4径間 床版01</p>

状況写真(損傷状況)

○部材単位の判定区分がⅡ、Ⅲ又はⅣの場合には、直接関連する不具合の写真を記載し
 ○写真は、不具合の程度が分かるように添付すること。

下部構造(堅壁)【判定区分: Ⅲ】	下部構造(堅壁)【判定区分: Ⅲ】
<p>写真5</p>  <p>第1径間 堅壁01</p>	<p>写真6</p>  <p>第1径間 堅壁01</p>
その他(地覆)【判定区分: Ⅱ】	その他(添架物)【判定区分: Ⅱ】
<p>写真7</p> 	<p>写真8</p> 

3. 秩父橋の特徴

3.1 概要

この橋は一級河川荒川を渡河しており、橋長 134.6m の鉄筋コンクリート構造の橋梁である。昭和 6 年に車道橋として供用し、上流側の新橋完成（昭和 60 年）後の昭和 62 年からは歩道として利用され、診断着手時点で 88 年経過している。架橋位置は秩父市の中央付近であり、荒川によって東西に分断された地域を結んでいる。既往文献および地質調査結果より、下部構造の支持層は泥岩であり、現地で調達されたセメント、砂砂利が用いられている。

現在の道路は市道（歩道）として利用され、有効幅員は 6.0m である。平面線形は直線で、河川とはほぼ直交している。アプローチ部となる前後の道路は、右岸側（市街地側）は市道（2車線道路）に接道し、沿道は住宅地域である。また、左岸側は片側斜面の国道 299 号に接道し、住宅、学校施設などのある地域を通過している。橋梁の橋面は排水勾配程度の傾きはあるが目視上はほぼレベル（平坦）になっている。

上部構造形式は鉄筋コンクリートアーチ橋（アーチ部支間長 35m+35m+35m）である。

下部構造と基礎形式は、橋台（A1, A2）は逆 T 式橋台の直接基礎、アーチアバット（P1, P4）は直接基礎、橋脚（P2, P3）は小判式橋脚の直接基礎（文献より、施工はケーソン工法）であり、昭和 50 年にフーチング拡幅工事が行われている。

補修記録は昭和 50 年の橋脚根固め工事（フーチング拡幅）、昭和 61 年の橋面工事の資料が残っている。

3.2 橋梁諸元

表 3.2.1 秩父橋 橋梁諸元

項目	内容
1) 橋梁名	ちちぶし 秩父橋
2) 竣工年	昭和 6 年
3) 路線名	秩父市道 中央 607 号線（一般道，歩道）
4) 道路管理者	秩父市
5) 交差物件	一級河川 荒川（埼玉県管理）
6) 橋長	L = 134.6m
7) 幅員	W = 6.8m（有効幅員 6.0m）
8) 橋梁形式	鉄筋コンクリート 3 径間アーチ橋
9) 上部構造（主桁，床版）	鉄筋コンクリート構造 T 型（床版一体構造）4 主桁
10) アーチ構造	鉄筋コンクリート構造 3 連固定アーチ
11) 下部構造	逆 T 式橋台 2 基，アーチアバット 2 基，小判型橋脚 2 基
12) 基礎	直接基礎
13) その他の機能	埼玉県指定文化財，観光資源（江戸巡礼古道，アニメの舞台）

主な補修等の履歴	
昭和 6 年	竣工
昭和（不明）年	補強鋼板設置
昭和（不明）年	床版増厚
昭和 51 年	基礎拡幅工事
昭和 61 年	歩道化工事
昭和 62 年	埼玉県より秩父市へ移管され供用

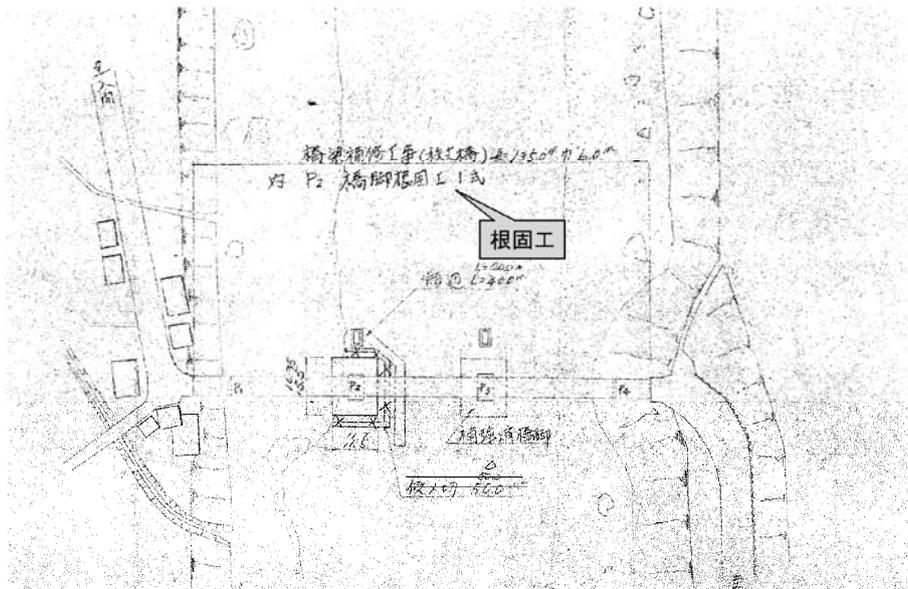
(1) 参 考：確認できる主な補修等の記録

(昭和 50 年頃)

橋脚基礎根巻コンクリート施工(昭和50年頃)

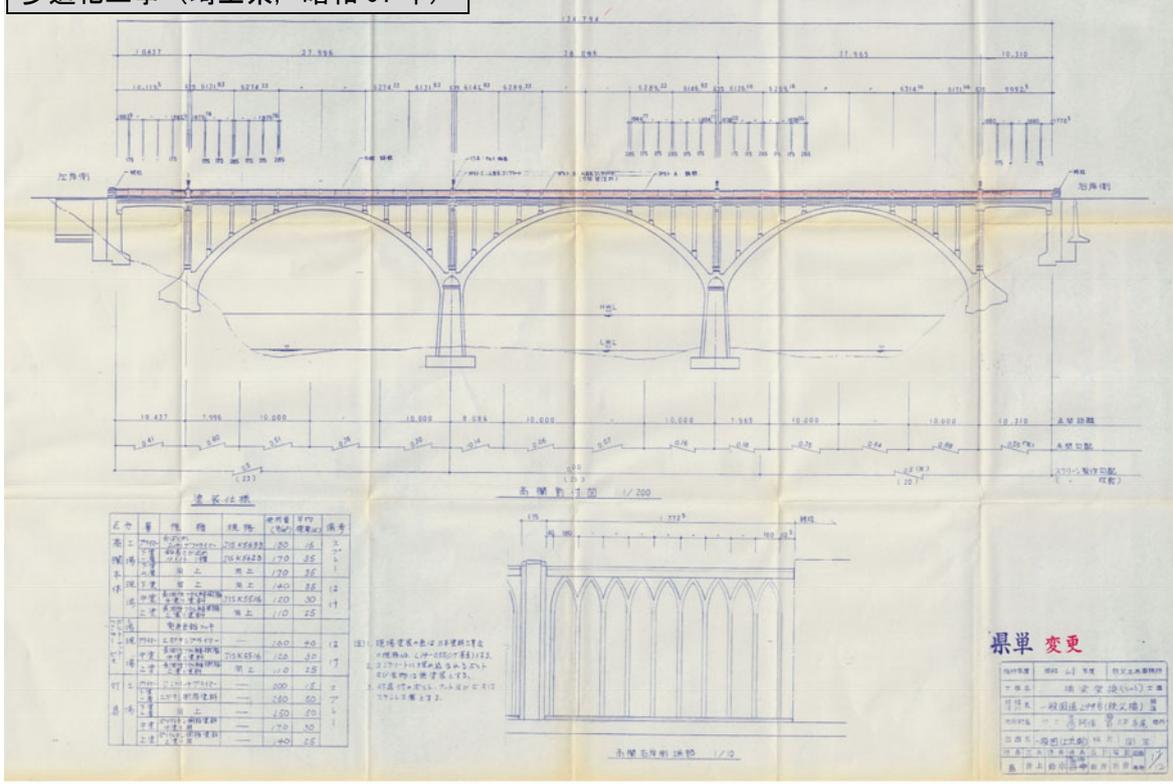


根固工 (秩父市, 昭和 51 年 3 月施工)



歩道化工事（埼玉県，昭和61年）

一般図（上流側・高欄側付面 設置前結果）



3.3 構造概要

アーチ構造の橋梁であり、アーチリブの安定が橋梁全体の安全性にとって重要である。特にアーチの荷重を支持するアーチアバット、橋脚基礎に異常が生じると落橋の恐れがある。

秩父橋 側面図

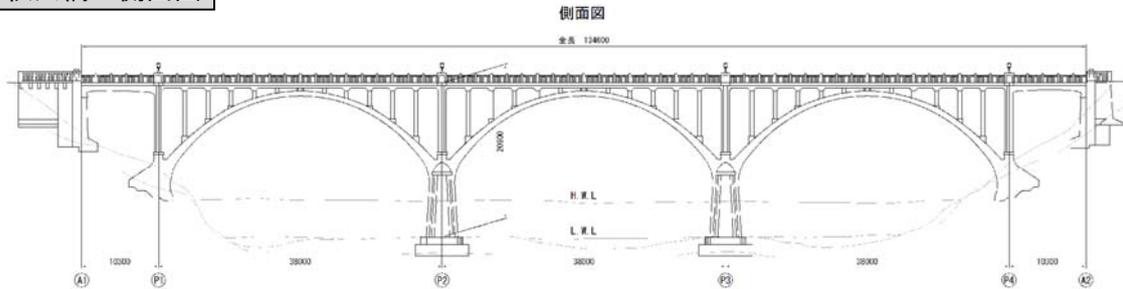


図 3.3.1 秩父橋 側面図

アーチ構造（土木研究所 CAESAR のウェブページより）

3. アーチ橋

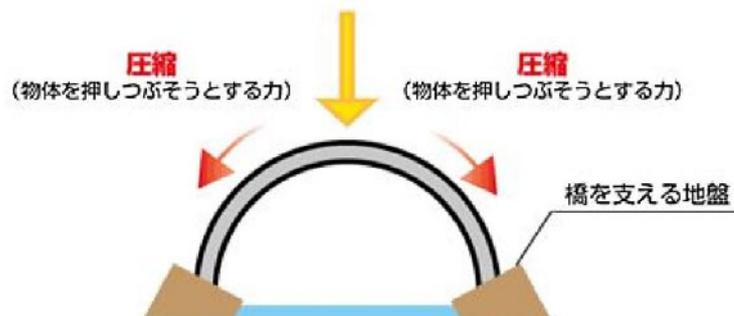
アーチ橋は、上向きに弓なりの形をしているのが特徴です。古くから用いられている構造のひとつです。

アーチ橋は、古来から石橋があるように、石を積み上げて作ることができます。

これはアーチ型の構造物には、引張力（物体を引き伸ばそうとする力）が生まれず、圧縮力しか生じないからです。

ただし、アーチ橋を架けるには、強固な地盤が必要となります。橋に対して横方向にかかる力を支えるためです。地盤が弱い場合は、横方向に部材をつなげることで、力を受けもちます。

- ① 橋に加わる力が、圧縮力になって地盤に伝えられる



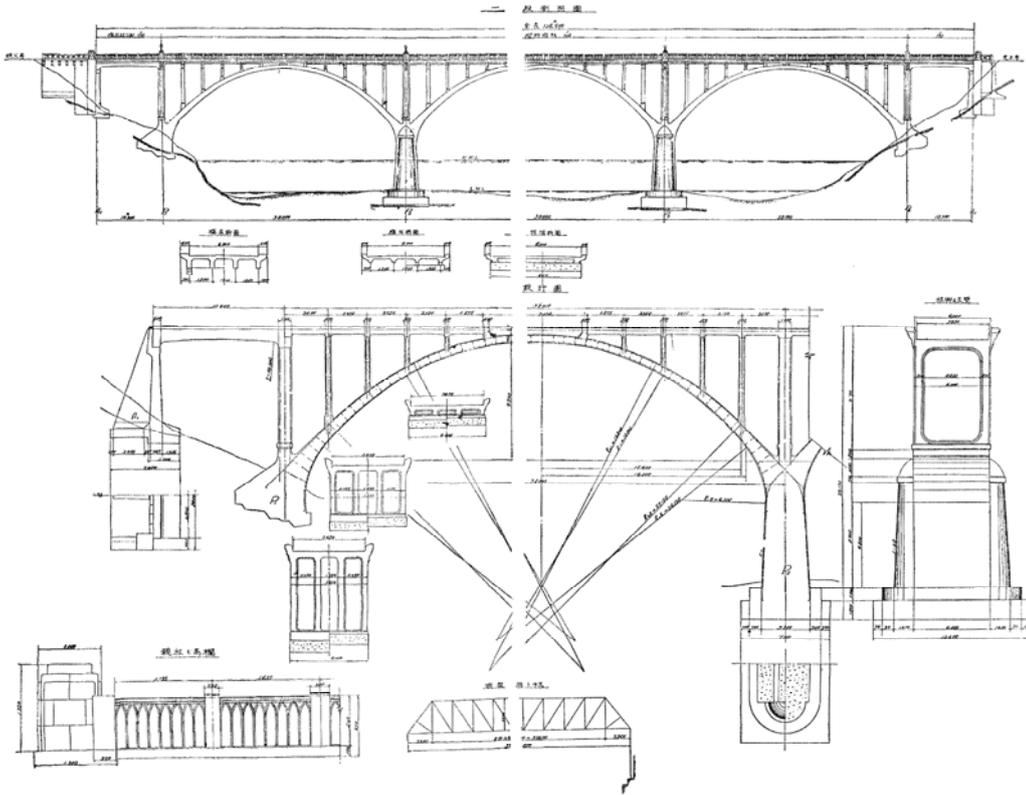
3.4 竣工時の記録

既往文献の橋梁一般図より、アーチ支柱上部と主桁下面には実線が表記され、近接目視の結果から隙間を確認したので、アーチ支柱上部と主桁は分離構造と考えられる。

橋梁一般図（既往文献より）

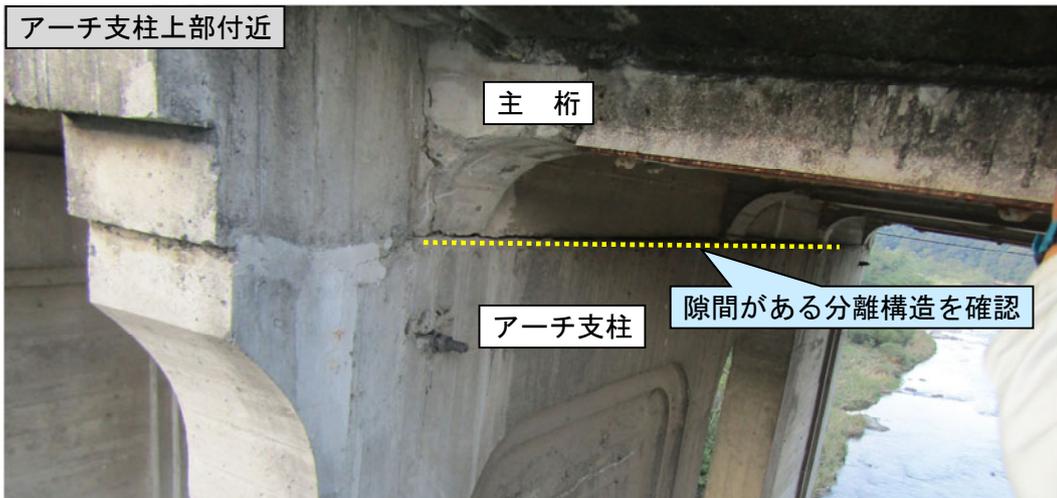
工事概報昭和六年七月號

(4) 秩父橋構造概略圖



- 14 -

- 15 -



3.5 現在の主な損傷

(1) アーチアバット基礎

右岸側の斜面上のアーチアバットは、基礎部の表土が侵食しているため、支持層となる岩が
大気に触れ風化が進行することによって、岩の強度が低下して基礎支持の耐荷力が低下する
可能性がある。



図 3.5.1 右岸側のアーチアバット

(2) 橋脚基礎

橋脚基礎は根固め工事が行われ、過去にも河床高変化（洗掘）に対する懸念があったと推測
される。現時点において河床高の変化（洗掘）が確認され、今後、洗掘が進行すると橋脚基礎
の耐荷力が低下する可能性がある。

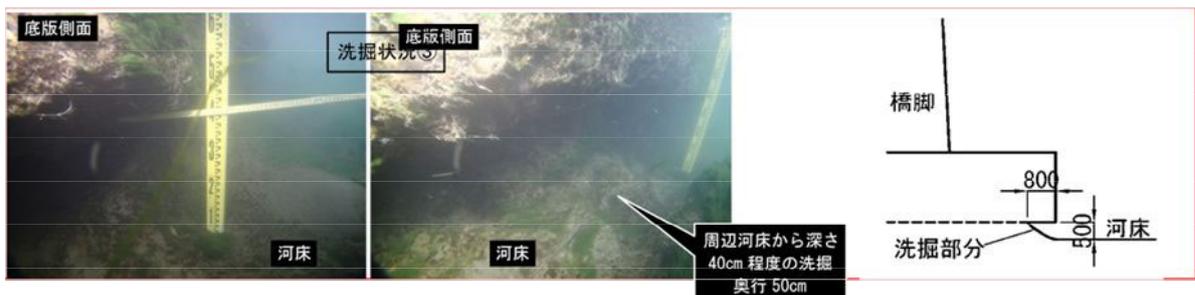


図 3.5.2 橋脚基礎の水中調査

(3) 補強鋼板の腐食、うき

近接目視、打音点検より、床版・主桁下面の補強鋼板は腐食、うきが生じている。

また、今回打音した範囲のアンカーは健全であったが、定期点検ではアンカーのゆるみが確認されている。



図 3.5.3 床版・主桁下面の補強鋼板

(4) 床版内部の損傷

床版の詳細調査の結果、床版コンクリートにはアルカリ骨材反応および複数のひびわれが発生している。

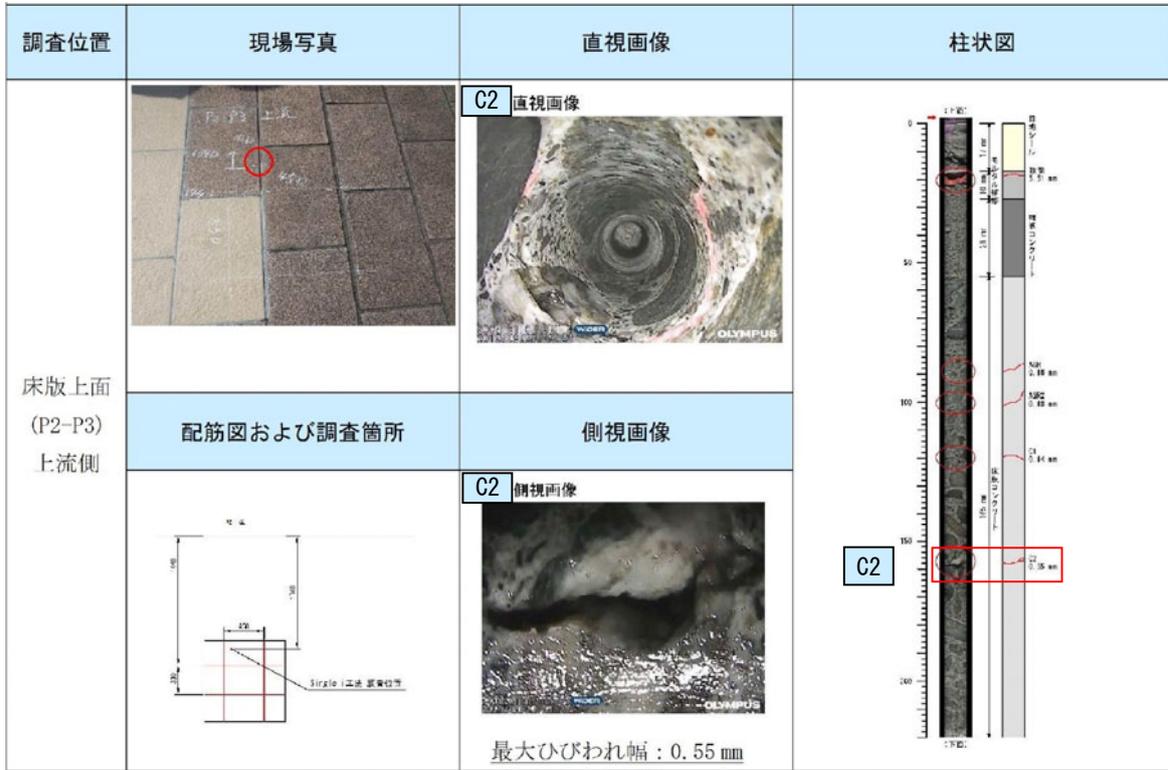
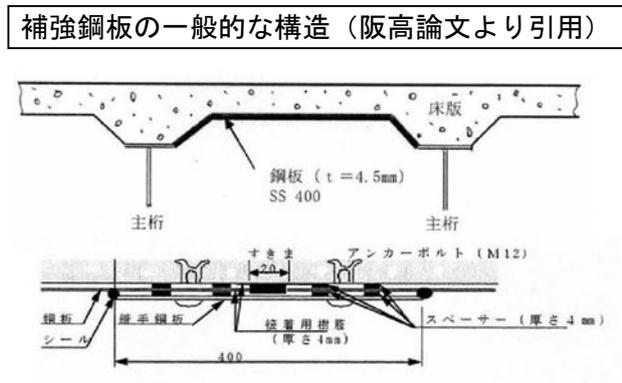


図 3.5.4 床版内部の状況

(5) 補強鋼板

補強鋼板は既設コンクリートと全面的に接着剤とアンカーで固定化された補強構造である。アンカーは鉄筋干渉の関係で床版内部まで定着していない構造事例が多く、接着剤を介した応力伝達が主な経路である。



(6) コンクリート圧縮強度

床版のコンクリート圧縮強度試験の結果より、コンクリートの圧縮強度は約 50N/mm²であった。

調査箇所	試験結果	設計基準強度（推定値）
①床版（P1-P2 間）	50.1 [N/mm ²]	180 [kg/cm ²]
②床版（P3-P4 間）	48.7 [N/mm ²]	※18 [N/mm ²]

圧縮強度試験の状況



(7) 異形棒鋼の使用

異形棒鋼は明治時代は輸入品が使用されており，関東大震災を契機に異形棒鋼の使用が少なくなり，丸鋼の採用が主となった。

秩父橋では，床版のはつり調査，アーチリブの鉄筋露出などの状況から当時では珍しい異形棒鋼が使用されている。

床版はつり，鉄筋調査



秩父市より受領資料

秩父橋 第4径間 アーチリブの鉄筋露出



(8) 配筋調査

床版鉄筋の調査においては、床版はつり部で鉄筋径、鉄筋間隔、かぶりなどを計測した。鉄筋は当時では珍しい異形棒鋼であり、鉄筋径はD16、D13であった。

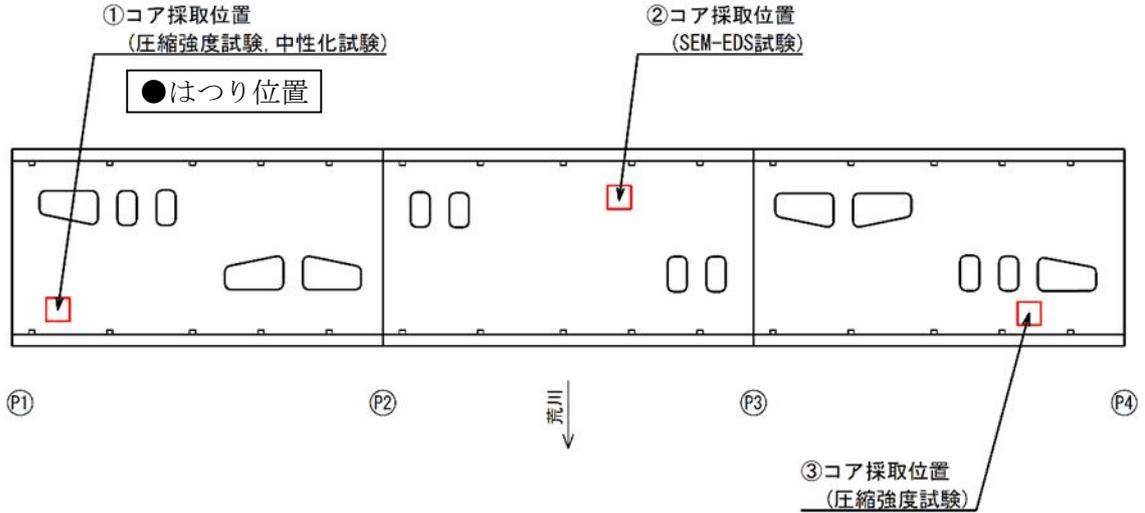


図 3.5.5 平面図 はつり位置

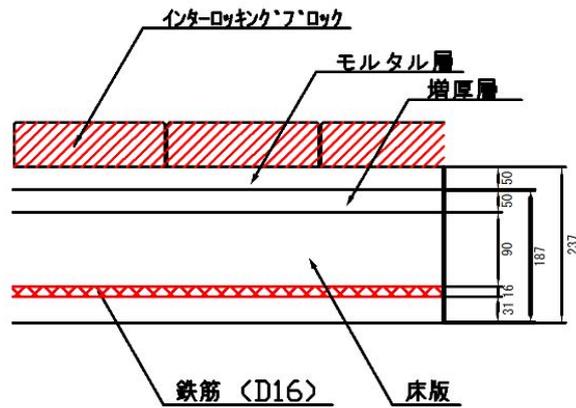


図 3.5.6 床版断面図 計測結果



図 3.5.7 はつり、計測状況

3.6 その他の秩父橋の利用（付随される価値）

現在の秩父橋は地域の生活道路の他に文化財などとして、住民や観光客に親しまれている。

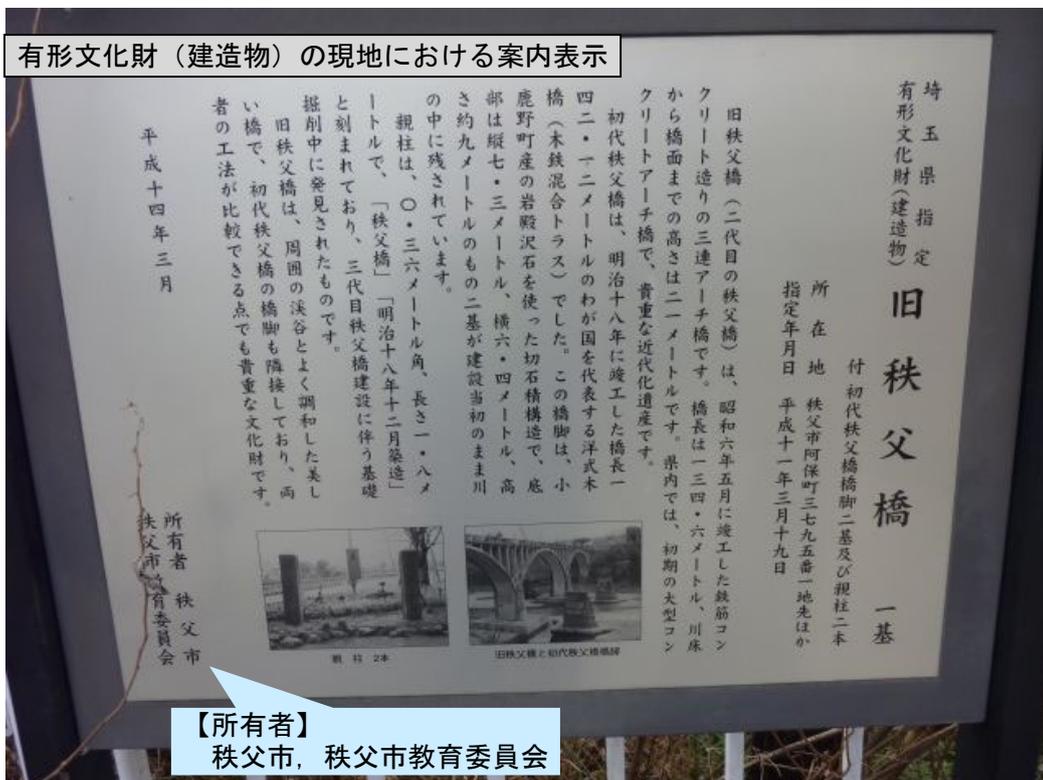
(1) 文化財

●県指定有形文化財（建造物）平成11年3月19日指定

秩父橋（二代目の秩父橋）は、昭和6年5月に竣工した鉄筋コンクリート造りの三連アーチ橋で、橋長134.6m、幅員6m、現在は橋上公園として利用されている。県内では初期の大型コンクリートアーチ橋で、貴重な近代化遺産の遺構である。

また、初代秩父橋は明治18年に架設され、我国でも最も古い時代のトラス橋に属している。現在は橋脚2基、親柱2本だけが残っているが、明治期の築造技術の粋を集めた橋梁技術史のうえからも貴重な構築物といえる。親柱に明治18年12月築造銘があり、橋脚は小鹿野町産の岩殿沢石を使った切石積構造となっている。

有形文化財



(2) 祭 事

秩父橋付近の河川敷では、川瀬祭りが毎年7月に開催されている。

(3) 江戸巡礼古道

秩父橋は江戸巡礼古道になっており、札所巡りにおいて荒川を渡河する重要な橋梁になっている。

4. 技術的助言

(1) 総論

秩父橋に関する既存資料（施工の状況写真、定期点検結果、補修履歴、道路台帳）や構造特性、周辺環境等に着目し、近接目視、並びに、測量、強度試験や地質調査を実施した。その結果に基づき、秩父橋の健全性および今後の維持管理方法に関して、技術的観点から以下のとおり助言する。

(2) 本橋の構造概要

秩父橋の上部構造は鉄筋コンクリート製の3連アーチにて構成されている。橋脚および橋台は、鉄筋コンクリート、基礎は直接基礎が採用されている。埼玉県から秩父市へ移管された昭和62年からは、橋面は歩道として供用されている。また、橋の下の河川敷は、毎年7月に多くの市民が参加して賑わいを見せている川瀬祭りが開催されている。

橋梁一般図からは、主桁や床版は各橋脚上と各アーチの頂点に構造目地が設けられており、支柱上では連続構造であることから、構造的な観点から主桁や床版が脱落して道路利用者や河川敷利用者へ被害を及ぼす可能性は低い。

時期と理由を既存の資料では確認できなかったが、過去に車道として供用していた時に、活荷重の増加に伴う対応と推定される鋼板による補強が主桁と床版に施されている。また、昭和6年当初は厚さ15cmにて施工された床版は19cmとなり4cm増厚されている。河川内の基礎は昭和51年に埼玉県により拡幅されている。なお、直上に位置する先代の秩父橋橋脚から当該橋のP2橋脚まで洗掘対策の護床工として、広範囲にコンクリートが打設されている。

建設当時の記録誌によると、アーチリブにはD16やD13の当時では珍しい異形鉄筋が使用されている。また、1m³あたり約15kgの鉄筋が使用されている。施工当時の写真では、アーチリブの鉄筋は均等に配置されており、せん断力に対して弱点となる位置はないと考えられ、せん断力により特定の部位が破壊され、全体の構造安全性の喪失につながる可能性は低い。

(3) 現状

本橋は、アーチ構造であることから、その安全の確保のためには、アーチ部材の形状が保たれ、また、コンクリート断面を介して圧縮力が基礎地盤へと伝達されること、あわせて、基礎が安定することが継続的に確保できることが重要である。この点について、本橋の状態を確認したところ、以下のとおりであった。

P4アーチアバットが定着している岩に表層部の浸食が確認され、アーチアバットの底板の一部が露出していた。背後から地下水と思われる水の流下の痕跡も見られ、継続的に浸食されている疑いも考えられる一方で、これまでの出水の折りに浸食されたことも考えられる。河川内に設置されたP2、P3橋脚の基礎には洗掘が確認された。

アーチ部材にはコールドジョイントが確認された。コールドジョイントの目地は経年劣化により角かけや浸食により拡大している。

アーチ、橋脚、橋台、直接基礎にはアルカリ骨材反応が疑われるひびわれは生じていない。しかし、後述のように縦桁等にアルカリ骨材反応が生じていることから、下部構造についても骨材について調べた。

橋脚は経年の割にひびわれが少なく、密実なコンクリートの状態であり、アルカリ骨材反応特有のひびわれや白色析出物も見られず、コンクリート表面に露出している。骨材にも反応性リム等は見られないことから、上部工とは違う骨材を使用している、もしくは密実なコンクリ

ートであるため、橋脚のコンクリート内部へ浸水することがなく、骨材が反応する状況にないことも考えられる。

測量を行ったところ、形状・位置の顕著な異常は見られなかった。また、コンクリートの強度は、反発硬度試験では約 36N/mm² の推定強度が確認された。この他、耐荷力に影響を与えるような変状、異常は見られなかった。

床組みやそれらを支える支柱については、それ自体の変状で本橋全体が不安定となることはないものの、いずれが不安定になっても、部分的には橋面の脱落が生じ得るものである。この点を踏まえて、本橋の状態を確認したところ、以下のとおりであった。

主桁、横桁および床版に、アルカリ骨材反応と考えられるひびわれが全体的に見られた。コアを採取して、アルカリ骨材反応性試験を実施したところ、使用している骨材は反応性骨材と判定された。

供用開始から 88 年が経過しているにもかかわらず、アルカリ骨材反応が見られる状況を考察すると、供用当初の活荷重は約 8t と小さく、防水層はなかったものの密実なコンクリートによる防水効果が高かったと考えられる。その後の高度経済成長期以降の車両の増大や大型化に伴い、作用する活荷重が増大し、鋼板による補強を施されつつも、繰り返される自動車交通による荷重により舗装に留まらず、主桁や床版にひびわれが生じたものと推定される。その後橋面舗装等の上面からの浸水により、供用後に数十年経過した後にアルカリ骨材反応が始まり現在に至ると推定される。

上部工には錆汁を伴う漏水・遊離石灰が見られる。また、これらのひびわれからは、漏水・遊離石灰、一部には錆汁のようなものが見られた。コンクリート内部に水みちが生じていると考えられる。床版と横桁の間に隙間が見られた。この点について、当時の施工の過程を記録した写真や橋梁一般図等から接合方法を調べたところ、支柱上では支柱と主桁・床版との間には目地を示す実線が示され、現地調査の外観目視においても、支柱と主桁・床版との間に目地が見られたことから、支柱と主桁・床版は分離構造であると推定される。

アーチ支柱と床版、主桁との間に隙間が生じている径間が見られた。補強鋼板と主桁や床版との接着は樹脂系接着剤にて固定されている。

アンカーボルトと鋼板の重量の関係からは、アンカーボルトが健全かつ均等に働くのであれば、計算上は、十分な本数である可能性が高い。そこで、アンカーボルトの定着部については特に重点的に確認した。アンカーボルト周りで鋼板には腐食・減肉が見られないこと、また、アンカーボルトについて打音検査を行ったところ、接着不良を示すうきは確認されたがアンカーボルトの脱落はなかった。

鉄筋の状態を確認した際に床版コンクリートを下面まで削孔して、補強鋼板との接触面を確認したところ、滞水が見られた。

橋梁点検車をこの橋に積載するにあたり、これを利用して、主桁と床版の補強鋼板の応答をひずみゲージで計測した。ひずみゲージは、うきが見られず、健全と思われる補強鋼板と、うきが見られる補強鋼板のそれぞれに設置した。計測した結果、うきが見られない補強鋼板と、うきが見られる補強鋼板を比較したところ、うきが見られる鋼板のひずみは、うきが見られない補強鋼板の約半分程度と小さいことから、応力が十分に伝達されていないことがわかった。

(4) 診 断

(下部工)

現状では、基礎地盤の浸食、洗掘の状態を考慮しても、大規模な出水や地震等がない場合には、下部構造は安定した状態にあると考えられる。また、床組みについても、ひびわれ、漏水・遊離石灰および錆汁が見られるものの構造が鉄筋コンクリートであることを考え合わせれば、一部の部材が直ちに脱落する可能性は小さいと考えられる。したがって、適切な維持修繕を行うことで、歩道としての継続的な利用に支障はないと言える。

P4 アーチアバットが定着している地盤を今回調査したところ、堅固な泥岩であることが確認された。また、今回浸食が確認されたのは支持層である泥岩の上の風化泥岩であり、今後も背後からの流水が継続されればアーチアバットの耐力力の低下につながる可能性がある。

これらの浸食および洗掘が継続し、出水時に拡大することで基礎に変状が生じると、アーチとしての姿勢を保てなくなり、不安定となることが懸念されることから、水みちの排除、出水に対する防護などの対策を講じるのがよい。なお、P3 橋脚の洗掘対策として、現状では河床にコンクリートが打設されているが、転石等により破損しており橋脚基礎の保護の機能が低下している。したがって、既存の対策の有効性も適宜再評価し、対策方法の検討に反映させるのがよいと言える。

アーチリブのコールドジョイントには、致命的な損傷・変状は見られず、腐食環境もよいことから、耐力力が低下している可能性は低いと言える。今後、大規模な地震への対応や耐久性を確保する観点から繊維巻立て工法等による補修・補強も考えられる。一方で、補修・補強材を巻き立てることにより、コールドジョイントが不可視となることから損傷や変状の程度を正確に把握できず、適切な診断ができない可能性がある。

このため、アーチリブの形状の計測とコールドジョイントの外観目視を記録し、それらとともに計測、記録した条件を保管し、定期的と同程度以上の条件にて計測、記録した結果と対比するとよい。その結果、アーチリブの天端の形状に動きが見られる、コールドジョイントの周辺から水染み、錆汁の滲出が見られた場合は、補修を検討する必要がある。

アーチリブは、アーチ支柱と同様にコンクリート内部から錆汁を伴う漏水・遊離石灰の析出なども見られず、アーチリブとして耐力力が低下している可能性は低いが、コールドジョイントが経年劣化による角かけや浸食により拡大しており、今後は定期点検毎に前回の結果を正確に対比して損傷、変状の予兆を早期に捕捉するのがよいと言える。

アーチ支柱、アーチリブには致命的な損傷・変状は見られず、腐食環境もよいことから、耐力力が低下している可能性は低いが、コンクリートにて構成されるため想定外の方向からの荷重への抵抗は小さく、現在の姿勢を変化させる事象を予防するための措置と姿勢の変化を鋭敏に捉えられるような工夫をするとよいと言える。

(上部工)

本橋の主桁と床版は、鉄筋コンクリート構造であり、当時では珍しい異形棒鋼が採用されている。採取したコアを試験したところ約 50N/mm² の圧縮強度が確認された。点検および調査にて確認した主桁や床版のコンクリートの損傷・変状に、鉄筋コンクリート構造特有のせん断ひびわれや主鉄筋の腐食は見られず、コンクリート打設後の乾燥収縮および経年劣化によるものと推定される。

主桁と床版のコンクリートに見られるアルカリ骨材反応は、今後も進展する可能性は否定できないことから、まずは止水対策をする必要があり、橋面防水を施すのがよい。その後の経過観察の観点として、ひびわれからの漏水や遊離石灰の滲出の状況と、それらの滲出が著しくな

る、もしくは錆汁が混入し始めた場合には再度の防水対策と併せて補修・補強策を検討するのがよいと言える。

一方で、脆弱化が見込まれるコンクリートにアンカーボルトにて固定された補強鋼板は、今後、コンクリートの劣化に伴い脱落するリスクは増加の一途を辿ることから、床版やアーチ支柱の点検の合理化と補強鋼板のリスク低減を併せれば、点検等の維持管理の容易さを確保するために改造することも選択肢として考えられる。

なお、床版や床組みを交換しない場合であっても、補強鋼板を撤去することも考えられる。補強鋼板があることによりコンクリート内部に滞水しやすく、アルカリ骨材反応を促進するほか、目視がし難い補強鋼板の裏面の腐食の要因にもなっている。

また、ひびわれが生じたコンクリートにアンカーボルトを定着することは、本来、アンカーボルトの適用条件として望ましくない。そこで、長寿命化のためには、むしろこの補強鋼板を外すことも考えられる。

一方で、橋梁点検車（車両重量 7.91t、軸重 5.67t）を載荷させたときの補強鋼板の応力度から判断すると、それが無い場合の計算値に比べてコンクリートの応答をわずかながら低減させる効果は見られるものの計算上の補強効率ほどは期待できないようである。また、今回の載荷重試験により補強鋼板が荷重に対して抵抗していることが確認できたため、アンカーボルトの腐食による破断している可能性は低いと言える。

現在は車両の通行は禁止されており、設計時点に比べて活荷重による負荷が遙かに減っていることからすると、耐荷性能の観点からも補強鋼板を外すことが可能と考えられる。

加えて、主桁や床版のコンクリート内部と補強鋼板の裏面の滞水によりアルカリ骨材反応が進行し、ひびわれの発生が拡大すると、床版、主桁コンクリートの耐荷力の低下に加えて、補強鋼板を固定しているアンカーボルトの定着も損なわれる一方であり、補強鋼板が落下する可能性があり、第三者被害防止の観点においても補強鋼板を外すことが考えられる。

現状では、橋面舗装等の上面からの水の浸入は避けられないことから、可能な限り上面からの水の浸入を防ぐとともに、主桁や床版の下面や側面等では、水が滞留しないように現状のままとすることも考えられる。

その場合は、床版の下面や主桁側面のひびわれの処置について、補強鋼板を撤去した後に、ひびわれの挙動を計測するなどの経過観察も実施した上で検討するのがよいと言える。

(5) その他

道路橋定期点検要領（平成 31 年 2 月国土交通省道路局）の付録には、溝橋（ボックスカルバート）についてではあるが、合理的な定期点検の計画を立てるときに参考にできる情報が記載されている。これも参考にしながら、本橋のアーチリブについても、今後、構造の特徴を踏まえ、診断に必要な情報を得るための工夫をする余地があると考えられる。

たとえば、アーチ橋という構造特性を考えれば、アーチ構造が保たれ、コンクリート断面を介して確実に圧縮力が基礎地盤で伝達されている、基礎の安定が確保されていることを確実に確認できることが重要である。また、アーチリブについては、外観状態の変化を把握することが重要であるが、溝橋（ボックスカルバート）の例や実績も参考に状態変化を把握する方法を工夫していくことが考えられる。

また、地震や出水などの災害発生後には、アーチリブの形状、P2、P3 橋脚に見られた洗掘および P4 アーチアバットの浸食対策後の状態、また、経年劣化による角欠け等により拡大したアーチリブのコールドジョイントの状態を確認するのがよいと考えられる。

今回の直轄診断ではアーチリブの測量データや打継目の状態を詳細に記録したので、これらの合理化・高度化のために適宜活用されたい。

以 上

5. 調査結果

5.1 調査結果の概要

現地調査では近接目視調査により橋梁全体の状況を把握するとともに、上部構造については部分はずり、コア採取による室内試験などを実施した。下部構造は基礎部の変状状況の確認を行った。また、橋梁点検車を載荷しての補強鋼板のひずみ計測を実施した。

表 5.1.1 直轄診断で実施した主な調査内容：耐荷力の確認

目的	対象部材	主な調査項目
耐荷力の確認	床版および主桁	<ul style="list-style-type: none"> ・近接目視 ・床版厚、かぶり、配筋調査 ・コンクリートの圧縮強度試験 ・アルカリ骨材反応性骨材試験 ・床版内部のひびわれ状況調査 ・補強鋼板の板厚調査 ・補強鋼板のひずみ調査（静的） ・補強鋼板のひずみ調査（動的） ・補修履歴確認
	橋脚および橋台	<ul style="list-style-type: none"> ・近接目視 ・コンクリートの圧縮強度試験
	基礎	<ul style="list-style-type: none"> ・近接目視 ・洗掘状況調査
	アーチリブ	<ul style="list-style-type: none"> ・近接目視
	アーチ支柱	<ul style="list-style-type: none"> ・近接目視
	アーチアバット	<ul style="list-style-type: none"> ・近接目視 ・地形状況調査 ・標準貫入試験

表 5.1.2 直轄診断で実施した主な調査内容：耐久性の確認

目的	対象部材	主な調査項目
耐久性の確認	床版および主桁	<ul style="list-style-type: none"> ・近接目視 ・床版厚、かぶり、配筋調査 ・コンクリートの中酸化試験 ・補修履歴確認
	橋脚および橋台	<ul style="list-style-type: none"> ・近接目視
	基礎	<ul style="list-style-type: none"> ・近接目視
	アーチリブ	<ul style="list-style-type: none"> ・近接目視
	アーチ支柱	<ul style="list-style-type: none"> ・近接目視
	アーチアバット	<ul style="list-style-type: none"> ・近接目視

5.1.1 実施日

令和元年8月6日～令和元年11月15日

5.1.2 調査状況

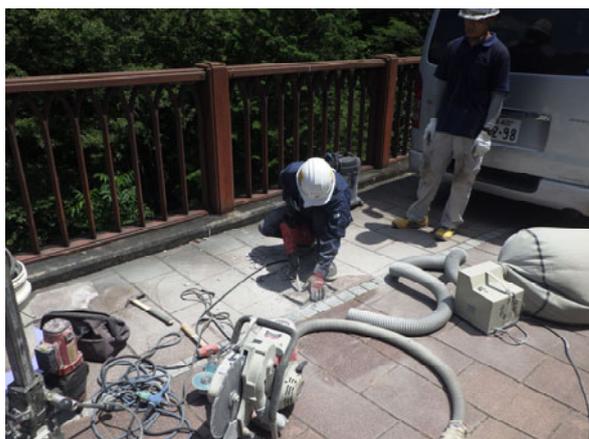


写真 5.1.1 調査状況

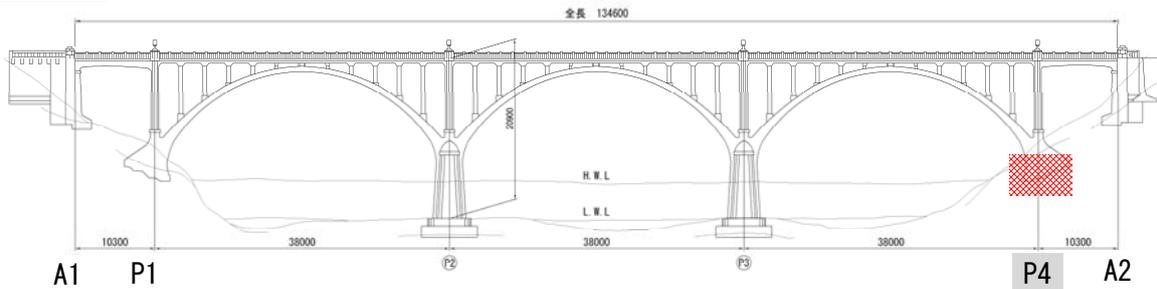
5.2 近接目視， 測量・地質調査

5.2.1 アーチアバット

(1) 近接目視

橋台，アーチアバットの近接目視より，右岸側アーチアバット（P4）に侵食を確認した。他のA1，P1，A2は，侵食されていないことを確認した。

側面図



1) 右岸側アーチアバット：P4

アーチアバットのフーチング前面のコンクリート版部分の表土が侵食している。周辺には沢のような水の流れた地形があり，背面の道路からの雨水が流れて表土を侵食させていると考えられる。

【P4】



P-3 右岸側橋台下部全景
基礎は岩盤（泥岩）の上になっているが，沢側が洗掘を受けている



P-14 右岸側橋脚基礎部を西側からのぞむ
基部コンクリートが洗掘を受けている。



P-16 右岸側橋脚付近全景
橋脚の東西に小沢が流れている

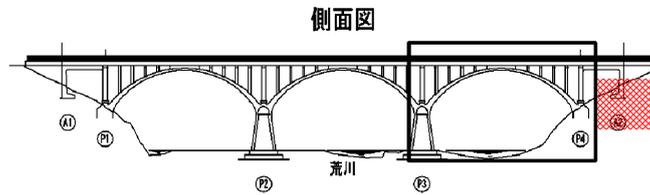
2) 右岸側橋台 : A2

右岸側橋台の基礎付近の表土は侵食されていない。

【A 2】



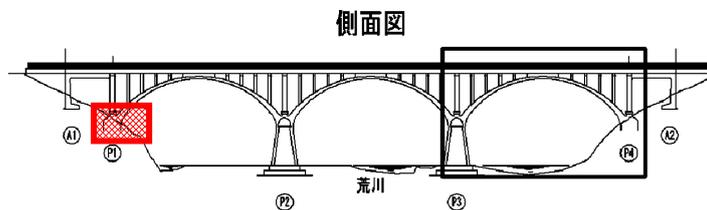
P-11 右岸側橋台より東側の橋台をのぞむ
とくに大きな問題はみられない。



3) 左岸側アーチアバット : P1

左岸側のアーチアバットの基礎付近の表土は侵食されていない。

【P 1】



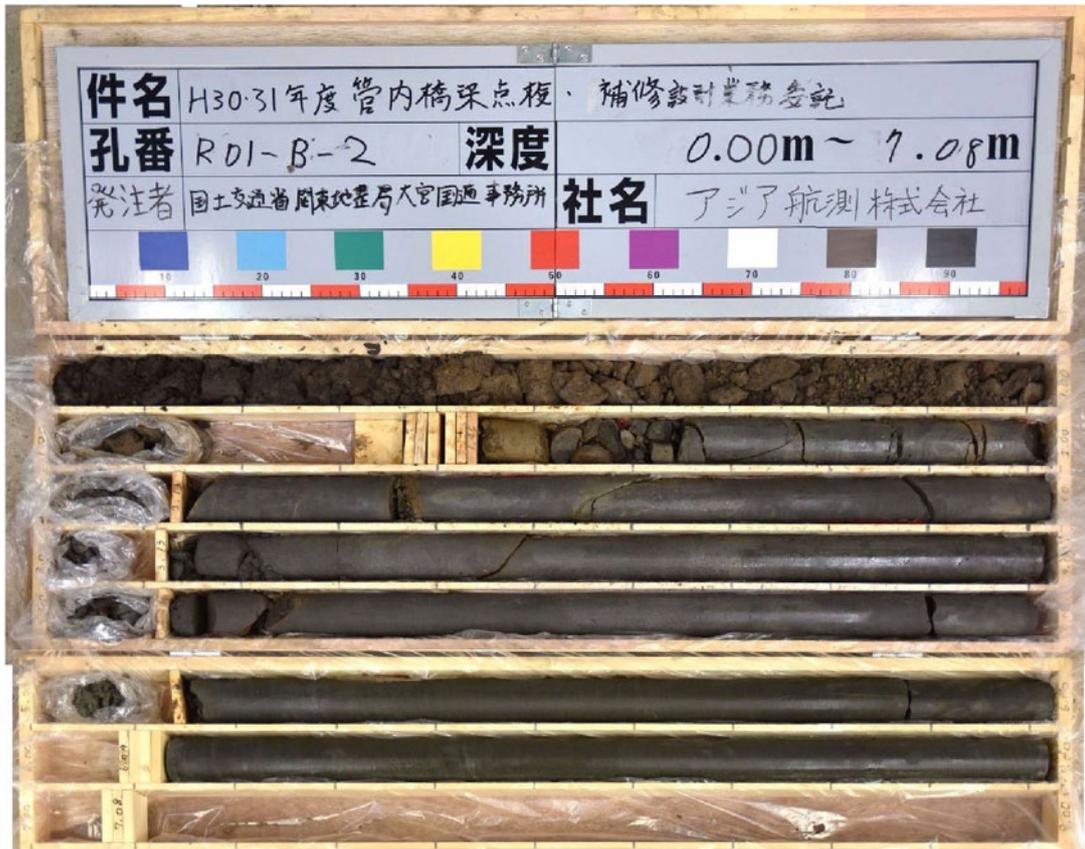
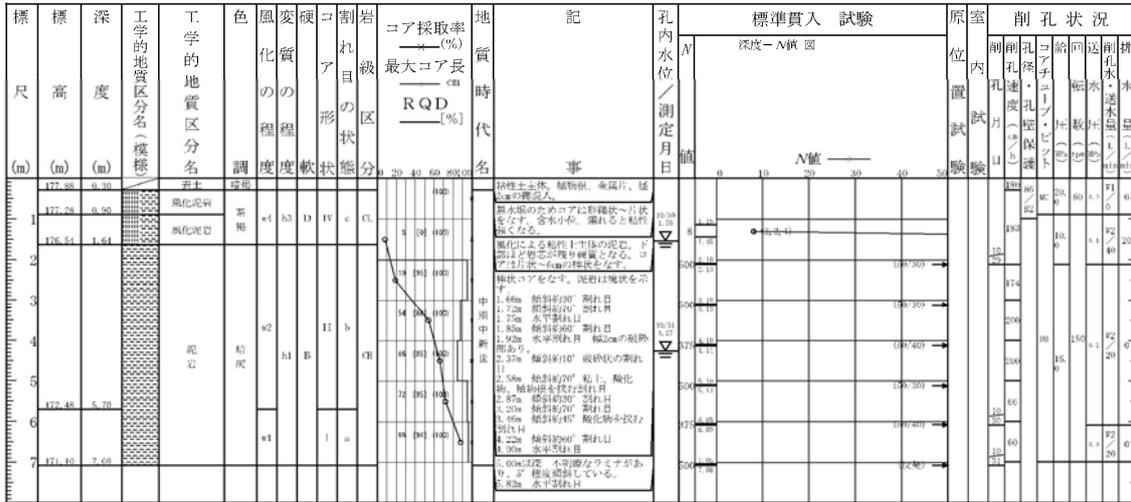
岩盤ボーリング柱状図

調査名

事業名 または 工事名 H30・31年度管内橋梁点検・補修設計業務委託

調査目的及び調査対象 道路 橋梁・高架

ボーリング名	R01-B-2	調査位置	埼玉県秩父市秩父橋	北緯	36° 01' 6.57"
発注機関	国土交通省 関東地方整備局 大宮国道事務所	調査期間	2019年 10月 23日 ~ 2019年 10月 6日		
調査業者名	三井共同建設コンサルタント・アジア航測設計共同 電話 044-967-6240	主任技師	現場代理人	コピ定者	小林公一 第18312号
ボーリング責任者	佐々木英二				
孔口標高	T.P. 178.18m	角	方位	地盤勾配	使用試験機
総削孔長	7.08m	度	方位	勾配	エンジン
				ポンプ	BG-3C

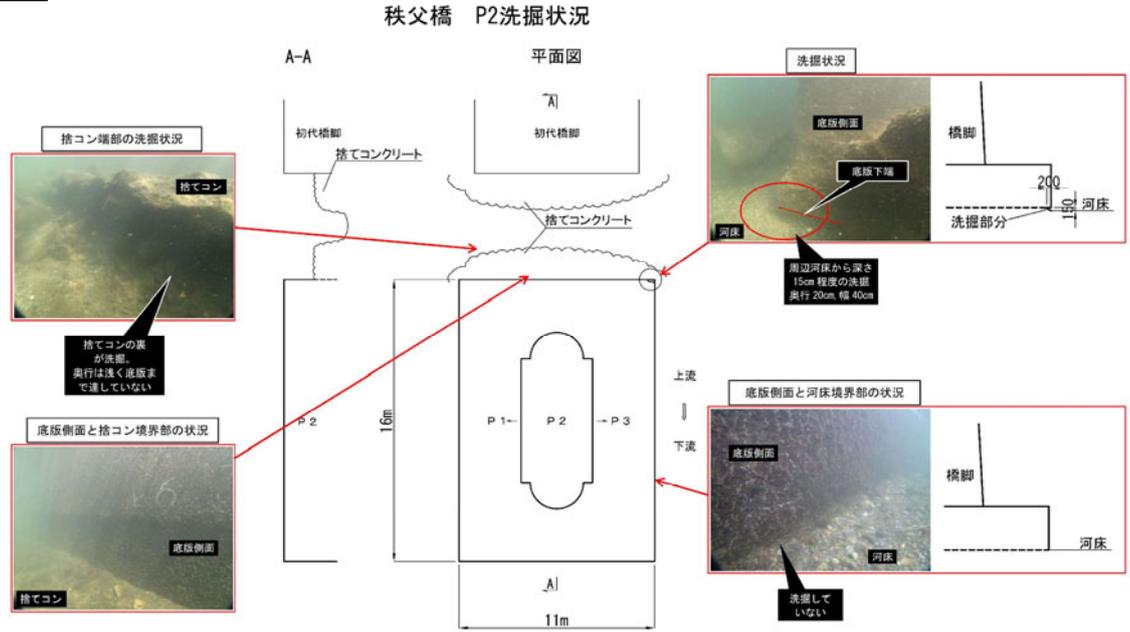


R01-B-2 ボーリングコア写真

5.2.2 橋脚基礎の洗掘

初代秩父橋の存置橋脚基礎から、秩父橋橋脚は過去に根固工（護床工）と推測されるコンクリートが施工されている。潜水士による水中調査で破損し一部洗掘していることを確認した。

P2 橋脚



P3 橋脚



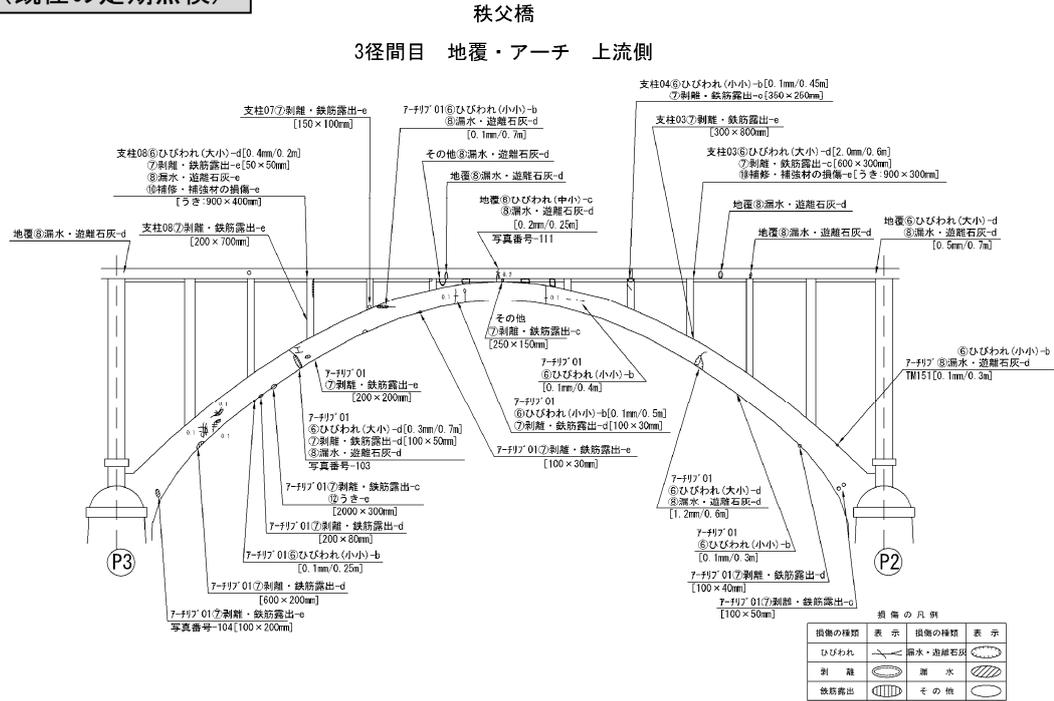
5.2.3 アーチリブ

既往の定期点検で確認されたアーチリブに経年劣化にて角かけや侵食により拡大したコールドジョイントが見られた。

アーチリブのひびわれ部



損傷図（既往の定期点検）



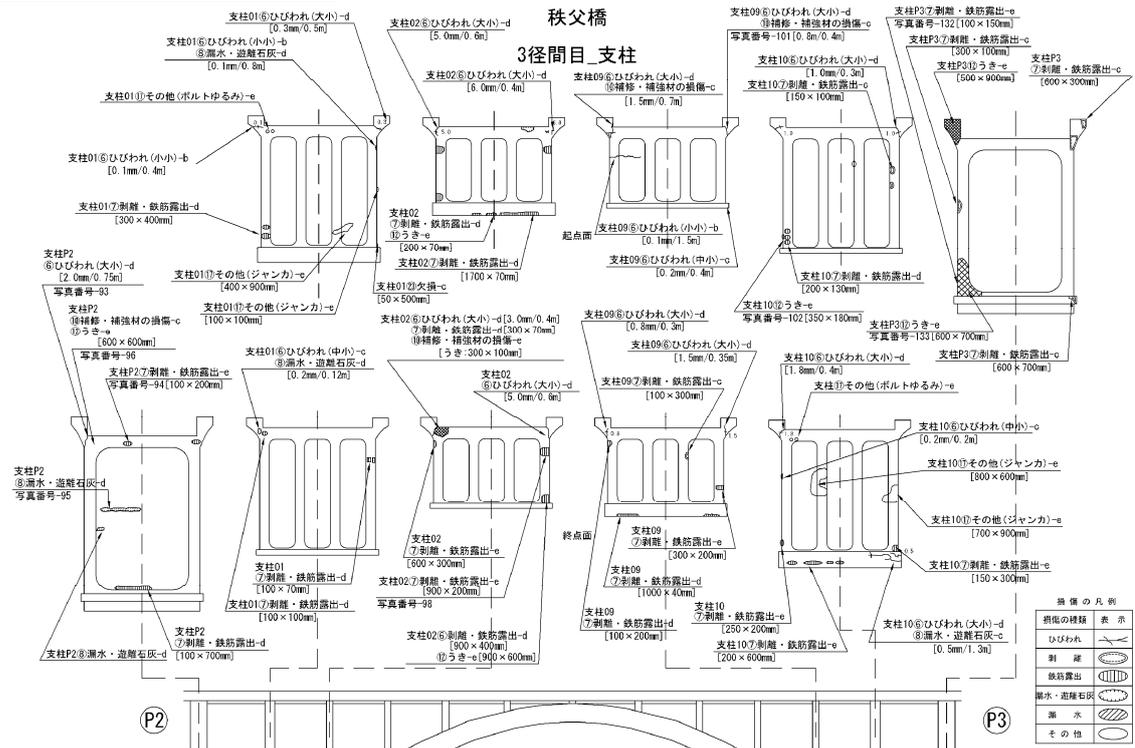
5.2.4 アーチ支柱

アーチ支柱はひび割れが確認された。錆汁を伴う漏水、遊離石灰の析出は見られない。

アーチリブのひびわれ部



損傷図 (既往の定期点検)



5.2.5 形状・位置の確認

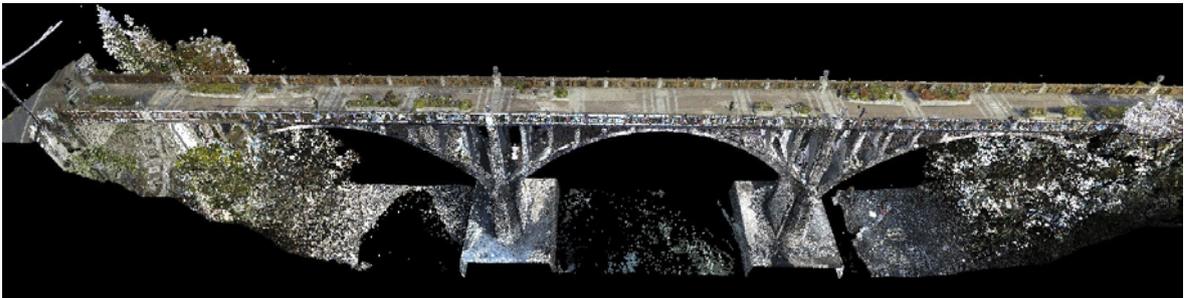
秩父橋の形状・位置について、地上レーザスキャナ機を用いた点群データの取得による測量を行った結果、顕著な異常は見られなかった。

(1) 段彩図による変状の抽出

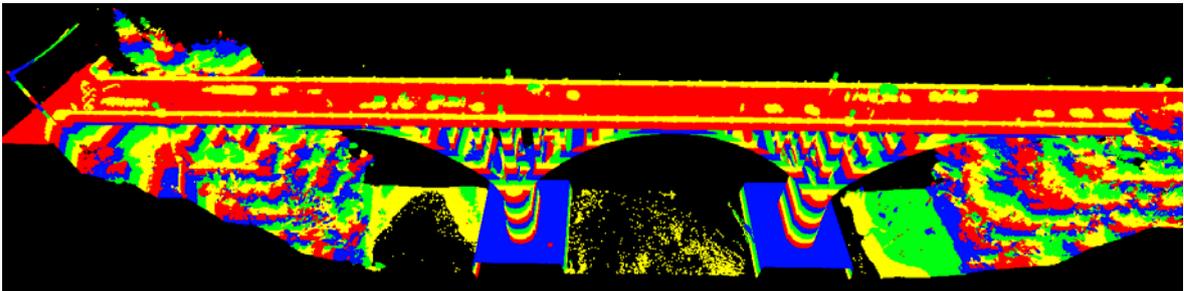
形状寸法の変化度を把握するため構造物全体では高さ 1m 単位とし、寸法変化の少ない橋面は 1cm 単位として、色を変化させた段彩図を作成した。

段彩図の作成結果より、滑らかな面においては規則的に色が変化していくが、不規則な凹凸がある場合は不規則に色が変化していることを確認できた。

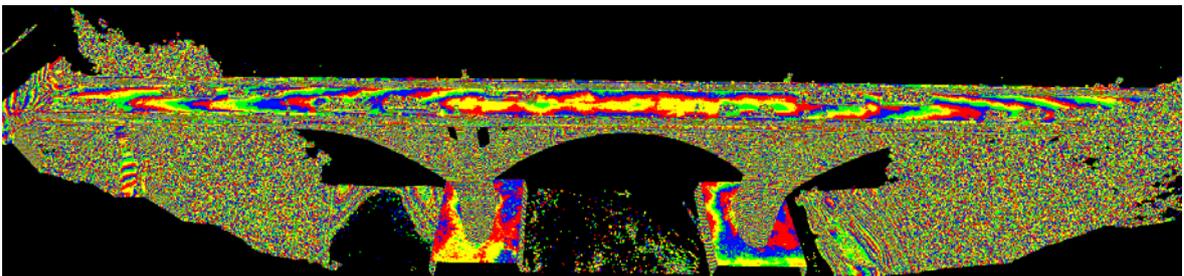
秩父橋の段彩図を以下に示す。



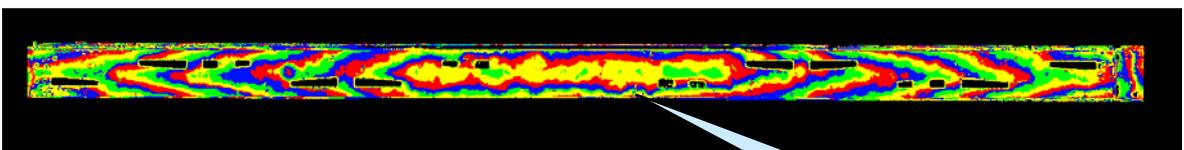
カラー点群全景



1m段彩図（青>緑>黄>赤の繰り返し）



1cm段彩図



舗装のみの段彩図

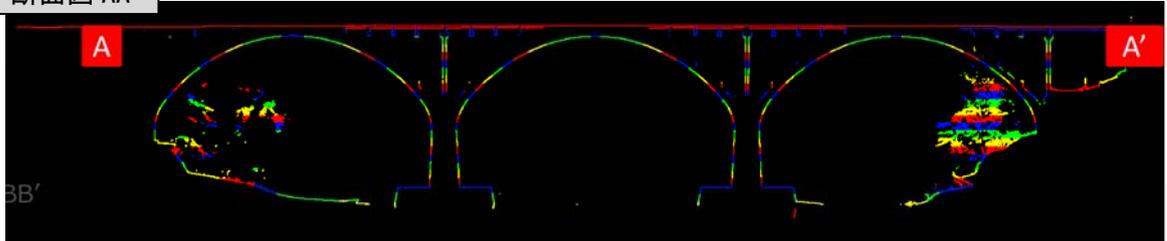
中央径間の路面は、黄色一色のため高さの変化が小さいと判断できる。

(2) 断面図（縦断面図）

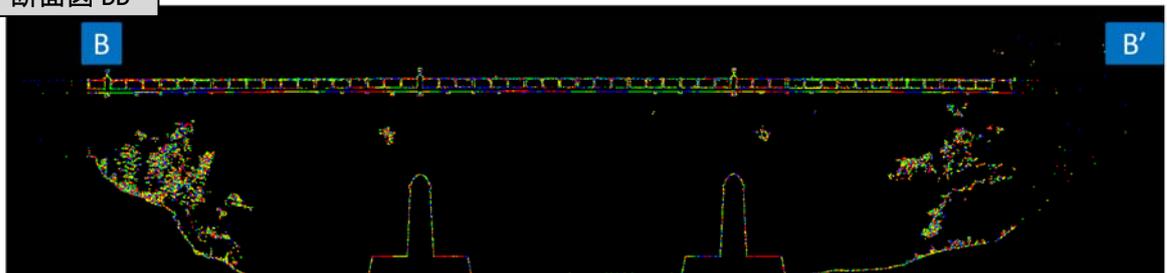
取得した点群から断面図を作成した。これにより、路面や地覆の縦断形状を把握した。



断面図 AA'



断面図 BB'



5.2.6 橋脚・橋台形状

橋台・橋脚は顕著な変状は見られなかった。橋脚、橋台の安定度に影響が懸念される橋脚の洗掘、アーチアバット部の表土の侵食が見られた。

下部構造の全景



橋梁の全景



5.3 詳細調査

5.3.1 下部工のコンクリート強度調査

(1) 目的

既往資料より、橋台のコンクリート強度が不明確なので、上部構造を支持する橋台、橋脚の状態を目安としてコンクリート強度を把握する。

(2) 内容

シュミットハンマーによるコンクリート強度測定を実施した。

(3) 調査としての評価

コンクリート強度（表面）は 36N/mm^2 であり、現行基準相当（ 24N/mm^2 ）である。

(4) 目的に対しての評価・考察

現時点で耐荷力を喪失するような損傷は見られない。

調査箇所	平均値 R	打撃方向	打撃方向補正 ΔR	基準反発強度 R_0	推定強度 $F (\text{N/mm}^2)$
① G2 主桁 (P1-P2 間)	53.7	+0°	0	53.7	50.2
② G2 主桁 (P2-P3 間)	52.7	+0°	0	52.7	48.9
③ P4 橋脚	42.7	+0°	0	42.7	36.2
④ A2 橋台	51.9	+0°	0	51.9	47.8

表-4.9 調査箇所位置

調査箇所	現地写真	
2.3 径間	① G2 主桁 (P1-P2 間)	② G2 主桁 (P2-P3 間)
P4 橋脚	③ P4 橋脚 (A2 側)	④ A2 橋台

5.3.2 床版内部のひびわれ

(1) 目的

事前のコア採取状況より、引き抜き時にコアの形状を保持することが困難であり、床版の内部損傷（ひびわれ）が進行していると推測した。

床版内部のひびわれ状況を原位置で確認するために小径の孔をあけて、小型カメラでひびわれ状況を確認することを目的に調査を行った。

(2) 内容

床版内部の小型カメラで観察した結果、当初施工の床版部で複数の水平ひびわれを確認した。水平ひびわれの他に白色の析出物（別途試験より ASR と推測）を確認した。

(3) 調査としての評価

- ①コンクリートは事前のコアと同じ3層構造（調整コン、増し厚部、当初床版）であった。
- ②ひびわれ：当初床版部で多く確認できた。
- ③白色の析出物：当初床版部で多く確認できた。
- ④当初の床版部で ASR などによってひびわれが発生し、床版内部の劣化が進行している。
- ⑤ひびわれ部に水が進入し、床版下面の鋼板で止水（排水しにくい）された状態であり、ひびわれ部の滞留水がさらに骨材反応の進行を促進している要因と推測される。

(4) 目的に対しての評価・考察

【他の調査結果との関連性】

- ①既往の文献の床版厚、コア抜き取り供試体と調整コン、増し厚部、当初床版部の状況が整合している。
- ②アルカリ骨材反応試験の結果により、白色の析出物が骨材との反応物であると推測される。
- ③浸透水試験より、試験直後に床版下面に色水が確認できなかったのは、タイル下面の他に床版内部のひびわれ部と鋼板上面に滞水していたと推測される。

・参 考：調査概要

水平ひびわれ調査の結果、各径間(A1～P4 間)の上流側、G1-G2 間上の床版において、水平ひびわれが生じていることが確認された。また、P3-P4 間の下流側の床版においては、水平ひびわれが生じていないことが確認されなかったが、白い析出物のようなものは認められた。

既往の調査から本橋の床版は ASR による劣化が確認されている。また、今回調査において水平ひびわれが各径間毎に生じていることが認められ、上流側の床版ではひびわれの進展が下流側に比べて進んでいる可能性があり、上流側の床版では下面に伝っている水道があると推測される。

各径間毎の床版上面からの水平ひびわれ深さおよび調査位置概要を次頁に示す。

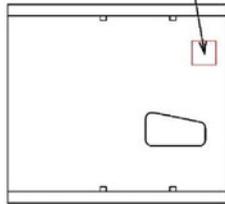


写真-2.2 水平ひびわれ調査状況

調査位置概要 (A1-P1間・上流側)

調査箇所概要 (秩父橋)

Single i工法 調査位置



A1

P1

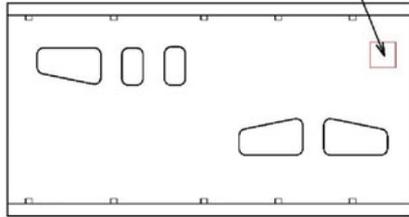
調査径間	ひびわれ深さ位置 (床版コンクリート部)	ひびわれ幅
A1-P1 (上流側)	122 mm : (C4)	0.21 mm
	149 mm : (C5)	0.46 mm
	161 mm : (C6)	0.08 mm
	185 mm : (C7)	0.21 mm
	194 mm : (C8)	0.30 mm

調査位置	現場写真	直視画像	柱状図
床版上面 (A1-P1) 上流側		<p>C5 直視画像</p>	
	<p>配筋図および調査箇所</p>	<p>C5 側視画像</p> <p>最大ひびわれ幅 : 0.46 mm</p>	

調査位置概要 (P1-P2 間・上流側)

調査箇所概要 (秩父橋)

Single i工法 調査位置



①

②

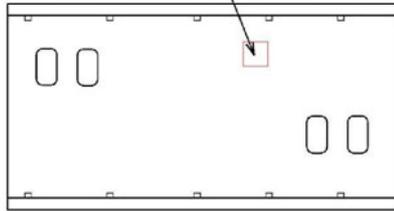
調査径間	ひびわれ深さ位置 (床版コンクリート部)	ひびわれ幅
P1-P2 (上流側)	67 mm : (C3)	0.44 mm
	92 mm : (C4)	0.18 mm
	107 mm : (C5)	0.18 mm
	123 mm : (C6)	0.57 mm

調査位置	現場写真	直視画像	柱状図
床版上面 (P1-P2) 上流側		<p>C6 直視画像</p>	
	<p>配筋図および調査箇所</p>	<p>C6 側視画像</p> <p>最大ひびわれ幅 : 0.57 mm</p>	

調査位置概要 (P2-P3 間・上流側)

調査箇所概要 (秩父橋)

Single i工法 調査位置



⒫

⒫

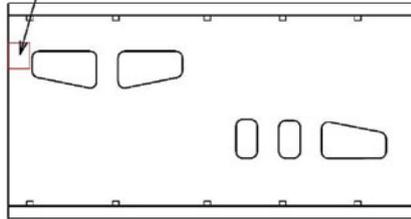
調査径間	ひびわれ深さ位置 (床版コンクリート部)	ひびわれ幅
P2-P3 (上流側)	88 mm : (ASR)	0.18 mm
	99 mm : (ASR2)	0.18 mm
	119 mm : (C1)	0.14 mm
	158 mm : (C2)	0.55 mm

調査位置	現場写真	直視画像	柱状図
床版上面 (P2-P3) 上流側		<p>C2 直視画像</p>	
	<p>配筋図および調査箇所</p>	<p>C2 側視画像</p> <p>最大ひびわれ幅 : 0.55 mm</p>	

調査位置概要 (P3-P4 間・上流側)

調査箇所概要 (秩父橋)

Single i工法 調査位置



(P3)

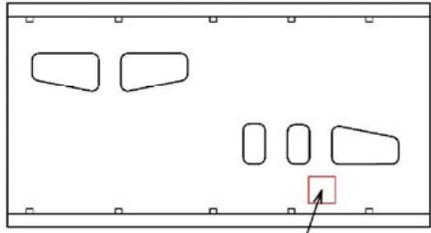
(P4)

調査径間	ひびわれ深さ位置 (床版コンクリート部)	ひびわれ幅
P3-P4	105 mm : (C1)	1.24 mm
(上流側)	119 mm : (C2)	0.21 mm

調査位置	現場写真	直視画像	柱状図
床版上面 (P3-P4) 上流側		<p>C1 直視画像</p>	
	<p>配筋図および調査箇所</p>	<p>C1 側視画像</p> <p>最大ひびわれ幅 : 0.55 mm</p>	

調査位置概要 (P3-P4 間・下流側)

調査箇所概要 (秩父橋)

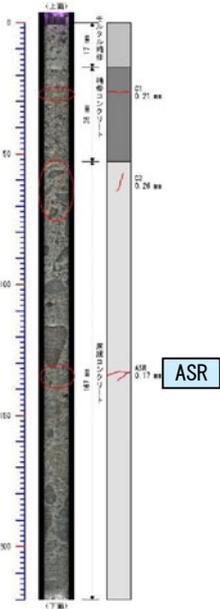
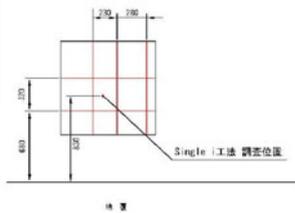


③ P3

④ P4

Single i工法 調査位置

調査径間	ひびわれ深さ位置 (床版コンクリート部)	ひびわれ幅
P3-P4	61 mm : (C1)	0.26 mm
(下流側)	133 mm : (ASR)	0.17 mm

調査位置	現場写真	直視画像	柱状図
床版上面 (P3-P4) 下流側		<p>ASR 直視画像</p> 	
	<p>配筋図および調査箇所</p>	<p>側視画像</p>	
	 <p>Single i工法 調査位置</p> <p style="text-align: center;">横置</p>	<p>ASR 側視画像</p>  <p>最大ひびわれ幅 : 0.17 mm</p>	

5.3.3 アルカリ骨材反応試験

(1) 目的

定期点検結果より、床版下面の鋼板は腐食が進行し、コンクリートが鋼板に覆われて目視が困難であったことから、コンクリートのアルカリ骨材反応の有無を把握するため、床版のコンクリートのコア採取してアルカリ反応性骨材試験を行う。

(2) 内容

アルカリ骨材反応試験を実施した。

(3) 調査としての評価

調査結果より、アルカリ骨材反応であることを確認した。

(4) 目的に対しての評価・考察

文献調査より、当初施工のコンクリートには現地の砂砂利が使用されており、上流部には反応性骨材がある地域であることから、床版には反応性骨材が使用されたと考えられる。床版内部には水平ひびわれが確認され、床版下面の補強鋼板によって床版内部に水が滞水しやすい状態であったことも骨材反応が生じた要因と推測される。

① 秩父橋竣工資料の抜粋

得んとするには拱橋の型式を探るのが最も相應しく、且つ附近に砂砂利の豊富なこと、またセメントも容易に得られるので将来の維持修繕費の僅少な鉄筋混凝土拱橋を採用することに決めた。その設計の概要を摘記すれば一

② 反応性骨材分布 (土木研究所資料)

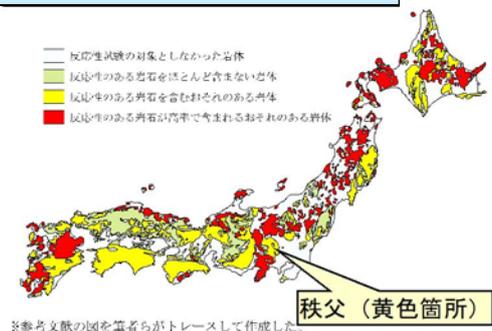


図-1 アルカリシリカ反応性骨材分布図¹⁾

・参 考：反応性骨材試験

床版(P2-P3 間)にて、試料を打壊し目視観察を行ったところ、反応生成物が多量に認められた。

また、電子顕微鏡観察および定性分析の結果から、ロゼット状、ゼリー状物質であり、ロゼット状物質はアルカリ-カルシウム-シリカ型(K 濃度大)、ゼリー状物質はアルカリ-カルシウム-シリカ型が確認された。

以上の点から滲出物は ASR により生成したゲルであり、ASR が発生していると判断される。定性分析結果および試験結果一覧表を表-4.3, 4.4 に示す。なお、試験機関による SEM-EDS 試験成績表を巻末に添付する。

コア採取位置概要を表-4.5 に示す。

表-4.3 定性分析結果一覧表

調査箇所	形状	主な検出元素
床版(P2-P3)	ロゼット状	Si,Na,K,Ca
	ゼリー状	Si,Na,K,Ca

Si:ケイ素 Na:ナトリウム K:カリウム Ca:カルシウム

表-4.4 試験結果一覧表

調査箇所	調査項目	試験結果
床版(P2-P3)	SEM-EDS 試験	ASR 発生有り



表-4.5 コア採取位置概要

調査箇所概要 (秩父橋)				
調査位置	NO.	現場写真	配筋図およびコア採取箇所	採取コア
床版	① (P1-P2間)			
	② (P2-P3間)			
	③ (P3-P4間)			

5.3.4 上部構造の変状

過去に増大する交通荷重へ対応するために補強鋼板が設置されている。
床版、主桁に顕著な変状は見られない。補強鋼板は腐食、うきが進行している。
また、今回の打音したアンカーは健全であったが、定期点検ではアンカーのゆるみが確認されていた。

上部構造の変状



主桁下面の鋼板：
隙間があり、うきが生じている

5.3.5 上部構造（接合部）

アーチ支柱の天端と床版、主桁との間に隙間が見られる。既往文献の図面より、主桁、床版にはアーチ支柱を支点とする連続梁構造と考えられる。

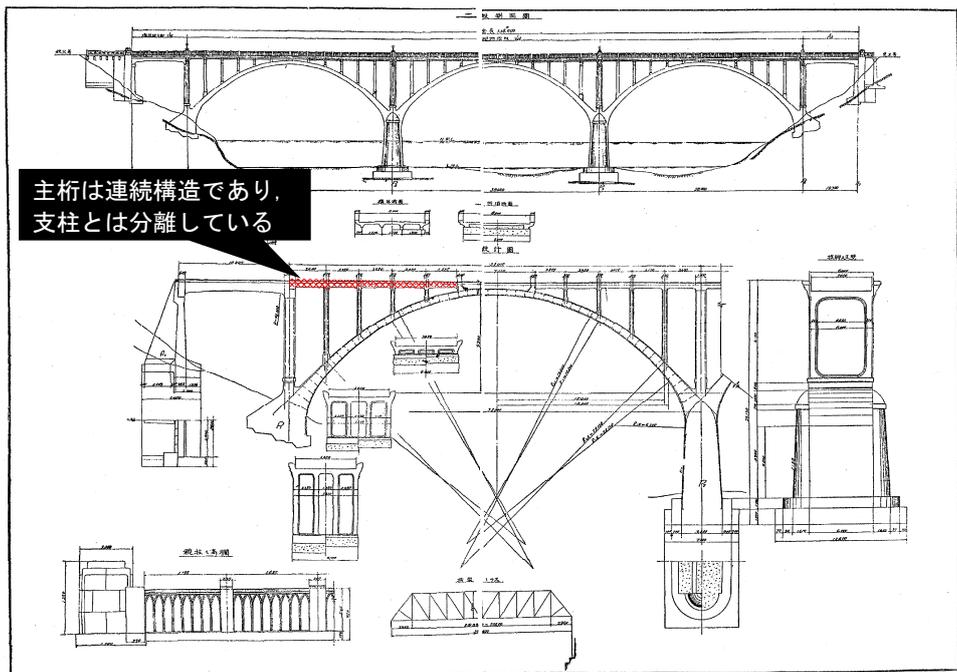
上部構造（接合部）



既往文献の一般図

工部館昭和六年七月號

(4) 秩父橋構造概略圖



(1) 参 考 : 既往文献

既往文献より、“床版、主桁のコンクリートの打ち方は連続構造の各部を1区画として1回に施工している。”との表記があるので、支柱上で構造目地の無い主桁と推測される。

既往文献

ガ兒玉寄徑間ハ途中機械ノ故障續出シ分割スルノ必要ヲ生ジタルニヨリ腹部ト床版トニ區分シテ施行セリ、本徑間ノ使用鐵筋量ハ一平方米ニ付五十九糎ナリ。拱橋部ハ三徑間連續T桁二ト拱頂部床版ト連續セル二徑間ノ連續丁桁二トヨリ成リ腹部ノ配置並ニ床版ノ寸法等ハ側徑間ト同一ナリ、而シテ拱頂部拱背ト同床版トノ間ニハ死荷重ヲ輕減スル目的ヲ以ツテ石炭灰混凝土ヲ填充セリ一徑間分ノ混凝土立積ハ八十立方米ニシテ一平方米當リノ使用鐵筋量ハ三十八坩ナリ。

混凝土ノ打方ハ連續構造ノ各部ヲ一區割トナシ一回ニ施工セリ、橋面舗裝用アスファルトフロツクハ大日本アスファルトフロツク會社製品ニシテ長二十四糎巾十二糎厚三十八糎ノモノヲ長手ヲ橋梁ニ直角ノ方向ニ向ケ厚十五糎ノ褥床固練膠泥ヲ用ヒテ定置セリ。

(二) 高欄工事

高欄ノ束柱ハ鐵筋混凝土造ニシテ一米六八五及一米五五〇間隔ニ配置シ中間ニ中鑄鋼ノ鑄物ヲ嵌入ス、地覆ハ人造洗出仕上ニシテ束柱ノ表面ハ小叩仕上ナリ、鑄物ハ淡綠色ノペイントヲ以ツテ塗裝ス。

5.3.6 補強鋼板について（供用環境の変化）

この橋は車道として供用されていたが、現在は歩道として供用されていることから作用する荷重は相当軽減されている。



車道として供用されていたが、現在は歩道として供用されていることから、作用する荷重は相当軽減されている。

※参考

重量は20t (=20,000kg) まで
(高速道路や国道の指定区間では25t)

歩行者の重量は5.0kN/m²で設計
(30代男性平均体重69.2kg H24総務省調べ)

69.2kg × 8
=約554kg=5.5kN

参考：既往文献より、設計当時の荷重

- 設計荷重 拱橋 T型桁各部は自重に依る荷重の他下記活荷重、衝撃荷重、風荷重、温度、地震による応力を安全に負載し得るものである。
- 等布荷重 毎平方メートルに付500kgの郡衆荷重、衝撃なし
- 集中荷重 6t車輛又は8tローラー、6t車輛は最大30%の衝撃を加ふ。

等分布荷重は 5.0kN/m²
集中荷重は 6t 車両、または 8t ローラー

5.4 施工方法・手順

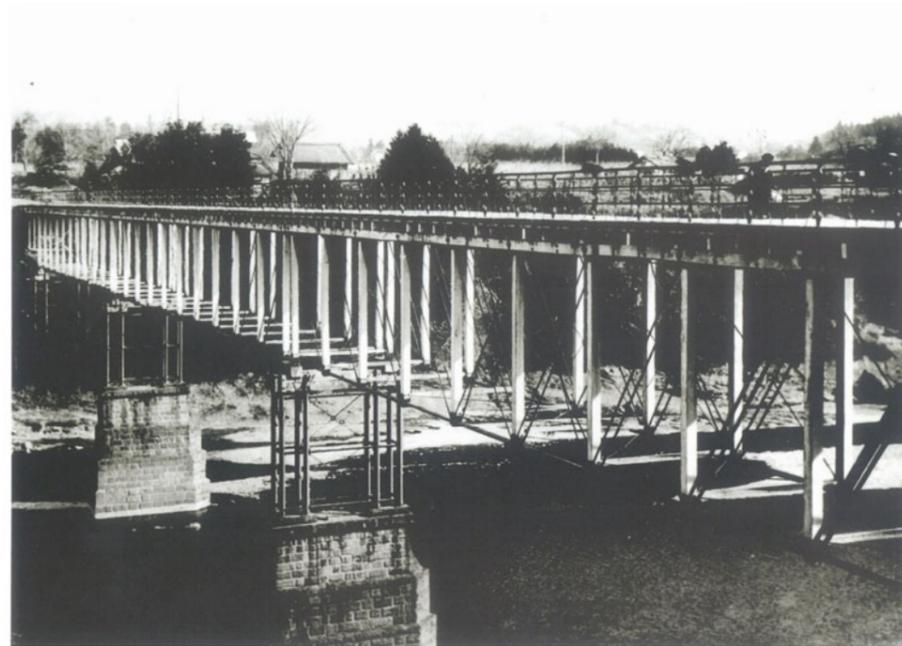
(1) 施工手順

・竣工資料より、秩父橋は昭和5年4月に着工し、施工手順のうち次の詳細情報などが確認できる。

- ①基礎（ケーソン）：玉石混じりの河床に対して水対策を行いながら昼夜施工。
- ②橋脚とアーチ：支保工を設置し（型枠転用）、9分割で施工。
- ③アーチリブ：5分割で施工（一部は昼夜施工，寒中施工）。
- ④床版：1日30m³を施工。（※推定施工延長：約33m（アーチ支間長相当，延長33m×幅6m×厚さ0.15m≒30m³），連続構造の各部を1区画とし1回で施工している。）※異形鉄筋の記載なし

①沿革

（先代）秩父橋（木鉄混合トラス橋）1885年竣工



秩父橋 右岸側 起工式（と思われる）



秩父橋架換工事概要

1 沿革

本橋は管下（かんか：官庁などが管轄している範囲内）秩父地方と児玉（こだま：地名）地方および群馬県鬼石、藤岡地方とを結ぶ荒川左岸唯一の重要幹線たる府県道秩父児玉（こだま：地名）線の荒川上流秩父町尾田蒔村入會に架設せられ、また一方秩父小鹿野地方連絡の要衝を占むるものなり。

抑も本橋は遠く明治18年橋長142m12有効幅員4m24の木鉄混交の構桁をもって架設せられその構造36m36プラト式構桁3連、18m18プラト式構桁2連とし河中2基の切石積橋脚を建て本邦においても最も古き時代の構桁に属し往時の世態と技術に鑑みて当事者の苦心と英断は誠に察するに余あり。

爾来（じらい：以来）星霜（せいそう：歳月）を往ること実に40有6年その間幾多の修理を加えたるも近代高速道路度交通用具の普及発達と交通量の激増により橋齢古き本橋をもっては到底交通の安全を期し難く構造また現代の交通状況に適せず即ちこれが改築の計書を樹て昭和4年通常県會の協賛を得工費金拾3万6千円の予算をもって架換することとなり昭和5年4月工を起し本年5月竣工するに至れり



【文献情報の整理】

①交通用具の普及発達と交通量の激増を背景に、昭和5年4月に秩父橋（アーチ橋）起工

【参考】昭和初期の道路状況①



【参考】昭和初期の道路状況②

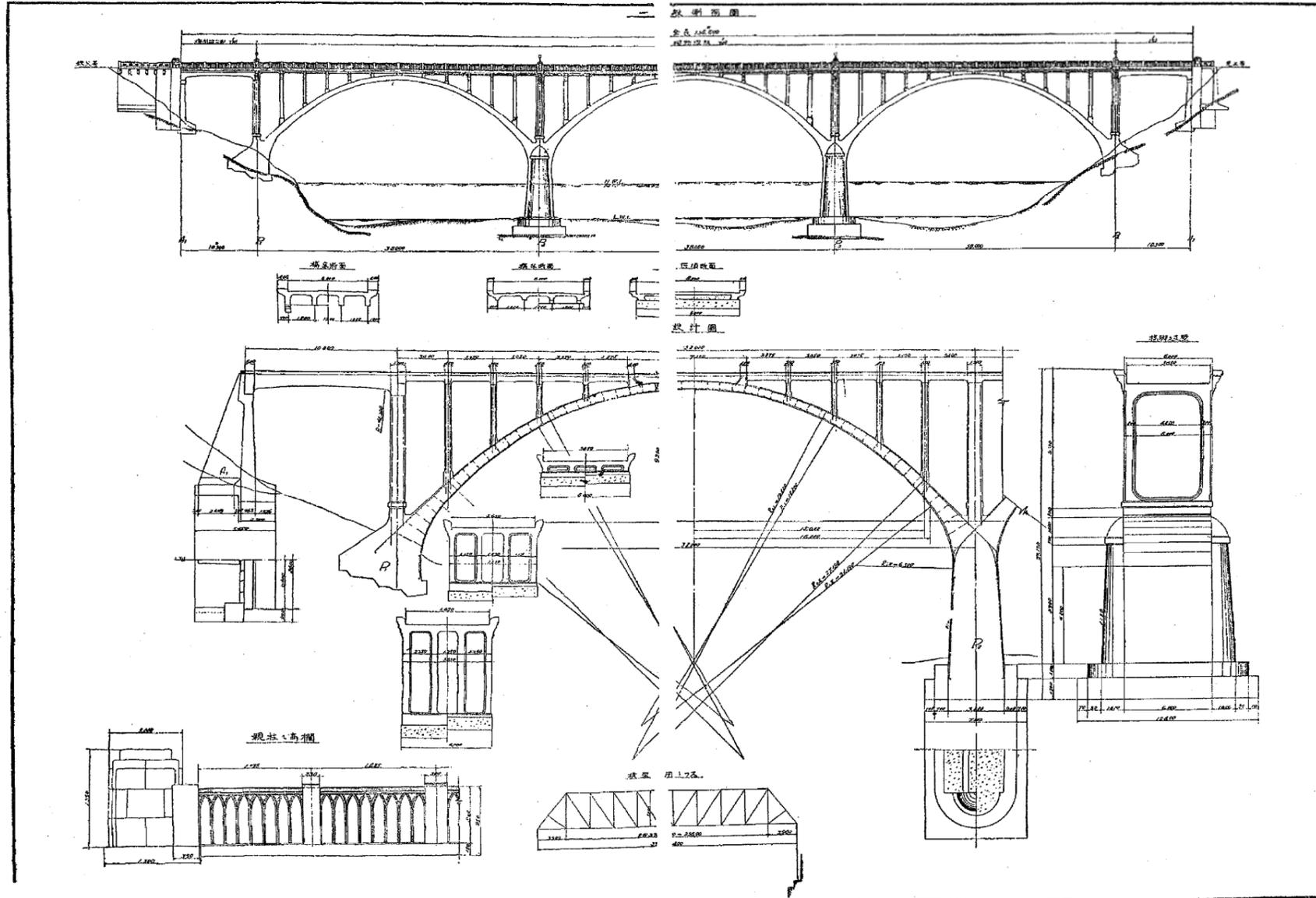


② 橋梁の設計概要

土木部 昭和六年七月

工事部 昭和六年七月

(4) 秩父橋構造概略図



2 計画の概要

奥秩父山系に源を発する荒川は秩父町西側において開け本橋付近より下流は兩岸屹立して峡谷の觀を呈す。河幅は本橋架設地点付近において最も狭く架橋地点の選定に當りてこれを旧橋位置より著しく移動するは取合道路の大改修および橋面の高上を来し不得策なるをもって新架橋地点を旧橋より約30m下流に選定し橋面をも幾分高め橋梁前後における取合道路の勾配および屈曲を緩和することとせり。

床版をもつて厚15cmの床を造る
側径間も同様T型桁に厚15cmの床を造る
橋面舗装 アスファルトブロック舗装
高欄 1m60内外間隔に鉄筋コンクリートの「(木へん短)漢字不明。文意より高欄の支柱と思われる)を建てその中間に中鑄鋼製格子を挿入する
花崗石造親柱 4基
橋面反り 拱橋部1/300の放物線形
側径間部 1/150の直線形
橋面横断勾配 1/50の放物線形

設計荷重 拱橋(きょうきょう：アーチ橋)T型桁各部は自重による死荷重の外左記活荷重、衝撃荷重、風荷重、温度、地震による応力を安全に負載し得るものとする
等布荷重毎 m^2 につき500kgの群衆荷重、衝撃無し
集中荷重 6トン車両または8トンローラー
6トン車両は最大30%の衝撃を加えるして極めて良好なるものなり。

しかも四囲(しい：周囲)山容(さんよう：山のかたち)の調和を得るには拱橋を採るの外なく加うるに付近砂、砂利の豊富なるとセメントをも容易に得られ将来の維持修繕費極少なる鉄筋コンクリート拱橋を採用するに決す即ち中央部拱橋を3連としこれが兩側へT型桁各1連を配せりその設計概要を摘記すれば

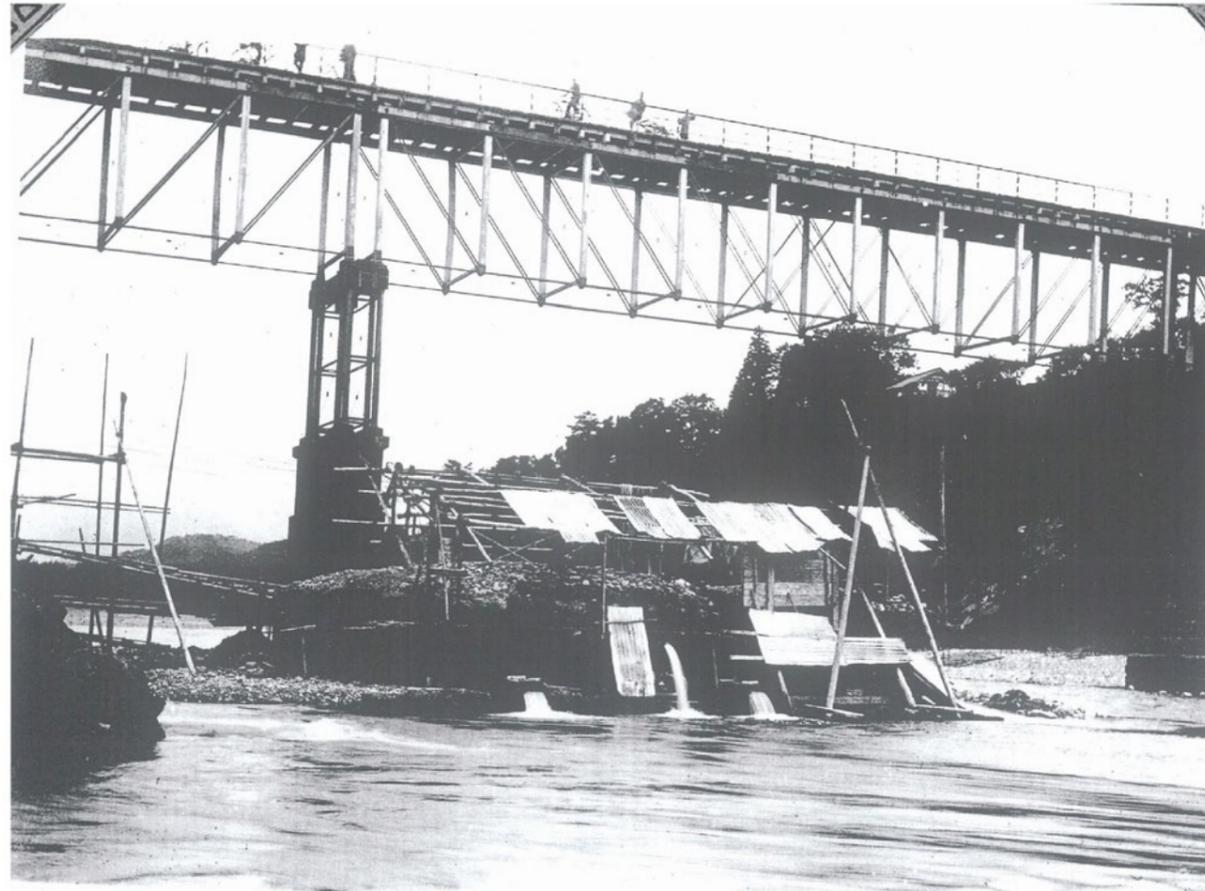
橋長 134m60
有効幅員 6m
高さ 河床より橋面まで21m
橋型 中心支間35mの鉄筋コンクリート無鉸拱(むこうきょう：両端固定梁) 3連
全支間距離10m30の鉄筋コンクリートT型桁2連
拱橋拱矢(きょうし：アーチの高さ) 中心線において9m50
橋脚 旧橋脚の位置に作りその直下流に高さ10m20の鉄筋コンクリート造りのもの(岩盤切込約60cm) 2基
拱台 左右岸へコンクリート造りのもの(岩盤切込30cmないし60cm) 2基
橋台 左右入口へ鉄筋コンクリート造りのもの 2基
橋床 拱環上部は拱環上約3m宛に支壁を立てその上にT型桁
幅員 6m50

【文献情報の整理】

- ①床版厚：15cm → 調査では床版厚は19cmと相異
- ②設計荷重：死荷重、活荷重、衝撃荷重、風荷重、温度、地震
・等分布荷重は $500\text{kgf}/\text{m}^2$ 、集中荷重は6t車両(衝撃30%)、8tローラー
- ③基礎根入れ：橋脚は岩盤へ約60cm、アーチアバットは岩盤へ30cmないし60cm

③橋台および橋脚の施工

下部工①



●3 工事の施工および構造大要

(イ) 橋台および橋脚工事

工事施工にあたり最も懸念せしは夏季洪水の影響なり、しかも着手の時期既に4月に入り同期までわずかに数旬を余すのみ、よって流水部に築造すべき橋脚はなるべく速くに竣成せしむるの要ありたるをもって先第2号橋脚(河中、秩父寄)より着手する。

同橋脚は長さ12m40幅7m厚さ2m50の基礎コンクリート上に底幅、長さ3m80、9m20高さ9m30の躯体を築造するものなり。

着手し時に昼夜兼行にて工事の進歩に努めたり、地質は予想のごとく大体において玉石混じり砂礫層なりしをもって沈下するに従い浸透水多量にして12インチおよび10インチ直立型ポンプ各2台5インチの渦巻ポンプ1台をもって間断なく排水を行いたるも水位常に従業人夫の膝を没する状態なりき、



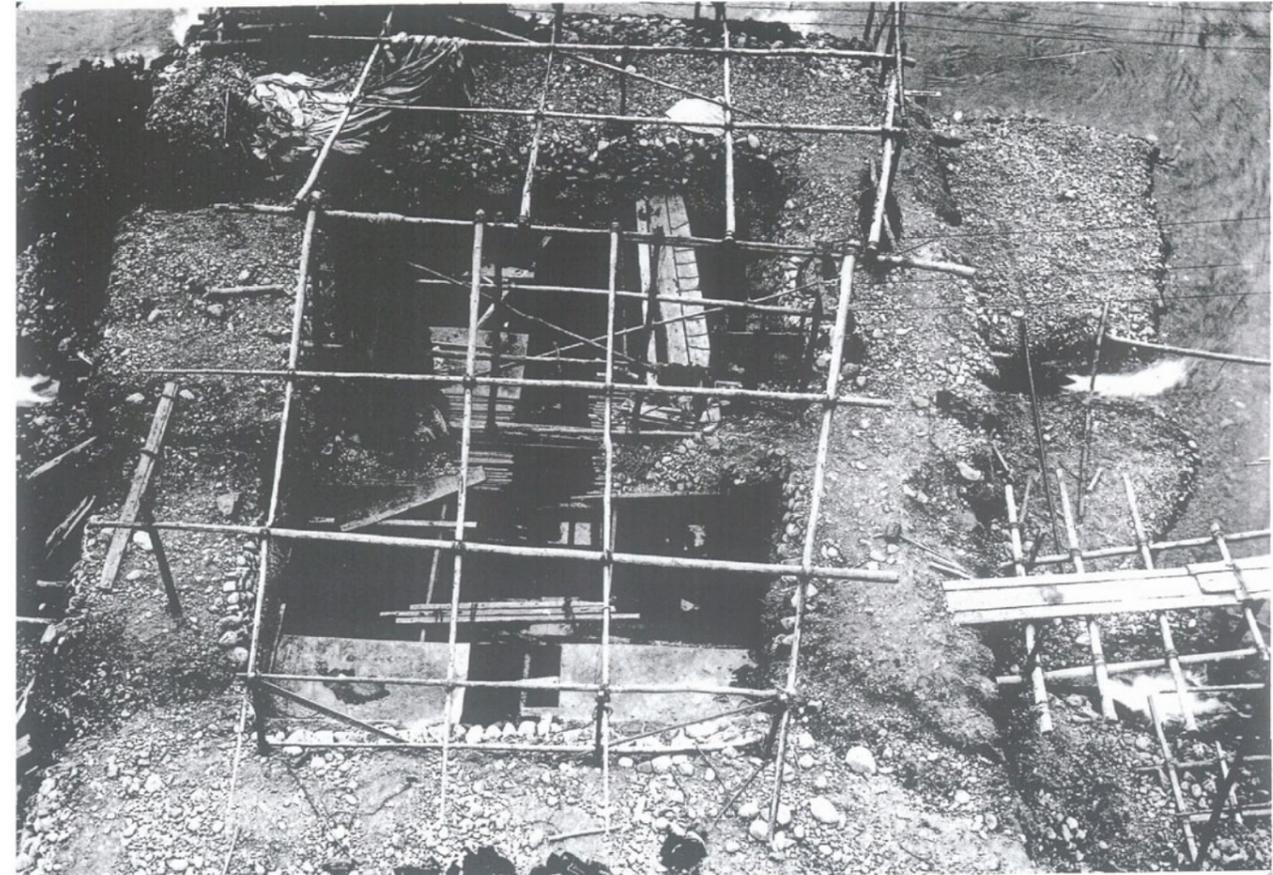
【文献情報の整理】

- ①出水期(夏季)に橋脚工事
- ②昼夜作業で工事を実施

【文献情報の整理】

- ③橋脚基礎工事では玉石混じりの砂礫層を確認
- ④渦巻ポンプで排水

下部工②



ちなみに沈下用荷重には掘削砂礫を漸次加載してこれに当てたり、箱の沈下1m80前後におよびたる時すでに岩盤に達したる部分あり、しかも岩盤は起伏以外に甚敷く所々に突起状を呈しその高低の差1m以上におよびたり、

如斯(かくのごとく：このように)箱が突起部に懸架(けんか：渓谷や道路などをまたいで構造物を架け渡すこと)せられたる状態の下に猶(なお：尚と同義)掘削を続行したるも砂礫外部より流入して停止するところを知らずよって箱内へ堰板(せきいた：掘削部分の土砂が崩れないように設ける土留め用の板)を入れ締め切りの目的をもって厚さ約60cmの水中コンクリートを施せりその結果やはり多少の浸透水ありたれ共5インチポンプ1台を運転すれば作業上支障無き程度となれりここにおいて岩盤の突起その敷きものは是を切均し砂礫を清掃して基礎コンクリートを施せり、本コンクリートは上述の如くやはり多少の浸透水ありたるため締め切用コンクリートと本堰板との間に排水渠として小溝を残し浸透水は是に導き水面が常にコンクリート施工面より下方にあるよう排水しつ、施工せり排水渠は是より3日の後水中コンクリートとして施工せり。



【文献情報の整理】

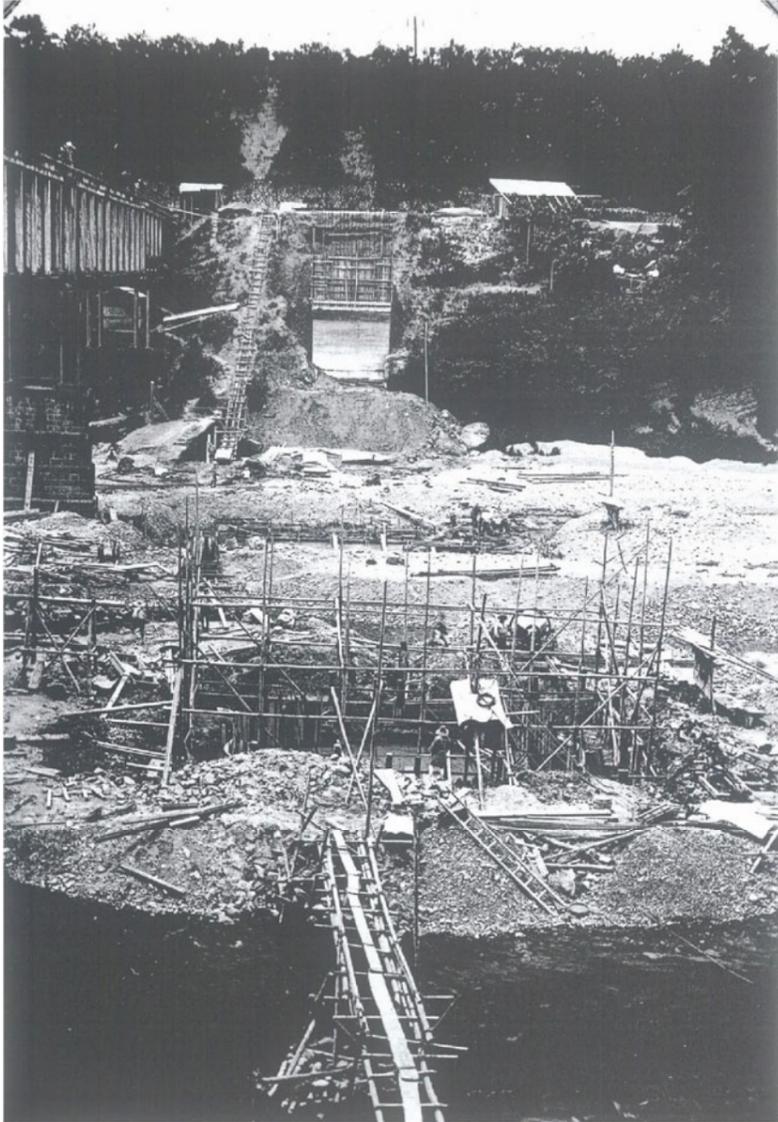
- ⑤沈下用荷重は掘削砂礫を使用
- ⑥岩盤への着底状況から1m以上の岩の起伏あり

【文献情報の整理】

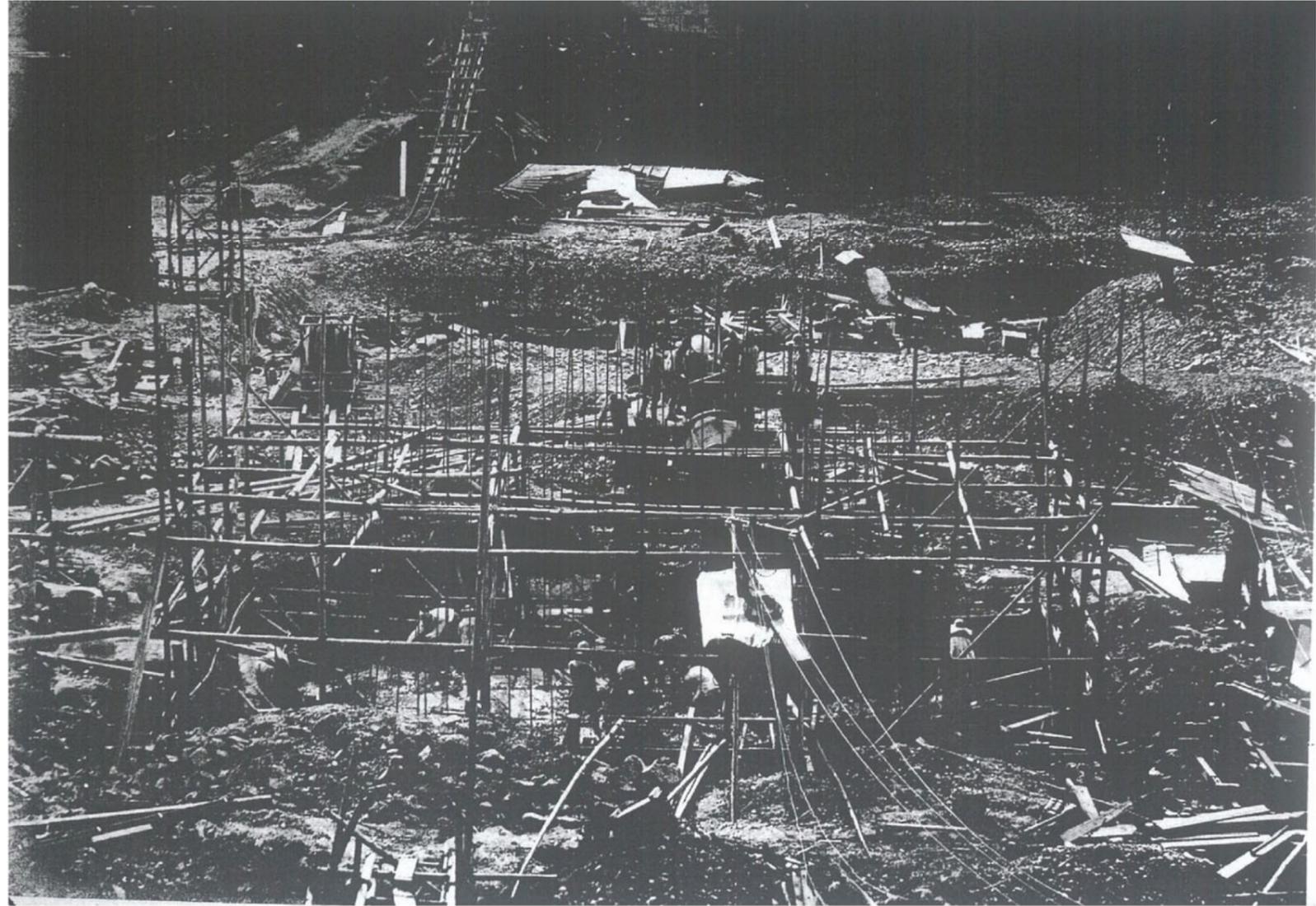
- ⑦掘削中は砂礫の流入が大きい
- ⑧締め切り兼用の水中コンクリートを施工厚さ約60cm

③橋台および橋脚の施工

下部工③

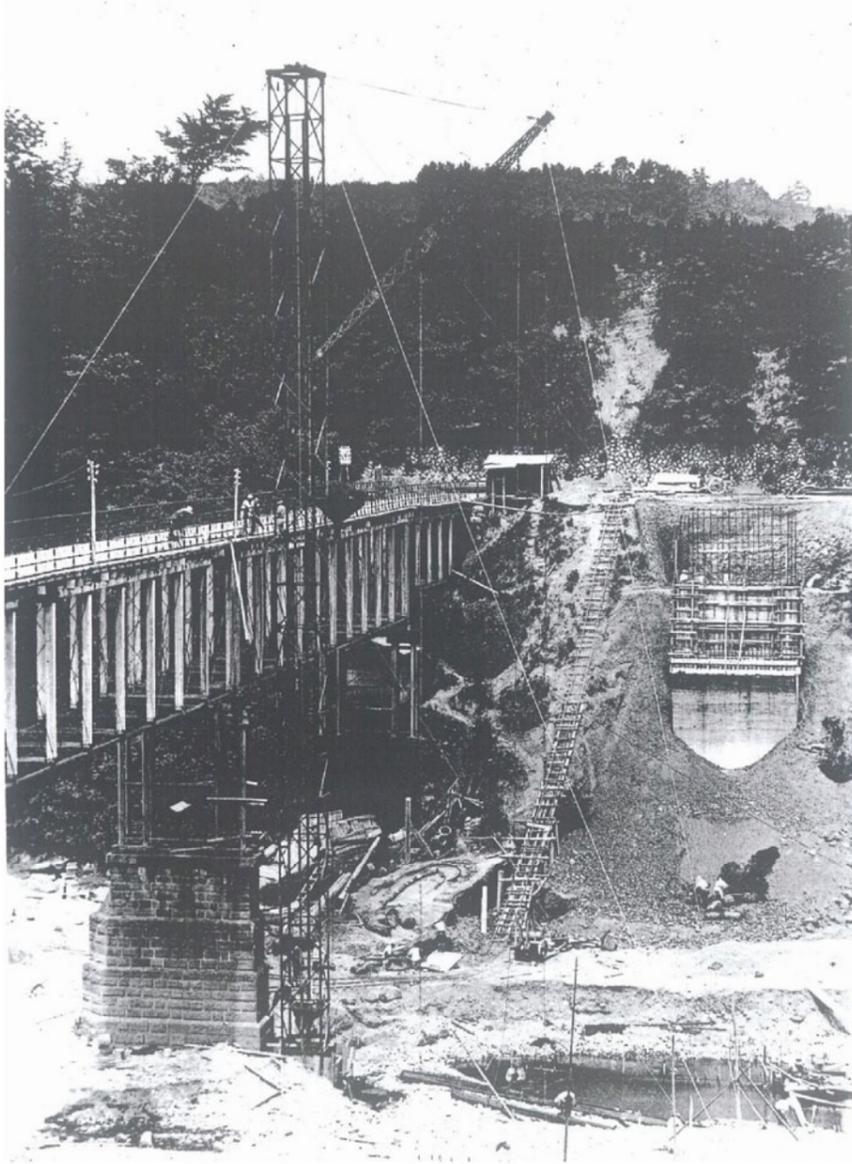


下部工④

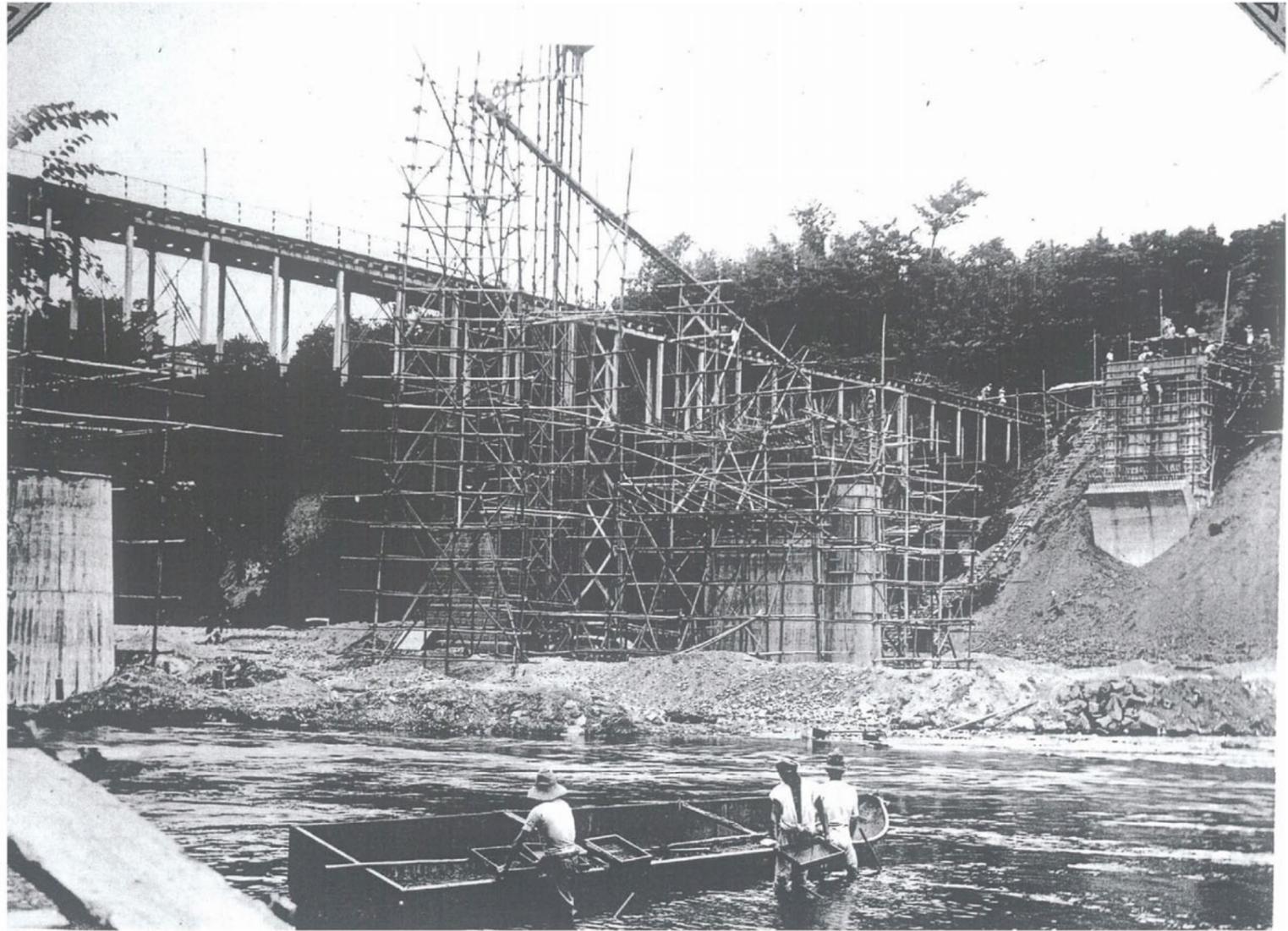


③橋台および橋脚の施工

下部工⑤

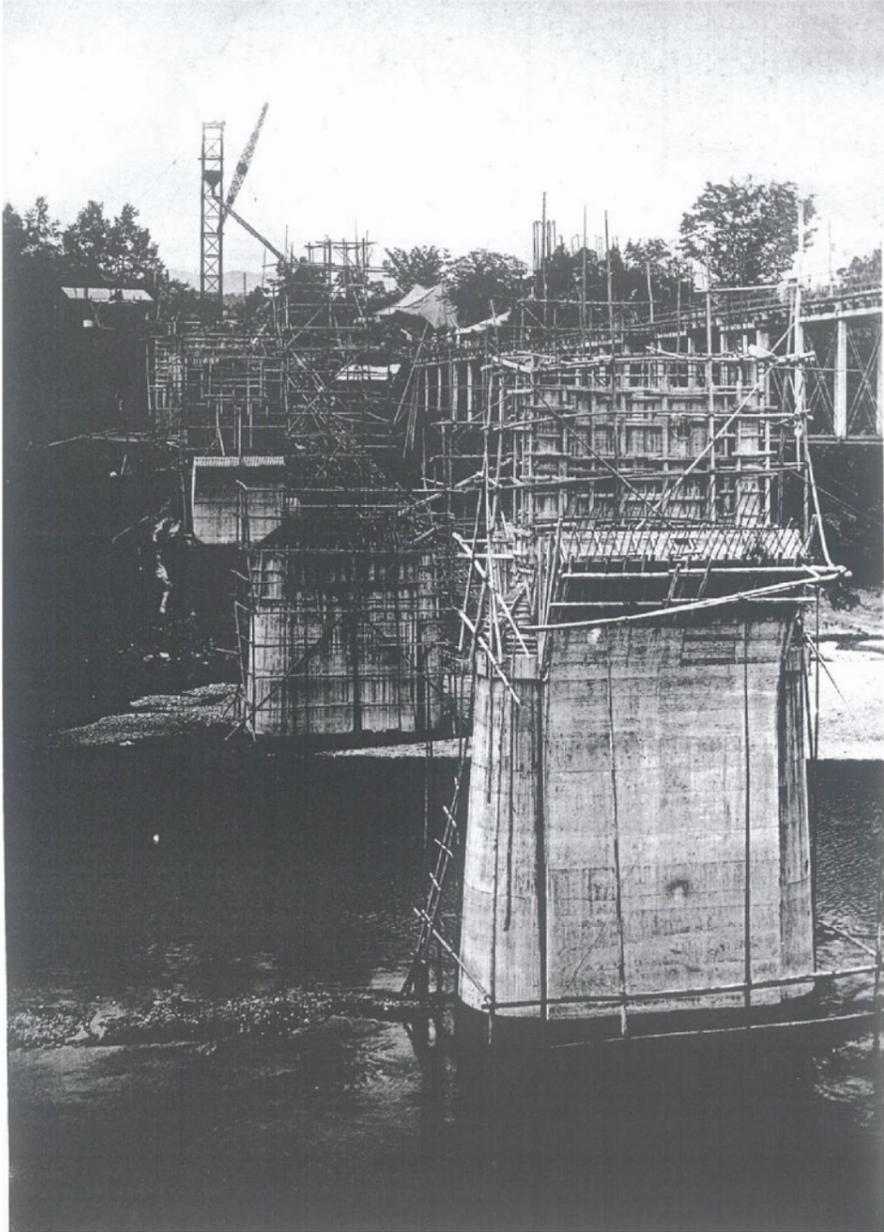


下部工⑥



③橋台および橋脚の施工

下部工⑦



上段躯体は拱環の一部を含み9回に分割施工せり本橋脚に要せるコンクリート総量は 460m^3 にして使用鉄筋量は2トン1分3厘なり。
第3号(河中尾田蒔寄(河の中にある尾田蒔(おだまき:地名)寄りの))橋脚は第2号と同型にして只(ただ)基礎下段の厚さ 50cm を増す第2号の根堀大略完成せるを待つて掘削に着手すその方法は第2号の結果に鑑み締切式を採用せり

即ち法線より約1割5分の法敷を後退し掘り下げを始め4回には砂礫の崩落を防止するため土俵を積みその間隙には粘土を填充して防水用とせり、作業中は第2号と同様ポンプ4台をもって間断なく排水し遂に岩盤に達するをえたり、地質は第2号と同様上層は砂礫層にして岩盤は点々突起状を呈せりコンクリート施工方法は全く第2号と同一なり、本橋脚コンクリート総量は 501m^3 にして使用鉄筋量は第2号と同様に2トン1分3厘なり。

第1号(秩父寄)および第4号(尾田蒔寄)拱台(きょうだい:橋台)は同型なれ共(ともに)根入の関係上前者は後者に比しやや大にしてそのコンクリート立積は前者が 121m^3 後者が 89m^3 なり、共に岩盤を切均したる上直にコンクリートを打ちたるものにして全体を数区に分割して施工せり、鉄筋は拱環主筋を鎮礎しこれに相当補助鉄筋を配置せり。

橋台は第1号および第2号共殆ど同型にして基礎コンクリート長 $5\text{m}40$ 幅 $8\text{m}60$ 前底床版厚 $1\text{m}20$ 後底床版厚 70cm を施し直立壁高 $6\text{m}83$ 上厚 60cm 下厚 96cm を背面扶壁1個および両側壁をもって支持す、コンクリート立積は第1号 130m^3 、第2号 122m^3 にして使用鉄筋量は前者3トン05後者2トン77なり。

袖は高 6m 底幅 $3\text{m}20$ の倒T字型にして橋台側壁に連続して築造し是が支持を兼ねしめたり。

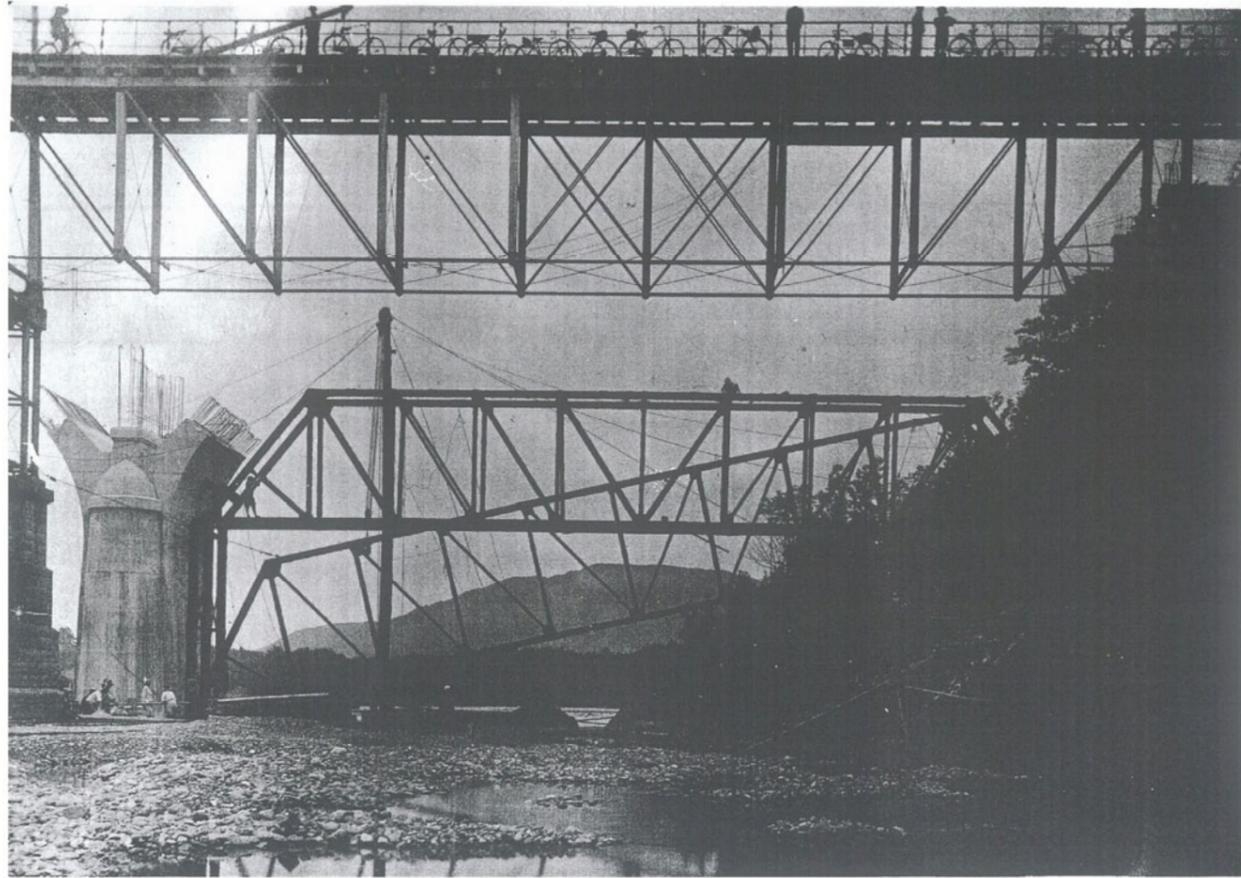


【文献情報の整理】

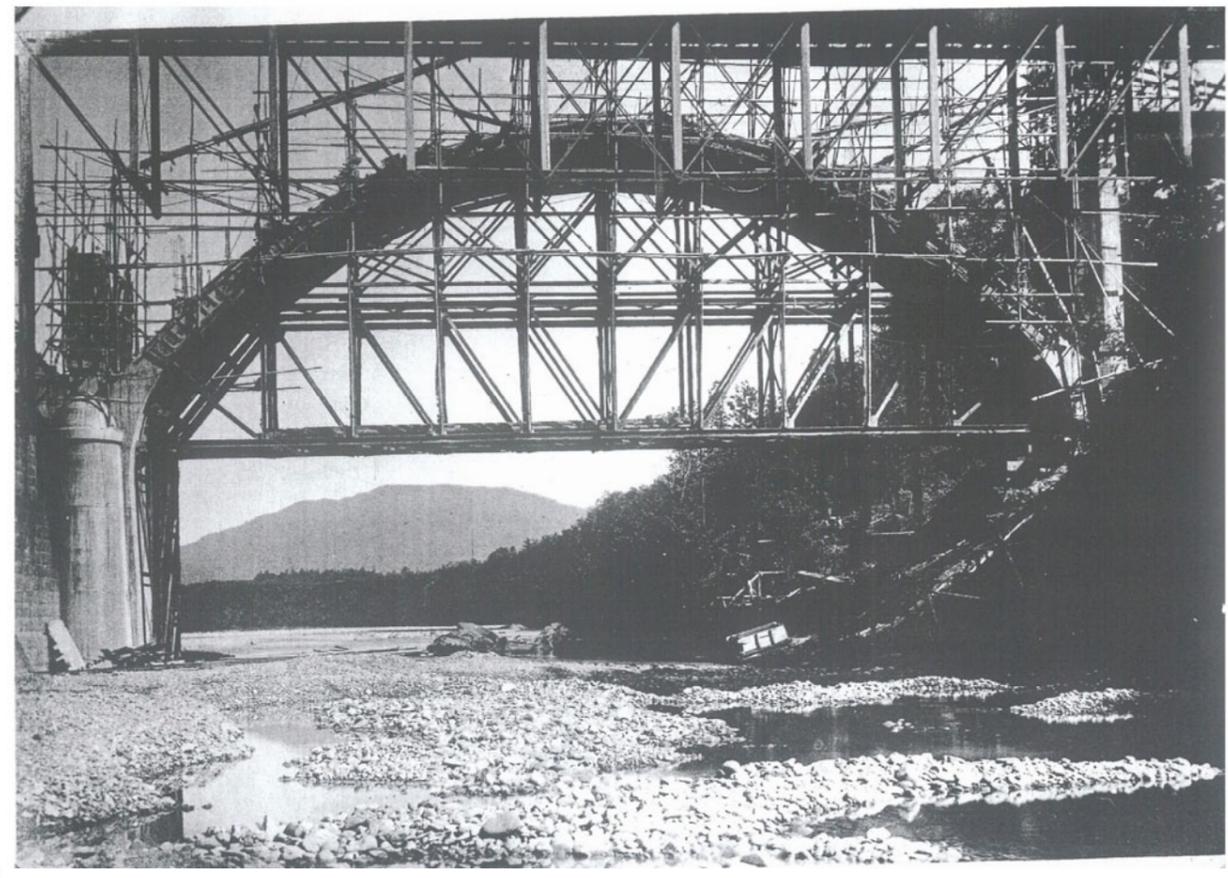
- ①橋脚の躯体はアーチリブの一部を含んで、9分割施工
- ②コンクリート総量 460m^3 、鉄筋量は2t (単純に想定すると $2\text{t} / 460\text{m}^3 = 0.004\text{t}/\text{m}^3$)
(※現行設計の鉄筋量 $0.01\sim 0.10\text{t}/\text{m}^3$ 程度より、鉄筋量は少ない)
- ③第2号橋脚に比べて第3号橋脚は基礎の厚さが 50cm 大きい
- ④アーチアバットは岩盤に定着して、コンクリートを分割施工、アーチリブ主鉄筋と補助鉄筋を設置

④アーチリブ

アーチリブ①



アーチリブ②



(ロ) 拱環(きょうかん：アーチの部分)および支壁工事

拱環(きょうかん：アーチの部分)は中心支間3.5m拱矢9m50を有し左右対称形にして3径間共同大(ともに同じ大きさ)なり。その形状は5心囲にして拱頂厚60cm起拱厚1m43なり、1径間のコンクリート総量は20.2m³4.4使用鉄筋量は13トン7分2厘にして拱頂において主鉄筋量断面の0.6%に当たる。

拱架(きょうか：アーチを造るときに用いる型枠)は最初木製構柱式型枠により2径間分を準備し1径間分を転用する予定なりしも洪水の危を憂いたる請負人の希望により木製構柱を廃し鋼製鋼桁をもって型枠を支持することとしその数も1径間分に変更せり。

構桁は長3.3m4.0構高5mのプラト式にして3個をもって1組とし2mの間隔に配置し各構は角釭(かん：金属同士を結合させるのに用いる金属)により連結せしむ。

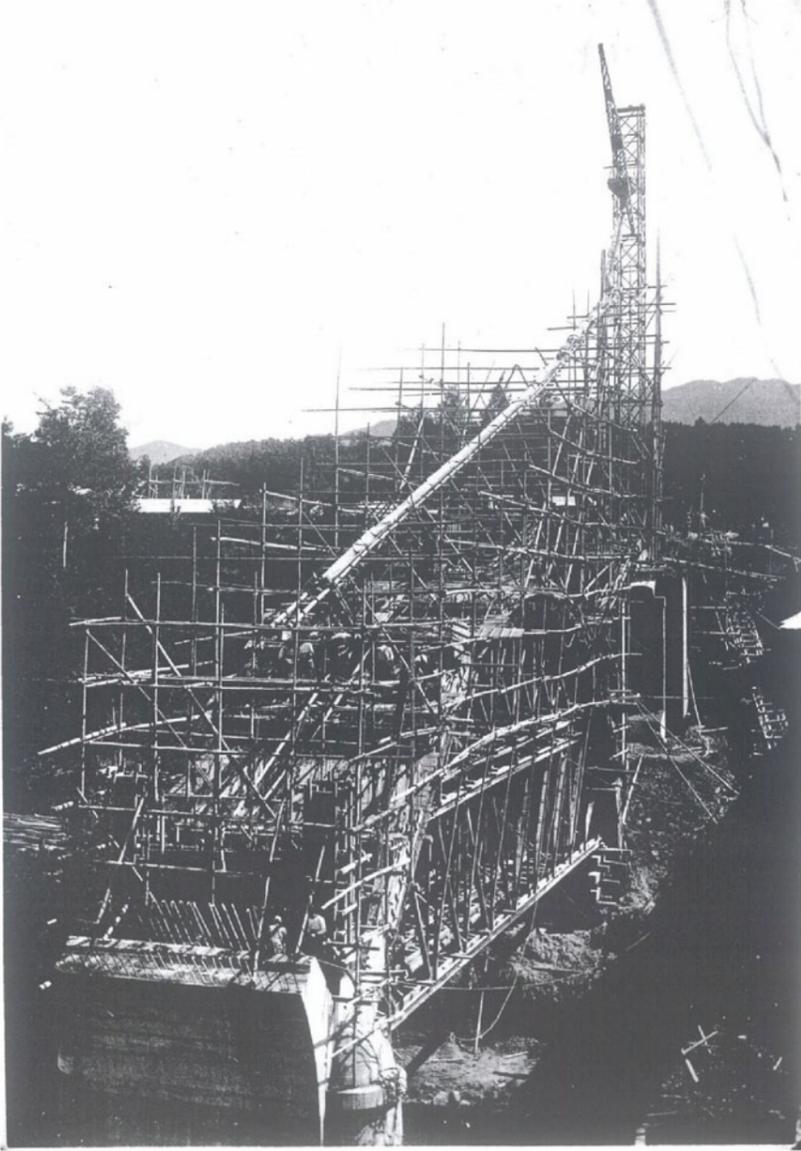
構端支持用の支柱は溝型鋼をもって制作し橋脚基礎上面に定着せしめその高さ8mなり、是等に要せし鋼材重量は大約4.5トンにして制作は一切現場において施工せり、構柱部用材は支柱に杉丸太、筋違貫桁(筋違いと貫に用いる桁)および梁木等には杉あるいは檜(けやき：木の種類)の角材を使用し敷板には厚25mmの杉板を使用せり。

【文献情報の整理】

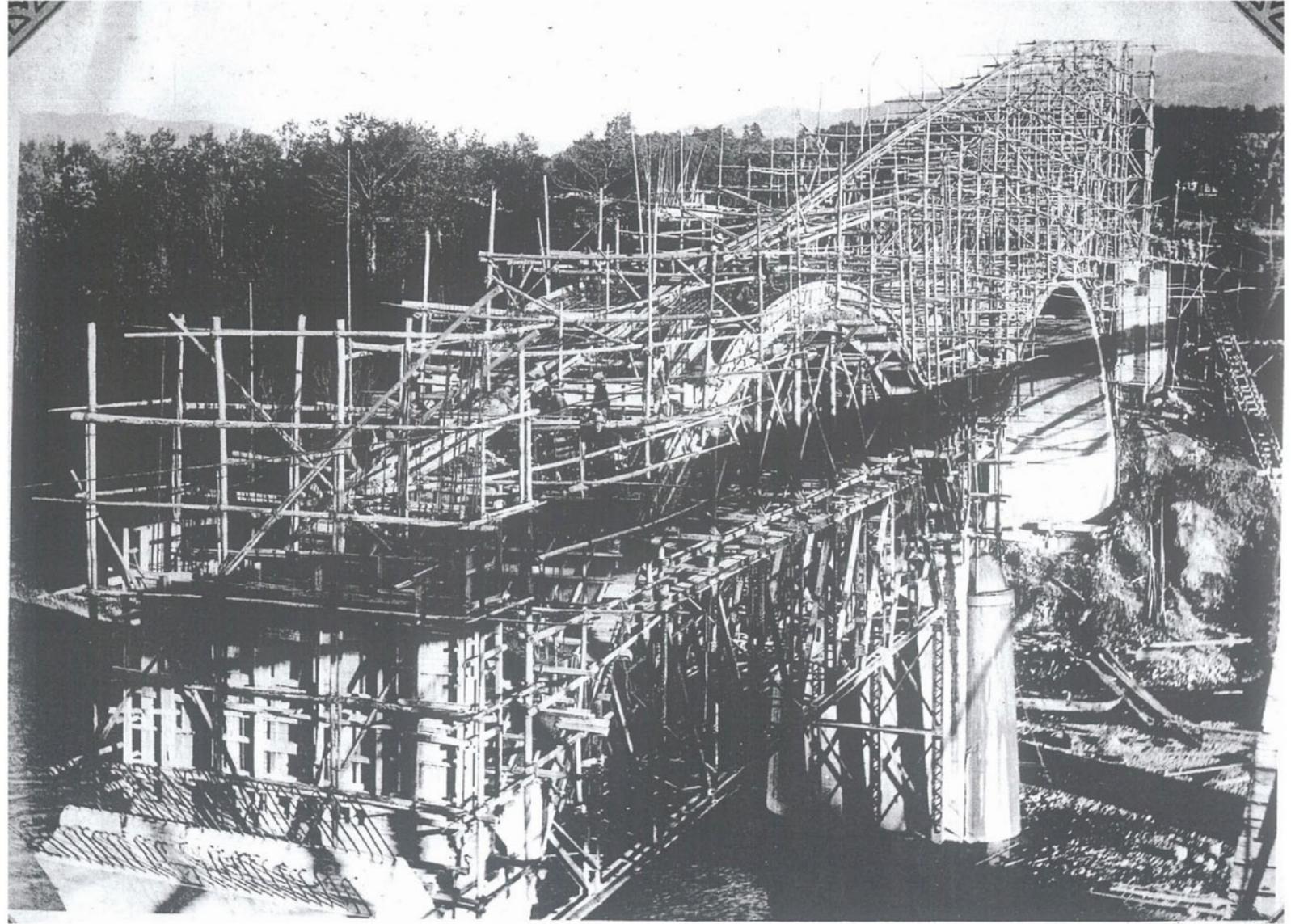
- ①アーチ支間は35m、アーチライズは9.5mで左右対称形であり、3径間とも同一形状
- ②支保工は木製の柱式で2径間分を準備して、1径間分を転用する計画であった
- ③施工者より、洪水影響を踏まえ、1径間分を木製から鋼製支保工へ変更
- ④支保工は橋脚基礎上面に固定し、組み立て

④アーチリブ

アーチリブ③

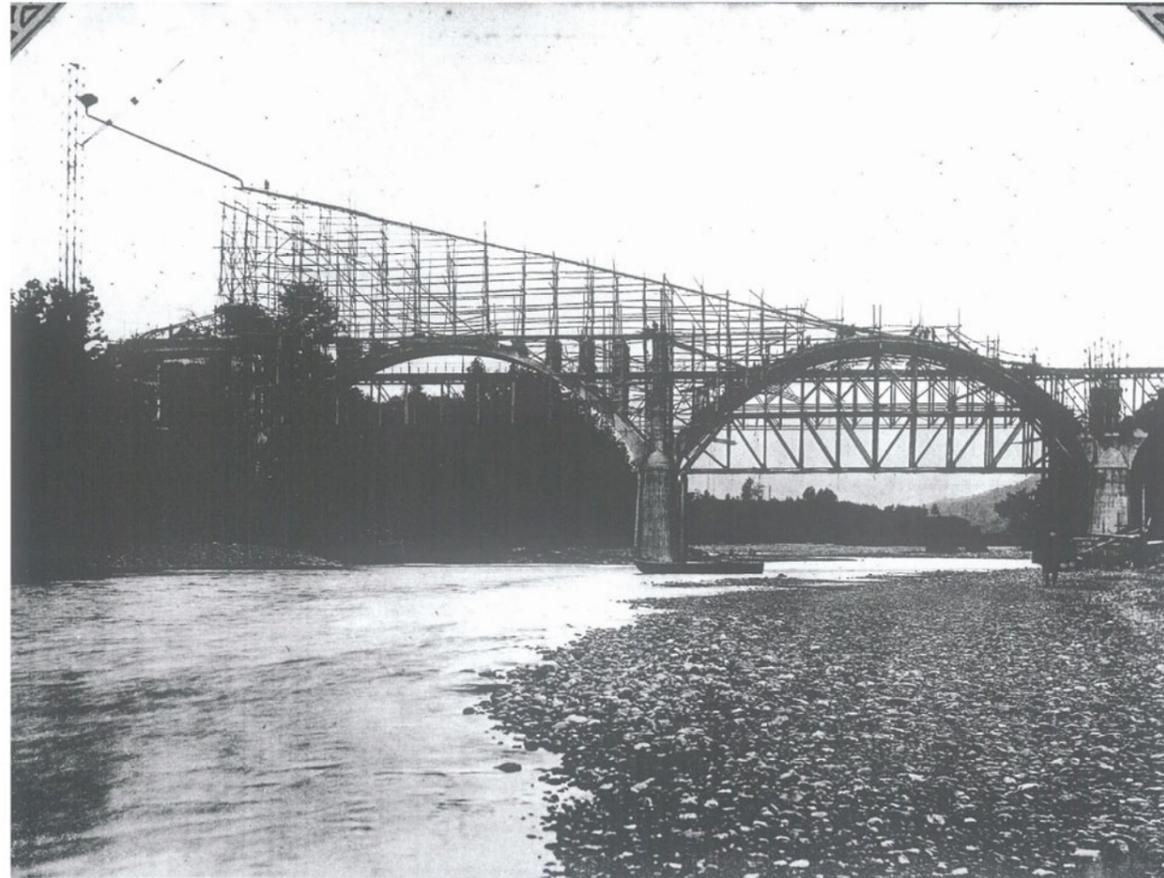


アーチリブ④

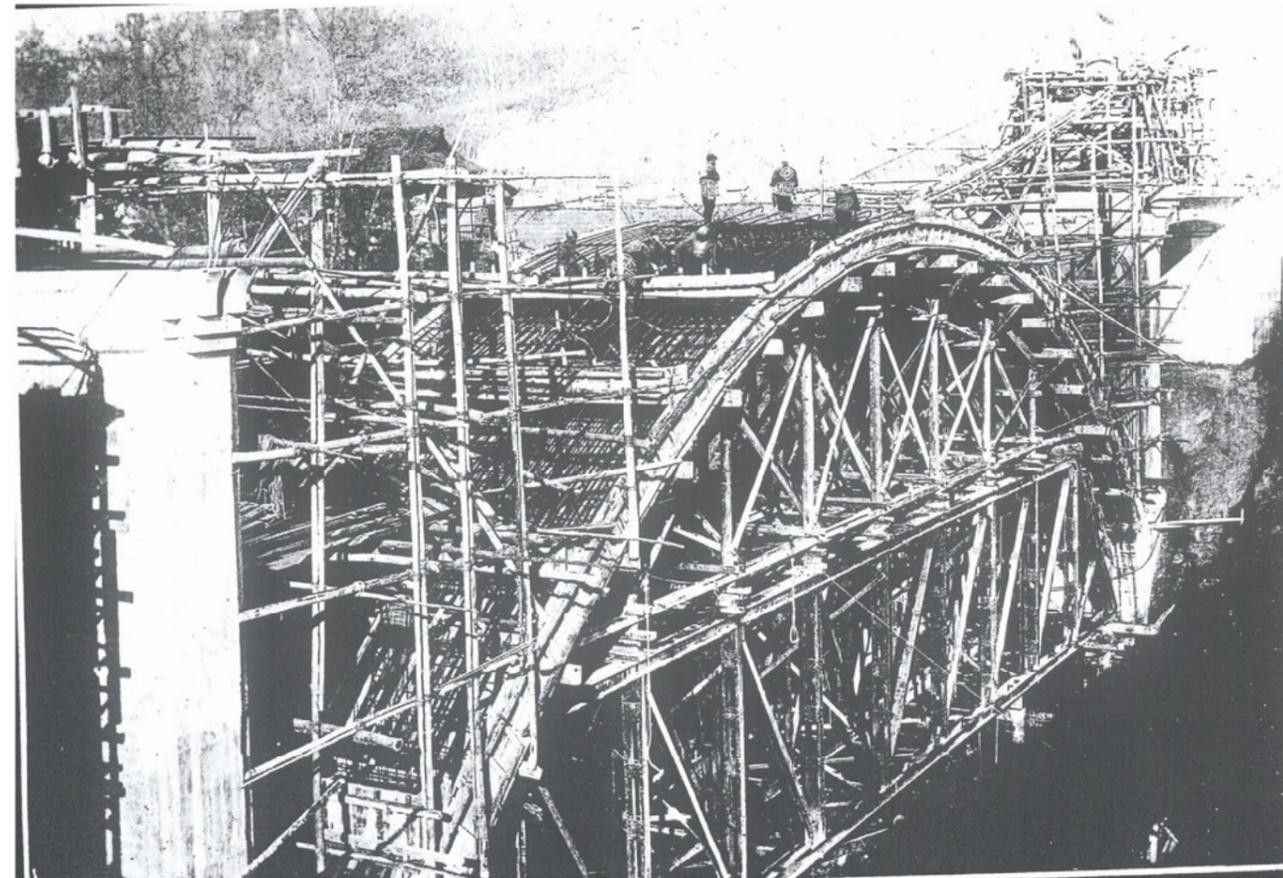


④アーチリブ

アーチリブ⑤



アーチリブ⑥



構桁は9月9日最初の1個を第1号および第2号橋脚の中間河原において仮組立を為し、続いて鉸鉸(こうびょう：鋼材に穴をあけて赤熱したリベットを固く密着させる)を行い15日に所定の位置に釣り揚げ安置せしを始めとし、順次同様作業を繰り返して25日に全部の据付を終りたり、次いで木造部の組立作業にかかり29日は是を完了し、尚鉄筋の配置に3日を費し10月2日より3日間にコンクリートの打込を為せり、拱環(きょうかん：アーチの部分)は是を5区画に分割し、

第1日には各側最下部を同時に施工し、

第2日は拱頂部を前日同様下方より拱頂に向い両側より同時に打込み

第3日に残余の区画を填充せり、

しかして1区画の容積は混合機(混合する機械)の能力を考慮し大体40m³を限度とせり。

拱架(きょうか：アーチを造るときに用いる型枠)の存置期間は当初4週間の予定なりしも、

都合により是を3週間に短縮せり、期間満了を待って直ちに転用作業を開始し、鋭意工事の進行を図りたるも途上増水に会い、2、3日を空費せるため昼夜兼行をもってしたるも尚15日間を要し11月11日に完了せり、よって翌12日より3日間に前回同様の方法にてコンクリートを施工せり。

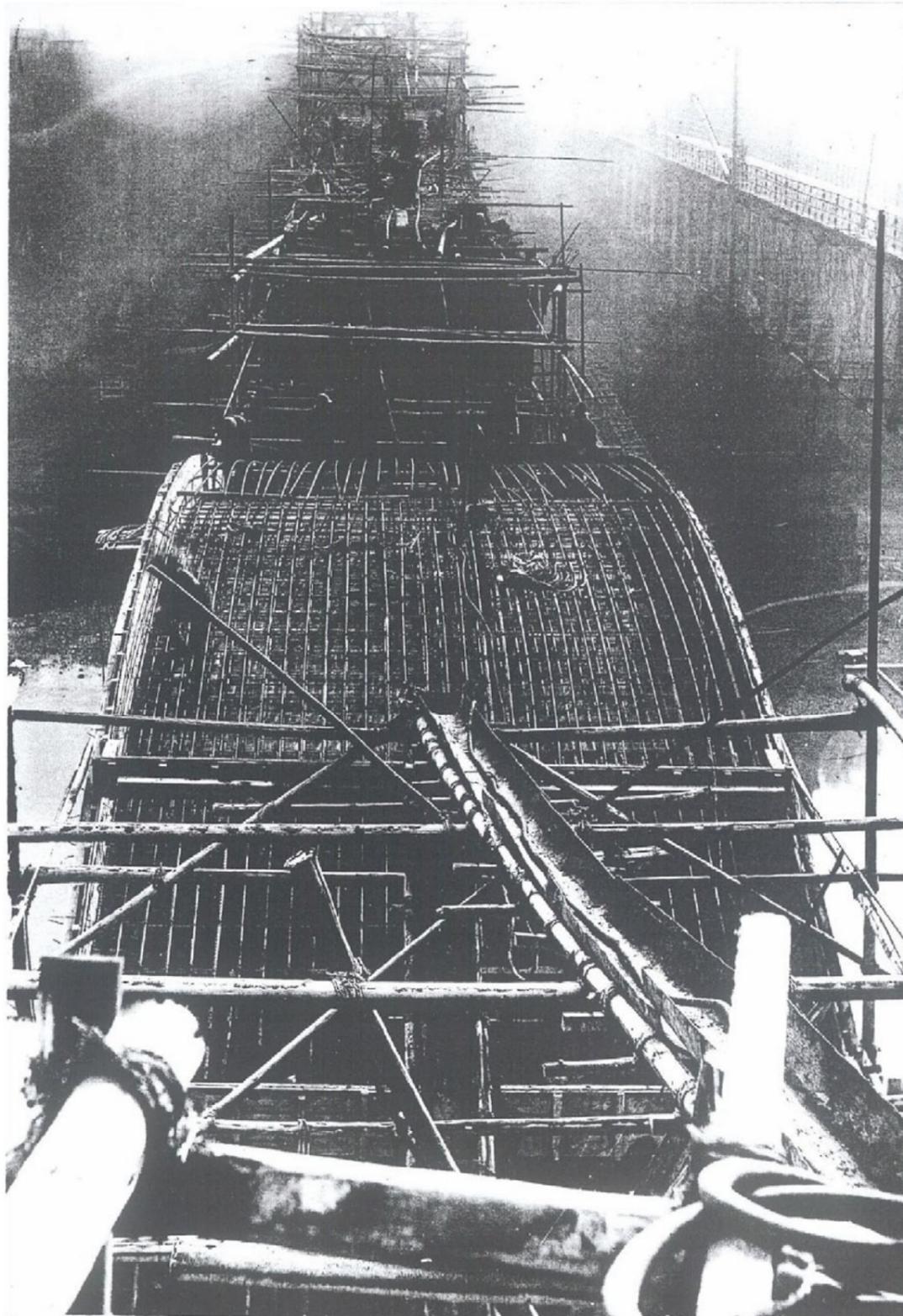
第3径間の拱架(きょうか：アーチを造るときに用いる型枠)据付および配筋等を終りたるは12月18日にして翌19日より22日の4日間にわたりコンクリートを施工せり、蓋し時(けだしとき：万が一のとき)恰も(あたかも：ちょうどそのとき)冬季に入り氷結の虞ありし(おそれありし：恐れがある)をもって1日の作業量を減少し比較的气温高き時刻を選び施工せしむるの意に出でたるものなり、尚萬一(ばんいち：万が一)を慮り(おもんばかり：考えをめぐらすこと)炭火をもって防寒設備を為せり。

【文献情報の整理】

- ①9月9日より支保工を組み立てて開始
- ②10月2日から3日間コンクリートを打設、5分割施工
 - ➡アーチリブの打ち継ぎ目を4箇所
- ③1区画の容積は混合機能力から40m³
- ④型枠の撤去までの期間は当初予定の4週間から3週間へ変更
- ⑤施工中に増水影響あり。昼夜施工しても15日間を要した
- ⑥第3径間は2月18日から4日間コンクリートを打設
- ⑦冬季の氷結影響から1日の作業を減らして、比較的气温の高い時刻で施工
- ⑧念のため防寒設備として炭火を使用

④アーチリブ

アーチリブ⑦



支壁コンクリート中橋脚直上のは拱環(きょうかん：アーチの部分)と同時に施工し
 拱環上のは橋脚へ来るべき偏倚荷重を可成的小ならしむる(偏倚荷重を可能な限り小さくする)
 ため次径間のコンクリートの施工と前後し施工せり、

しかして支壁中の大なるものは3回ないし4回に分割打込めり。
 構桁製作に当りては初め75mmの反りを附し上部型枠へは10mmの上越を見込みたるも実施の
 結果3径間共(ともに)略ぼ(ほぼ)同様横桁において25mm内外の撓度(とうど：たわみ)ありたる程度
 にして
 木造部は甚敷き(はなはだしき：普通の度合いを超えている)変移無かりき。

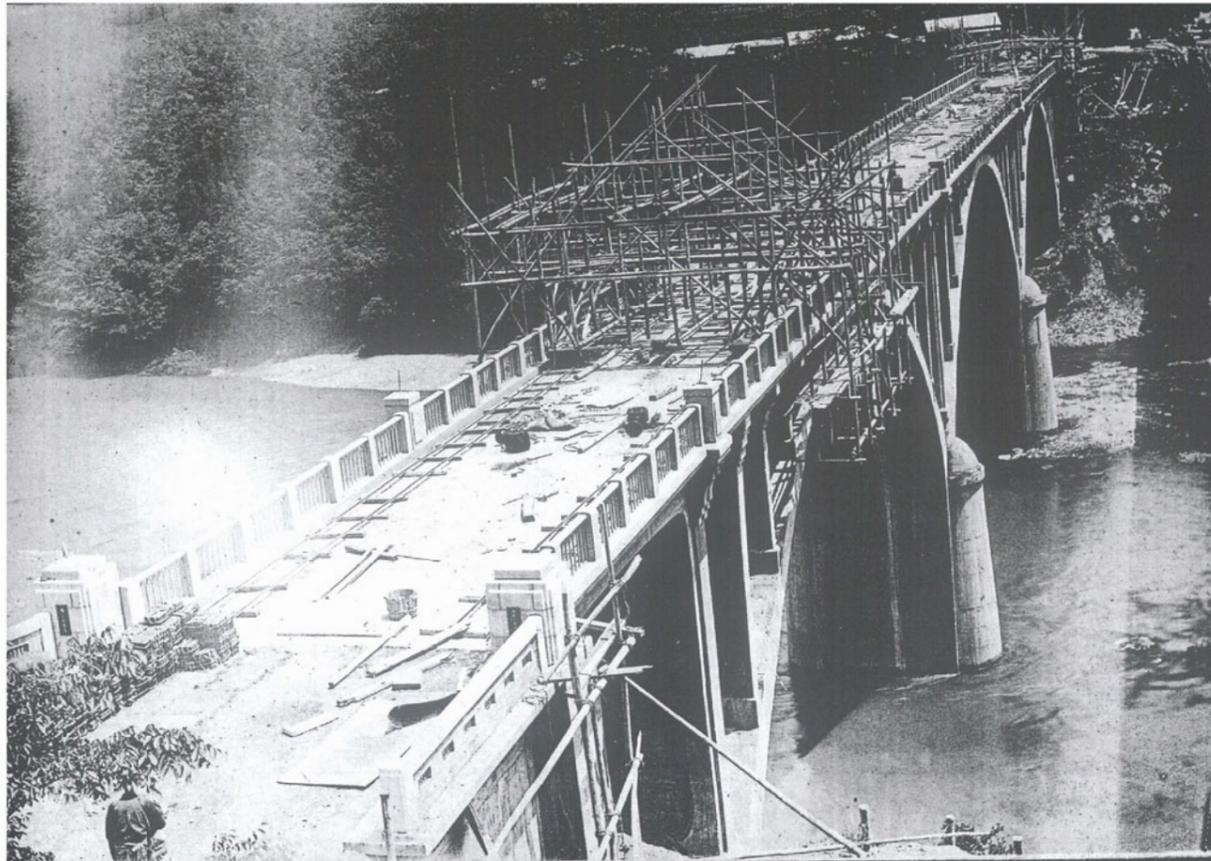


【文献情報の整理】

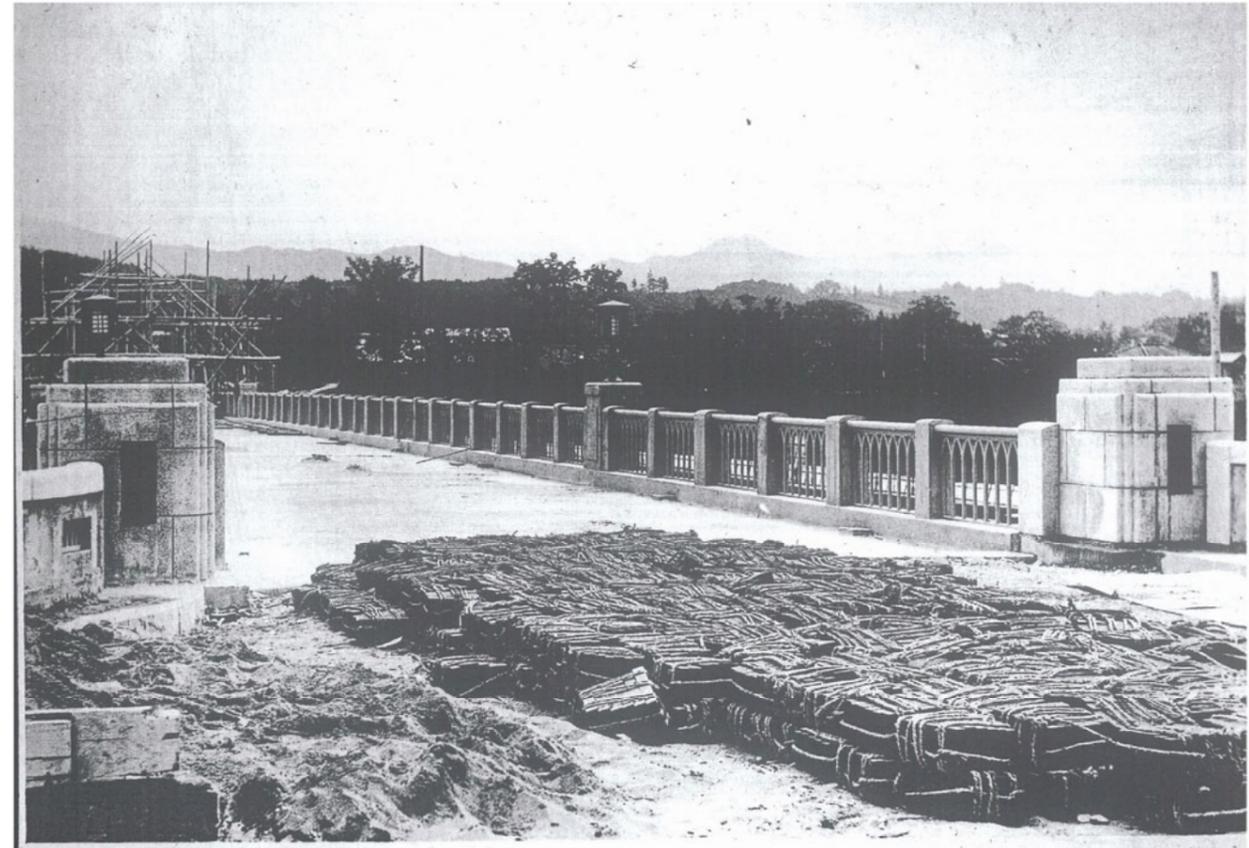
- ①アーチリブへの偏載荷重を低減するために、支柱を同時に施工
- ②支保工の製作時はキャンバーを75mm程度想定し、10mm上起こしを見込む
 実際には25mm程度のたわみ

⑤上部工

上部工①



上部工②



(ハ) 橋床工事

側径間のT桁は腹部4條を1m80間隔に配置し厚15cmの床版を施せり、此コンクリート立積は30m³なるをもつて1日にて容易に施工するを得るものなるが兒玉(こだま:地名)寄径間は途中機械の故障続出し分割するの必要を生じたるにより腹部と床版とに区分して施工せり、本径間の使用鉄筋量は1m²につき59kgなり。

拱橋部(きょうきょうぶ:アーチ橋の部分)は3径間連続T桁2と拱頂部(アーチの頂部)床版と連続せる2径間の連続丁(T)桁2とより成り腹部の配置並に床版の寸法等は側径間と同一なり、

しかして拱頂部拱背と同床版との間には死荷重を軽減する目的をもつて石灰石コンクリートを充填せり1径間分のコンクリート立積は80m³にして1m²あたりの使用鉄筋量は38kgなり。

コンクリートの打方は連続構造の各部を1区画となし1回に施工せり、

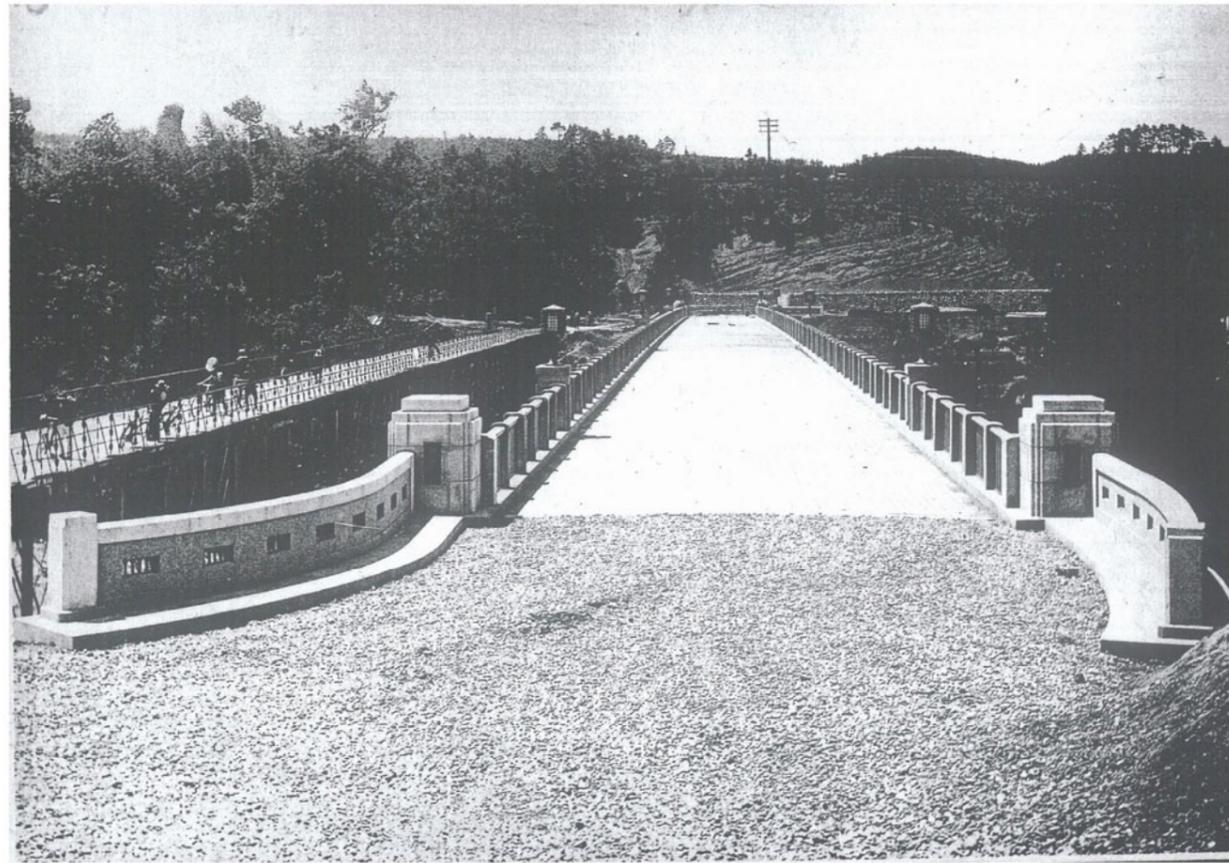
橋面舗装用アスファルトブロックは大日本アスファルトブロック会社製品にして長24cm巾12cm厚38mmのものを長手を橋梁に直角の方向に向け厚15mmの褥床(床に敷くもの)固練膠泥(固練のモルタル)を用いて定置せり。

【文献情報の整理】

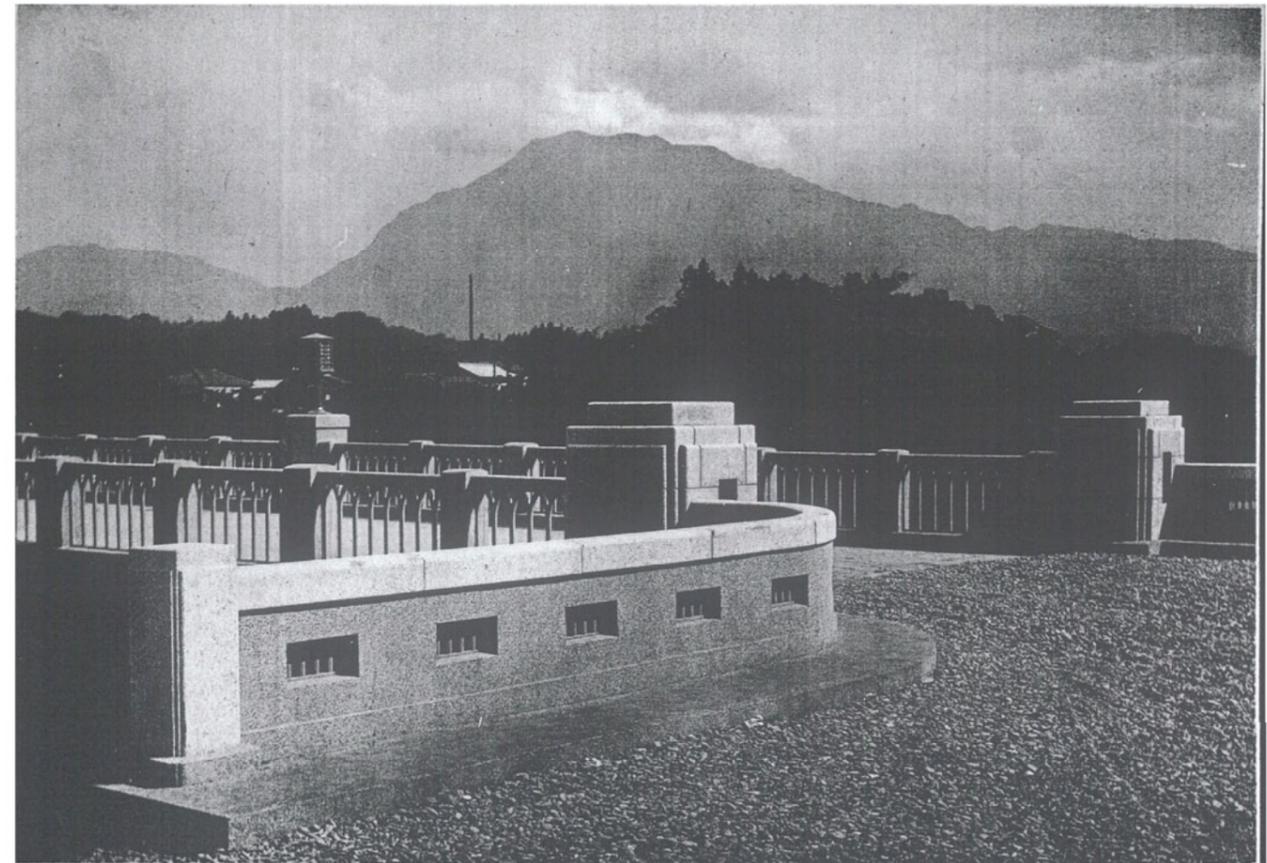
- ①側径間はT型の主桁を4本(1.8m間隔)、床版厚は15cm
- ②1日で30m³のコンクリートを施工
- ③寄居側(群馬方向)は機械の故障で、主桁上部と床版を分割して施工
- ④アーチ部と側径間部の床版寸法は同じ
- ⑤アーチクラウン部は、軽量化を目的に石灰石コンクリートを充填
- ⑥コンクリートの打設は、連続構造の各部を1区間として、1回で施工
 - ▶推測: 橋軸方向の推測施工延長は、30m³ / (幅員6m×厚さ0.15m) = 最大延長33m
 - ※床版のみの場合で、主桁同時打設の場合は、15m程度以下(橋脚からアーチ支間中央付近)程度と推測

⑥完成時

完成① 右岸側



完成② 左岸側



(二) 高欄工事

高欄の束柱は鉄筋コンクリート造にして1m685および1m550間隔に配置し中間に中鑄鋼の鑄物を嵌入す、地覆は人造洗出(種石を練り合わせたモルタルを上塗りしたものを洗い出し、自然な風合いを再現すること)仕上げにして束柱の表面は小叩仕上なり、鑄物は淡緑色のペイントをもって舗装す。

親柱は1m角高1m15の稲田産花崗石を用い表面は磨上げとし内部に中詰めコンクリートを施せり、橋上には各側4基の電灯を配置し交通の安全を期すると同時に美観の一助たらしめたり。

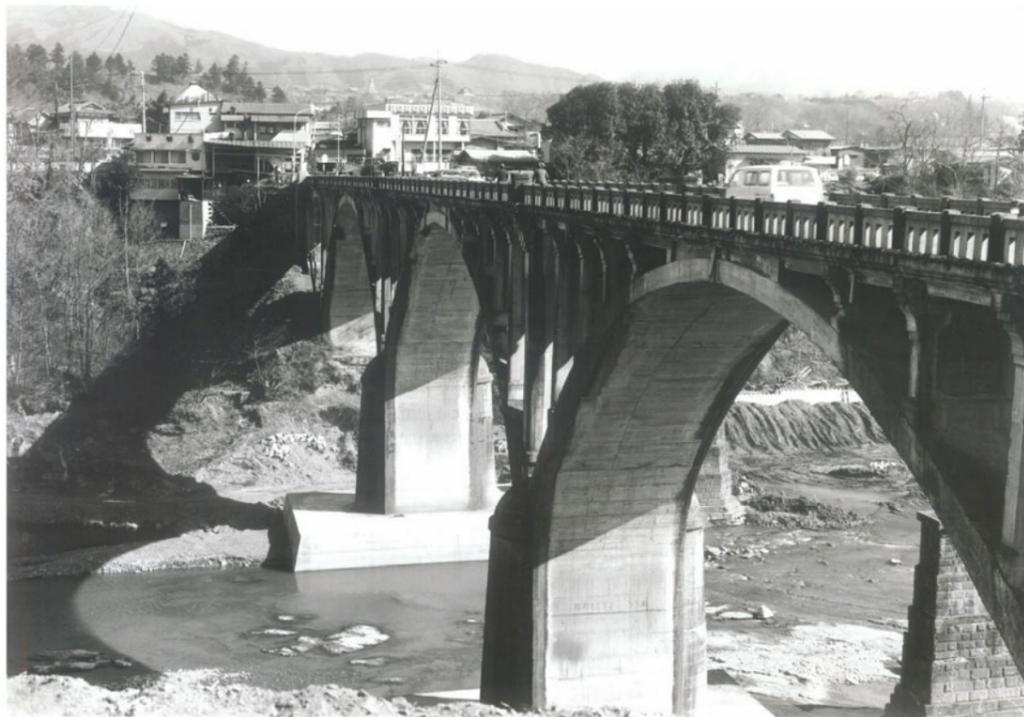
⑦施工工程表

工種	四月	五月	六月	七月	八月	九月	十月	十一月	十二月	一月	二月	三月	四月	五月
A ₁ 反袖														
P ₁ 直上支壁														
P ₂ "	根	堀												
P ₃ "														
P ₄ "														
A ₂ 反袖														
拱環														
拱環上支壁														
橋床														
高欄														
橋面舗装														
摺付道路														

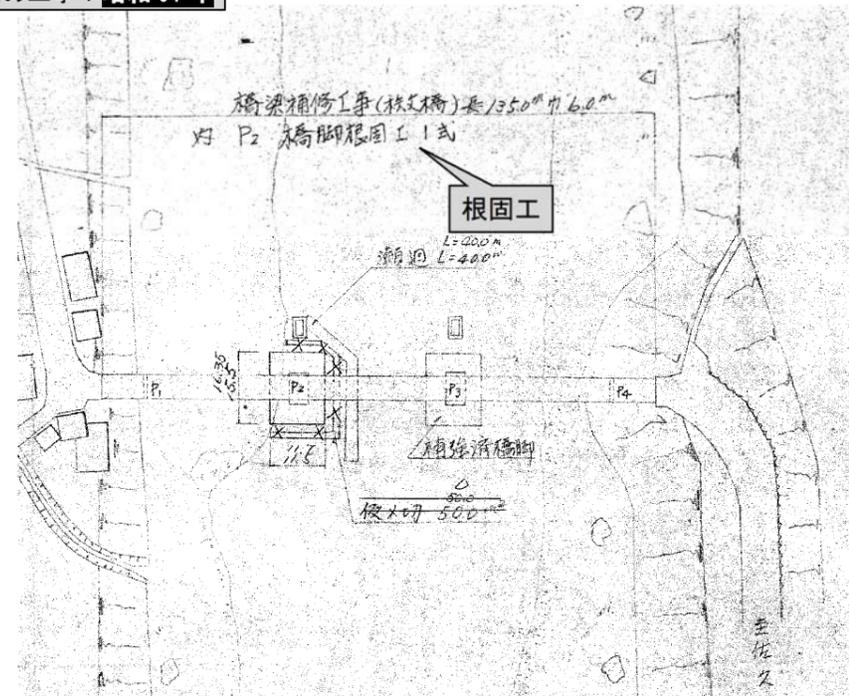
●橋床は11月末、12月末、4月に施工

⑧橋脚基礎の根巻コンクリート（根固め工事）（埼玉県施工）

橋脚基礎根巻コンクリート施工（昭和50年頃）



根固め工事：昭和51年



6.1 地質調査

6.1.1 調査位置

地質調査（ボーリング調査）位置は、斜面の上部，下部の2箇所である。

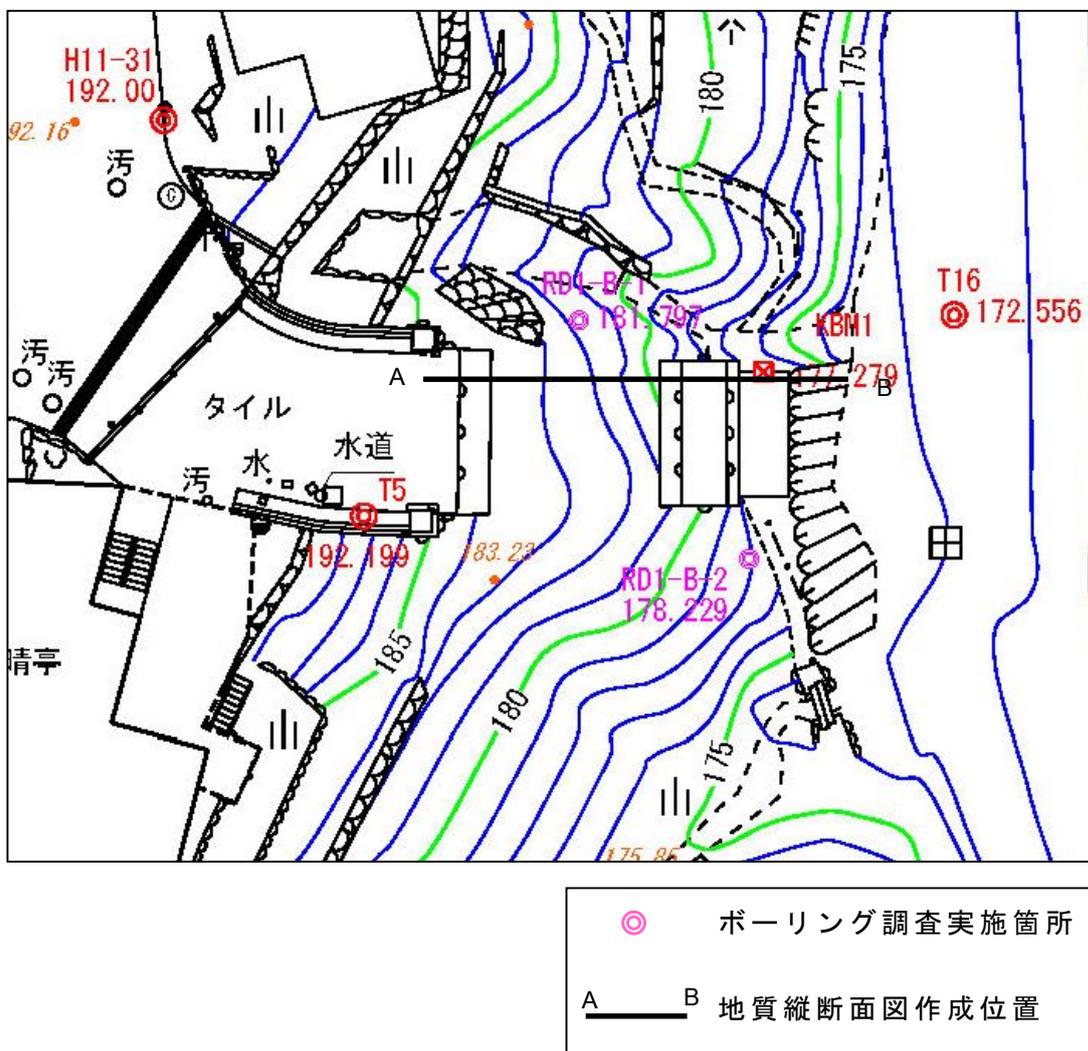


図 6.1.1 調査位置図

6.1.2 地形・地質概要

秩父盆地の地質図より、当該箇所分布する地質は、新第三紀中新統の秩父町層群鷲ノ巣層の泥岩である。鷲ノ巣層は、下位から砂岩層・泥岩層・砂岩と泥岩の互層・礫岩と砂岩の互層からなる。調査地点では塊状の泥岩層が分布している。

秩父盆地周辺の中新統の泥岩やシルト岩は、日射や降雨に晒され、乾湿を繰り返すことでスレーキングにより容易に劣化・崩壊する特徴がある。

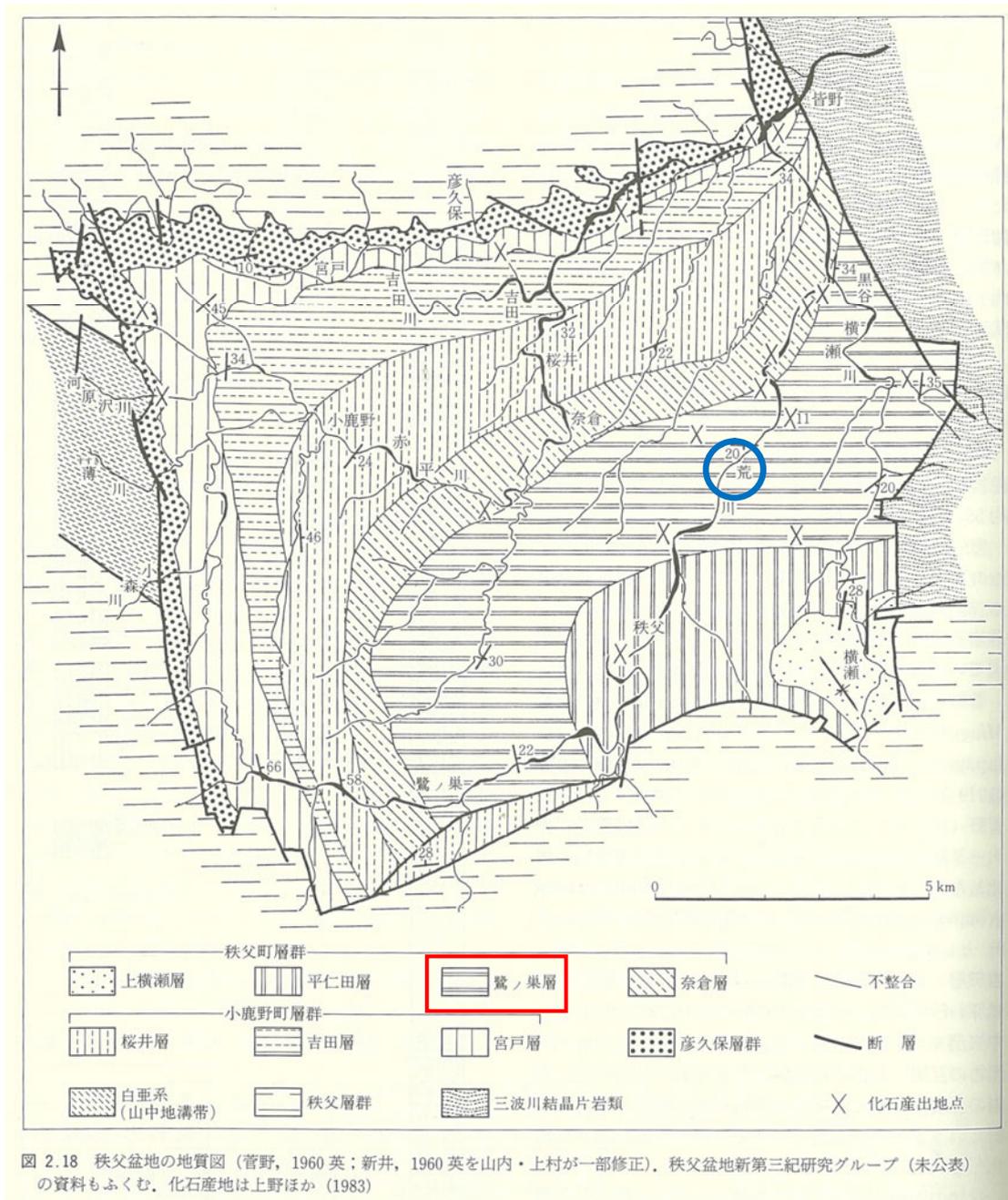


図 2.18 秩父盆地の地質図 (菅野, 1960 英; 新井, 1960 英を山内・上村が一部修正)。秩父盆地新第三紀研究グループ (未公表) の資料もふくむ。化石産地は上野ほか (1983)

6.1.1 ボーリング調査結果

1) 地質状況

地質性状はボーリングで採取された試料を目視観察することにより判定した。なお、各ボーリング孔の詳細は巻末のボーリング柱状図およびコア写真を参照。

深度 1.6m 程度まで茶褐色を呈する風化泥岩が分布し、その下位は比較的新鮮な泥岩である。

風化泥岩は、N 値 8 程度のところがあり、粘土化がみられるため、支持層はその下位の N 値 50 以上を示す泥岩が適当である。風化泥岩には、割れ目が形成されているが、粘土等を挟在するものは少ない。R01-B-1 の深度 1.48 - 1.60m には、幅約 6 cm の破碎部がみられるが、傾斜角度及び破碎の特徴から層理面に沿った割れ目と推定される。

露頭での観察結果から、層理面は傾斜約 20~35° 程度の受け盤をなしている。また、水平に近い割れ目は、ボーリングによるコア採取により応力開放により生じたものと考えられる。

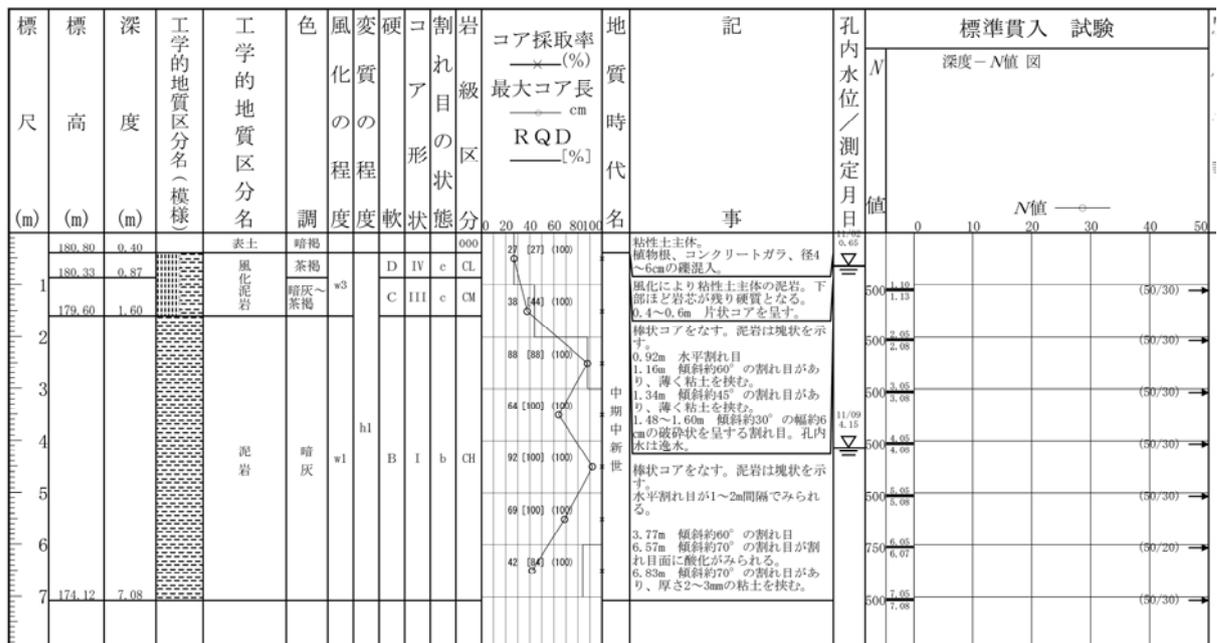


図 6.1.3 ボーリング柱状図及びコア写真 (R01-B-1)

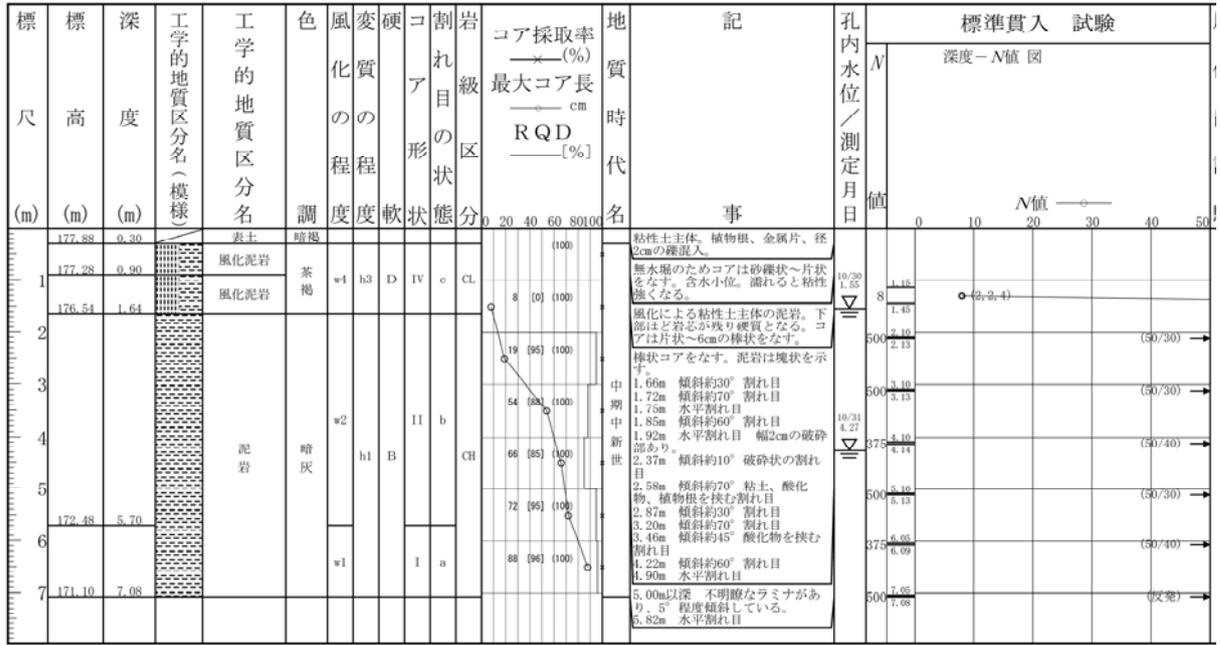


図 6.1.4 ボーリング柱状図及びコア写真 (R01-B-2)

2) 孔内水位

ボーリング掘進中は清水を送水した。掘削の翌日の朝（作業前）に測定された孔内水位は、掘削水が地盤中に浸透しきれなかった溜水の水位と考えられる。

なお、R01-B-1 では、深度 1.48m～1.60m 付近の割れ目から送水の逸水がみられた。

表 6.1.1 R01-B-1 における孔内水位の状況

R01-B-1		
測定日	2019/11/2	2019/11/2
測定時間	作業前	作業後
掘進深度(GL- m)	1.13	7.08
保孔管下端深度(GL- m)	0.6	0.6
到達地層	風化泥岩	泥岩
孔内水位(GL- m)	水位なし	4.15

表 6.1.2 R01-B-2 における孔内水位の状況

R01-B-2			
測定日	2019/10/30	2019/10/30	2019/10/31
測定時間	作業前	作業後	作業前
掘進深度(GL- m)	2.13	6.09	6.09
保孔管下端深度(GL- m)	1	1	1
到達地層	泥岩	泥岩	泥岩
孔内水位(GL- m)	1.15	4.8	4.27

4) 標準貫入試験

表 6.1.3 に地層の概要を示した。表層の風化泥岩では、N 値 8 が 1 箇所、N 値 50 以上が 1 箇所計測された。風化部は下部ほど固い傾向にあり、N 値 50 以上となった深度も風化泥岩の下部に当たる。

地質時代	地層名	現場土質名	地質記号	N値	記事
中新世 中期	秩父町層群 鷺ノ巣層	風化泥岩	WMd	8	茶褐色を呈し、コアは片状から長さ6cm程度の棒状コアをなす。R01-B-1では、深度1.48～1.60mの割れ目からの孔内水の逸水がみられた。RQDは0～44で岩盤良好度は悪いに相当する。岩級区分はCL～CM
		泥岩	Md	50以上	泥岩は塊状を示し、棒状コアをなす。割れ目が形成されているが、粘土や酸化物を挟むものは少ない。RQDは84～100で岩盤良好度は良いし非常に良いに相当する。岩級区分はCH

6.1.2 地質状況の考察

表土の厚さは40cm程度で、その下位は泥岩が分布する。泥岩の表層1.6m程度まで風化がみられる。風化泥岩のN値は8で、深度が増すごとに硬質になる。

風化泥岩の下位の泥岩ではN値は50以上となり、コアは棒状をなしハンマーの強打で割れる程度の硬さとなる。

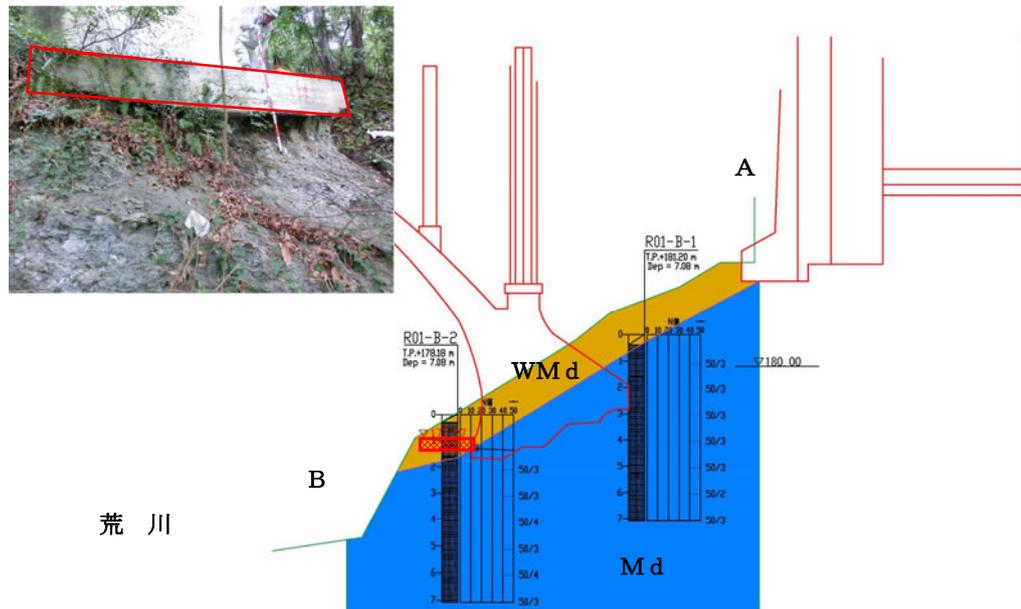
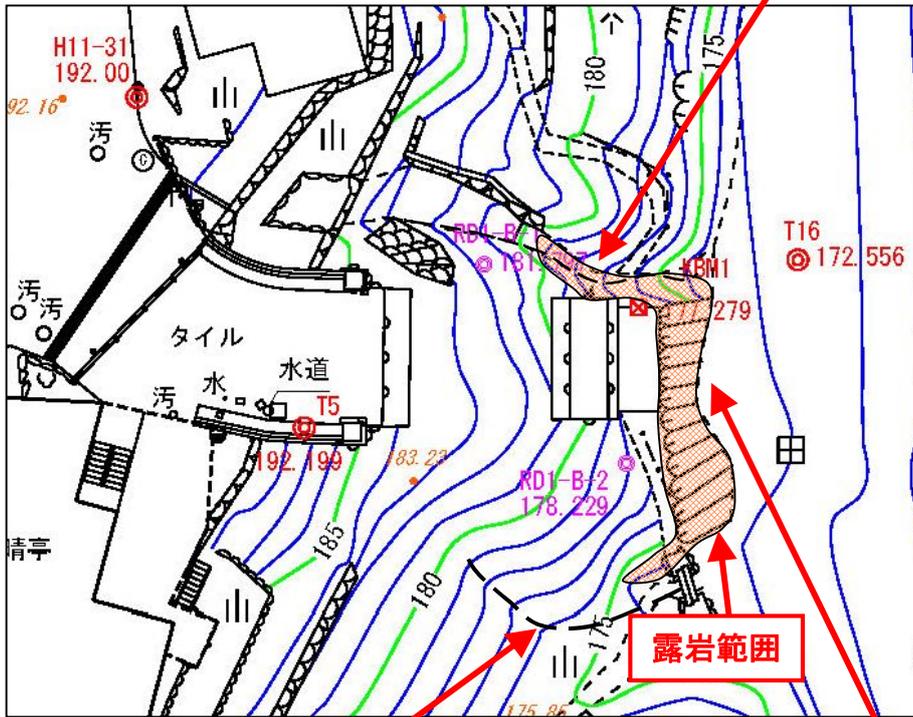


図 6.1.5 推定地質縦断図

図 6.1.6 に橋脚周辺の地盤状況を示す。



橋脚上流側にみられるガリー侵食
左側の写真は R01. 10. 25 の状況で、滝状になっていた。



橋脚下流側にみられるガリー侵食



橋脚基礎直下の露岩
基礎直下の約 1m には風化がみられる。

図 6.1.6 橋脚周辺の地盤状況

当該箇所分布する地質は、新第三紀中新統の秩父町層群鷺ノ巣層の泥岩であり、中新統の泥岩やシルト岩は、日射や降雨に晒され、乾湿を繰り返すことでスレーキングにより容易に劣化・崩壊する特徴がある。現時点では風化がみられるのは、地表表層の 1.6m 程度と推定される。

地層は、E-W方向の走向、南傾斜 15～30° の受け盤方向をなしている。
割れ目は概ね次の 2 系統が卓越している。

- ① N30～50° Wの走向で北傾斜 60～80°
- ② N40～50° E北傾斜 50～80°

この 2 系統の割れ目は流れ盤方向を示すこともあるが、傾斜が急であるため、割れ目に沿った滑りは発生しにくい。また、大部分の割れ目は密着しており、粘土や酸化物を挟む割れ目は少ない。

橋脚の上流側及び下流側にはガリー侵食地形がみられる。常時流水していないが、豪雨直後（令和元年 10 月 25 日・台風 19 号来襲後）には滝状に流水していることを確認した。また、流水部は露岩し、周辺より凹地状になっている。

上流側のガリー侵食地形は、橋脚に近接しており、ガリー侵食の進行にともなう洗掘が生じる恐れがあるため、流路工の整備が望ましい。

6.1.3 地盤の工学的評価

表 6.1.4 に計測された N 値・RQD と既往の文献等に示されている単位体積重量および一軸圧縮強度に基づいた地盤の定数の提案値を示した。

「新・関東の地盤」（地盤工学会, 2014）に記載されている、秩父盆地の堆積岩（新第三紀中新統）の岩石物性の表 6.1.5 によれば、シルト岩の一軸圧縮強度は 7.3～22MPa と示されており、調査対象の泥岩も同様の値を示すと考えられる。この場合、岩盤の工学的分類法では軟岩系岩盤に区分される（25MN/m²以下）。

また、単位堆積重量については、表 6.1.6 に示した新第三紀層岩盤でのコア試験と現場載荷試験の対比（「岩の工学的性質と設計・施工への応用」、土質工学会, 1974）を用いた。この中で新第三紀の泥岩の値を用いた。

表 6.1.4 地盤の定数の提案値

地層名	現場土質名	記号	N値	RQD	単位体積重量 γ (kN/m ³)	一軸圧縮強度 (MN/m ²)
秩父町層群 鷺ノ巣層	風化泥岩	WMd	8	0～44	18.3～21.8	7.3～22
	泥岩	Md	50以上	84～100		

表 6.1.5 秩父盆地の堆積岩(新第三紀中新統)岩石物性
(新・関東の地盤, 地盤工学会, 2014)

岩石物性	シルト岩	砂岩
湿潤一軸圧縮強度 (S_c , MPa)	7.3~22	15~68
湿潤圧裂引張強度 (S_t , MPa)	0.28~2.2	1.3~5.7
シュミットロックハンマー反発硬度 (R , %)	14~20	22~40
現場弾性波速度 (V_{pf} , km/s)	0.73~1.6	0.70~2.4
室内弾性波速度 (V_{pc} , km/s)	2.0~4.0	1.9~3.7
不連続示数 ($I_d = V_{pf}/V_{pc}$)	0.19~0.69	0.30~0.73

表 6.1.6 新第三紀層岩盤でのコア試験と現場载荷試験の対比
(岩の工学的性質と設計・施工への応用, 土質工学会, 1974)

資料	項目 No.	深さ (m)	地層名	岩石名	岩盤の 状況	岩石室内試験						現場载荷試験 (*印は, まだ荷重増が期待できるもの)					実施機関
						単位 体積 重量 γ (g/cm^3)	含水 比 w (%)	一軸 圧縮 強さ q_u (kg/cm^2)	三軸 圧縮 試験 c_u (kg/cm^2)	ϕ_w (°)	変形係数 E (kg/cm^2)	载荷板 形状寸 法(cm)	載 荷 方法	変形係数 E (kg/cm^2)	降伏荷 重 P_y (kg/cm^2)	最大荷 重 P_{max} (kg/cm^2)	
1	(1)	GL から 1.8	新第三紀 神戸層群	暗緑色 泥岩	割れ目 多し	2.18	18.0	25.5	14.6	1	一軸 2500~ 3000	$\phi 30$	ビット 内水平	3点平均 3870	84.9	93.6*	建設省
	(2)	8.0	新第三紀 神戸層群	泥岩	均質, 割 れ目なし	2.15	10.9	15.0	3.0	23	一軸 1870	$\phi 30$	ビット 内水平	3点平均 1469	62.0	92.0	
2	(1)	GL から 5.5	新第三紀 三浦層群	泥質岩	均質, 割 れ目なし	1.83	35.8	36.1	16.5	6	三軸 5100~ 6700	$\phi 30$	ビット 内水平	3点平均 6400	60.0	92.0	首都高速 道路公団
	(B2)	10.5	古第三紀 福岡層群	凝灰質 頁岩	均質, 割 れ目少な し	2.34	8.2	—	30.0	3	三軸 3200	$\phi 11.3$	立坑内 鉛直	13300	125.0	200.0*	建設省
(B10)	9.0	古第三紀 福岡層群	凝灰質 頁岩	均質, 割 れ目少な し	2.38	7.1	—	27.9	6	三軸 5820	$\phi 11.3$	立坑内 鉛直	5500	125.0	200.0		
4	(1)	1.0	新第三紀 三豊層	シルト 質泥岩	均質	1.90	30.0	5.0	2.0	22	一軸 400	40×40	ビット 内水平	2300 プレソメ ーター $E=300$	7.8	$P_y \times \frac{3}{2}$ $=11.0$	日本 国有鉄道
	(2)	3.3	新第三紀 三豊層	泥岩	均質	1.95	30.0	7.0	2.2	20	一軸 400	40×40	ビット 内水平	2100 プレソメ ーター $E=70$	6.0	10*	
	(3)	7.1	新第三紀 三豊層	細砂岩	均質	1.92	25.0	1.0	1.5	60	一軸 50	40×40	ビット 内水平	4500 プレソメ ーター $E=300$	10.5	$P_y \times \frac{3}{2}$ $=15.8$	
5	(P ₁)	約4	新第三紀 秋保層群	細粒 凝灰岩	均質, 割 れ目少な し	2.11	18.6	73~ 144	23	46?	一軸 21600	$\phi 40$	ビット 内水平	24600	>80*	>80*	建設省
	(P ₂)	約4	新第三紀 秋保層群	中粒 凝灰岩	均質, 割 れ目少な し	1.83	27.5	34~ 59	20~ 30	0?	三軸と一軸 7600~ 10000	$\phi 40$	ビット 内水平	21800	>80*	>80*	
	(P ₃)	約4	新第三紀 秋保層群	中粒 凝灰岩 (浮石 に含む)	均質, 割 れ目少な し	1.96	26.7	36~ 51	7~ 11	30~ 38	一軸 7740	$\phi 40$	ビット 内水平	6300	70?	>80*	

6.1.4 基礎保全のための留意点

(1) 基礎部の風化防止

基礎部には新第三紀中新統の秩父町層群鷺ノ巣層の泥岩が分布しており、日射や降雨に晒され、乾湿を繰り返すことでスレーキングにより容易に劣化・崩壊する特徴がある。

スレーキングの進行を防止するため、基礎の露岩部はコンクリート等で被覆することが望ましい。

また、露岩の不陸整形等の掘削を行う場合には、施工はなるべく短期間となるよう工程を設定し、湿潤状態から乾燥させないよう養生することが望ましい。

(2) 基礎の洗掘防止

アーチアバットの上流側にはガリー侵食地形がみられる。常時流水していないが、豪雨直後にはかなりの流量の表流水が流入すると予想される。

上流側のガリー侵食地形は、橋脚に近接しており、ガリー侵食の進行にともなう洗掘が生じる恐れがあるため、流路工の整備が望ましい。

6.2 測量平面図

秩父橋付近の地形を把握するため、現地測量を実施した。特に、橋脚付近の河床高の変動状況については、今後の参考とするため端点を多く計測した。



6.3 点群計測（地上レーザーによる計測）

6.3.1 調査概要

計測目的：現在の秩父橋の健全な状態を計測して保存する。

手段：地上レーザーにて計測

内容：今後の維持管理の合理化を行うための基礎資料とする。

地上レーザー スペック表

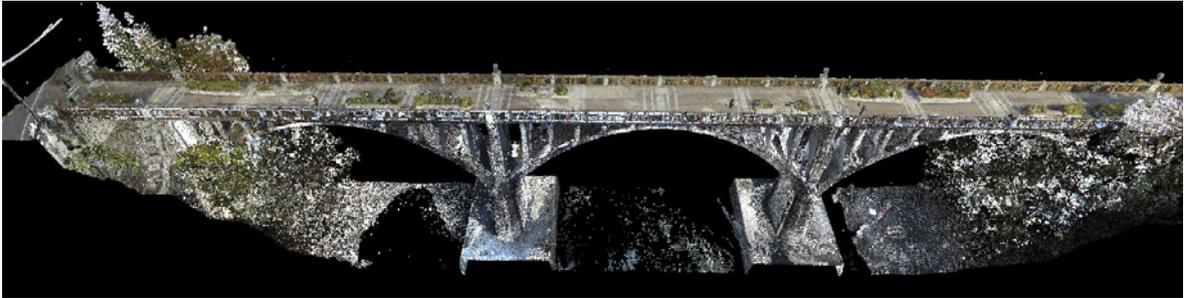
Scan Station P40	
測距精度	1.2mm+10ppm
座標精度	3mm@50m, 6mm@100m
視野角	水平 360° × 鉛直 290°
測定距離	270m（反射率 34%）
レーザー反射強度	タイムオブフライト方式
スキャンスピード （最大）	1,000,000 点/秒
レーザークラス	クラス 1
デジタルカメラ	内蔵カメラ及び外部カメラ
寸法(mm)	238 × 358 × 395

6.3.2 調査結果

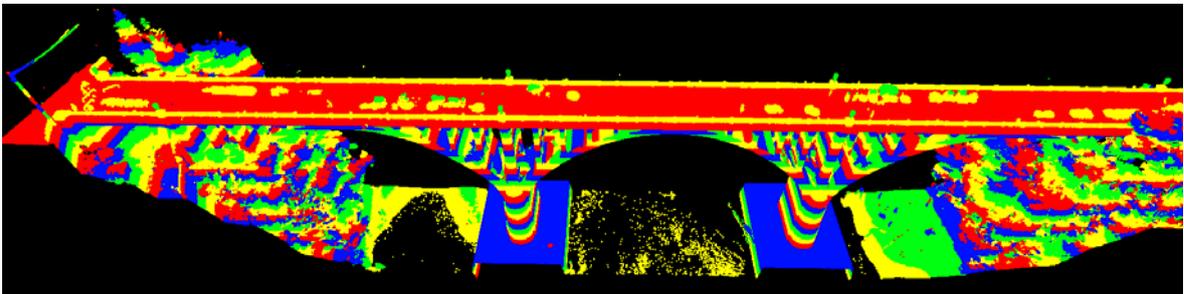
(1) 段彩図による変状の抽出

計測した点群に対して形状変化を把握するために、1m 毎に色を変えた段彩図を整理する。高さ変化が平坦な橋面は、1cm 毎の段彩図とした。

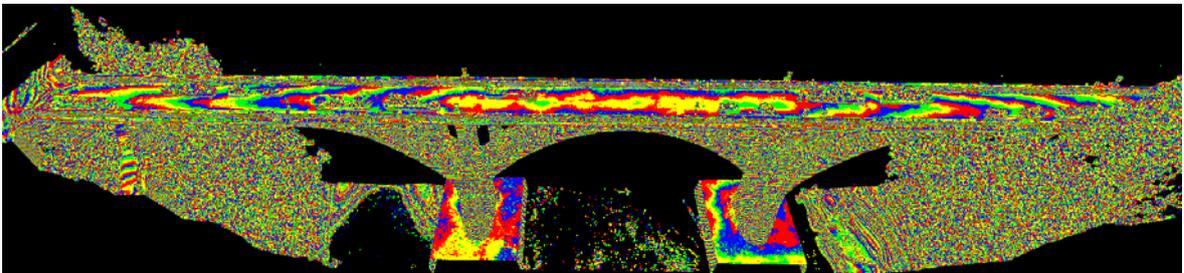
秩父橋の段彩図を以下に示す。



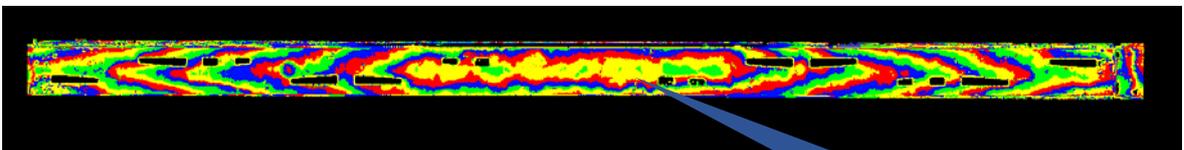
カラ一点群全景



1m 段彩図 (青>緑>黄>赤の繰り返し)



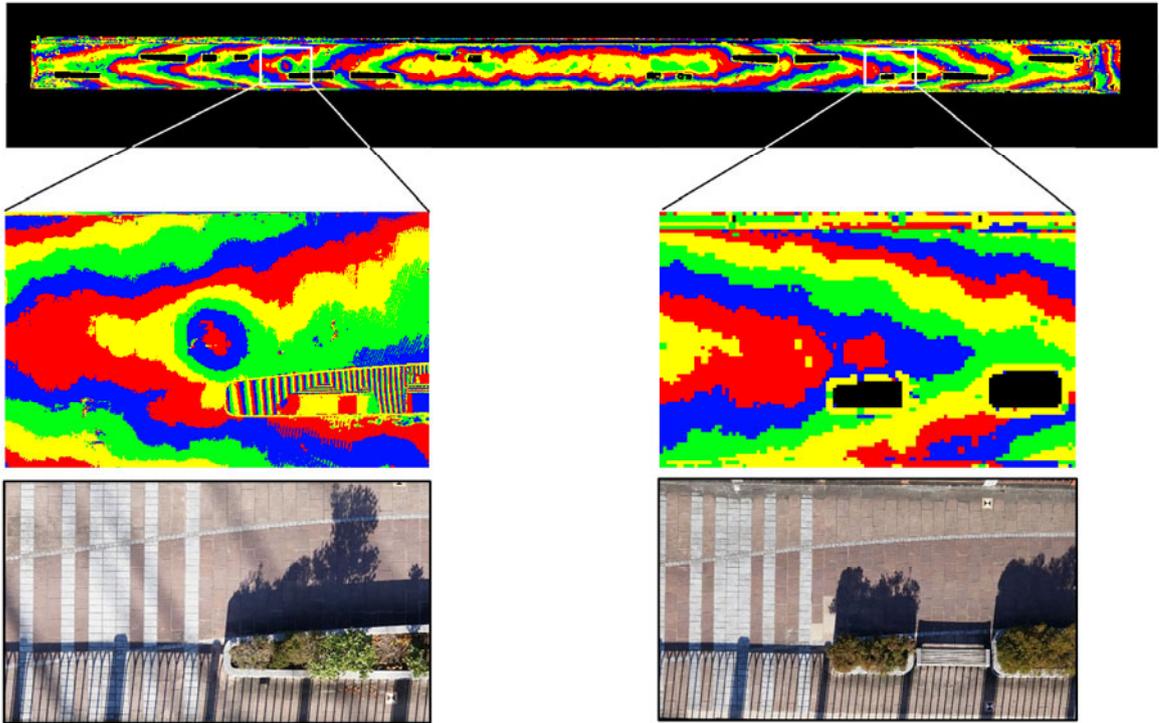
1cm 段彩図



舗装のみの段彩図

中央径間の路面は、黄色一色のため高さの変化が小さいと判断できる。

橋面舗装の点検および調査では舗装のうきが見られた。



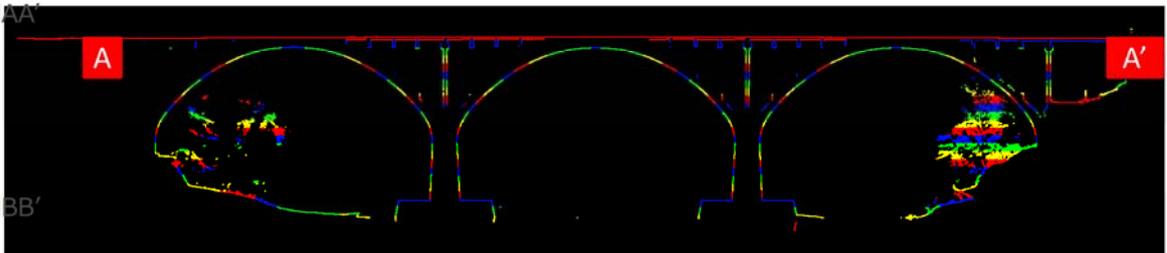
舗装のうき

(2) 断面図（縦断図）

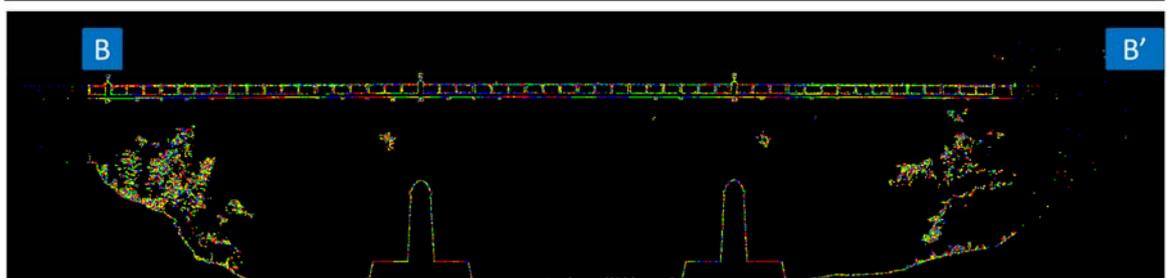
取得した点群から断面図を作成した。これにより、路面や地覆の縦断形状を把握した。



断面図AA'



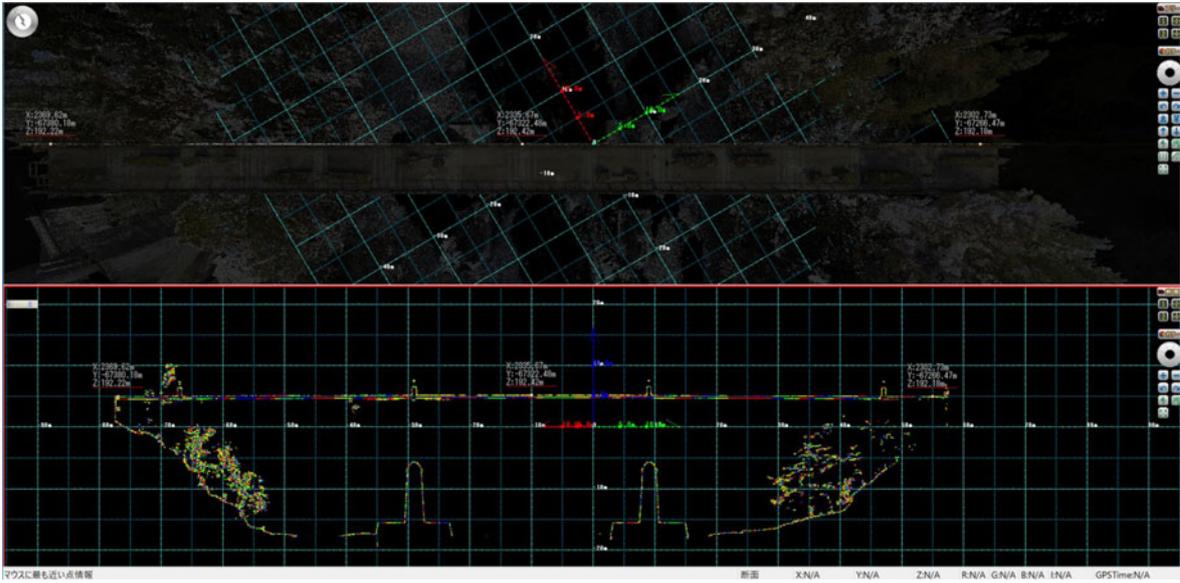
断面図BB'



縦断図

(3) 地覆の縦断図

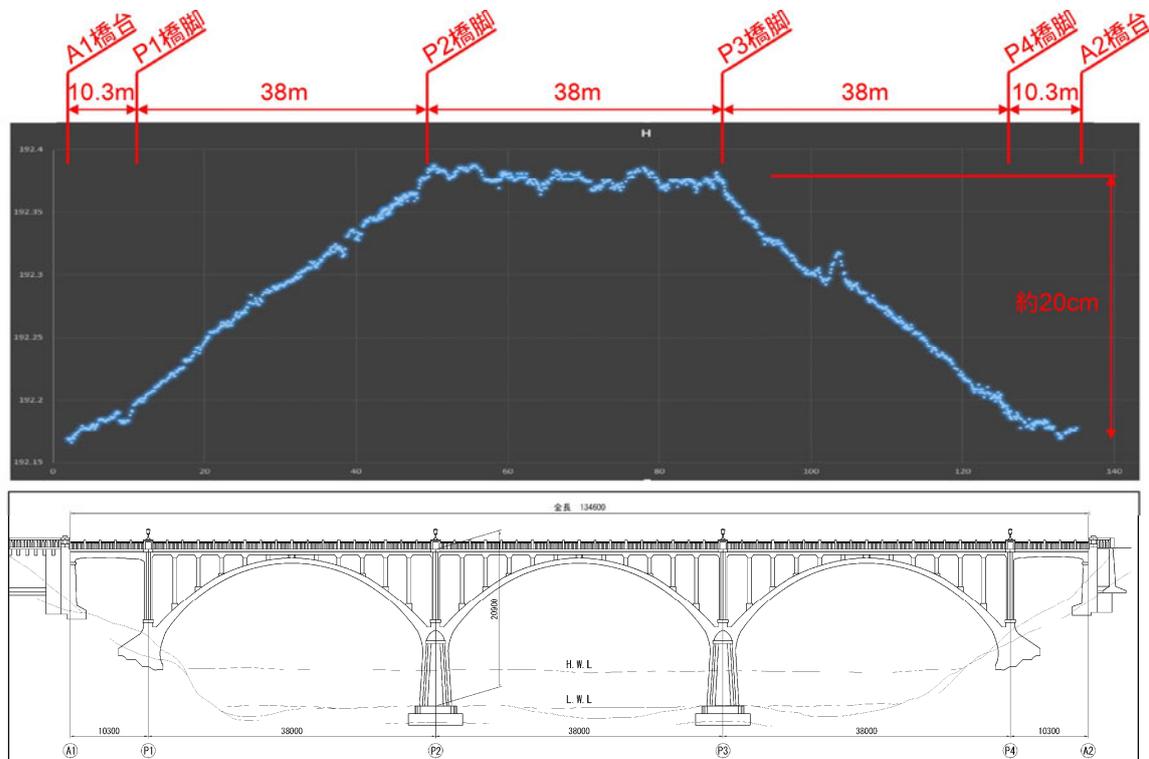
地覆の縦断図から、橋梁端部と中央部の高低差が約 20cm であることを確認した。



縦断図（地覆）

(4) 路面の縦断図

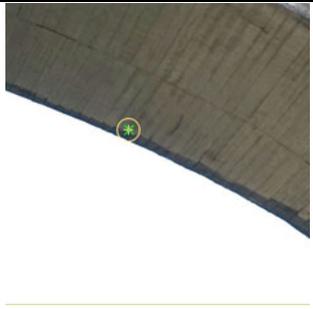
道路中心上の路面高を連続プロットした結果、中央径間はレベルに近く、側径間は一定勾配 (i 約 0.4%) をもつ傾向が見られた。

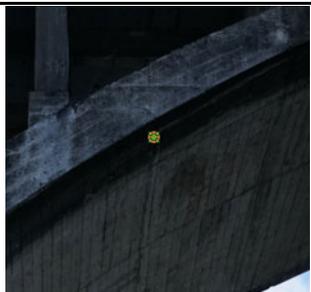


縦断図（路面）

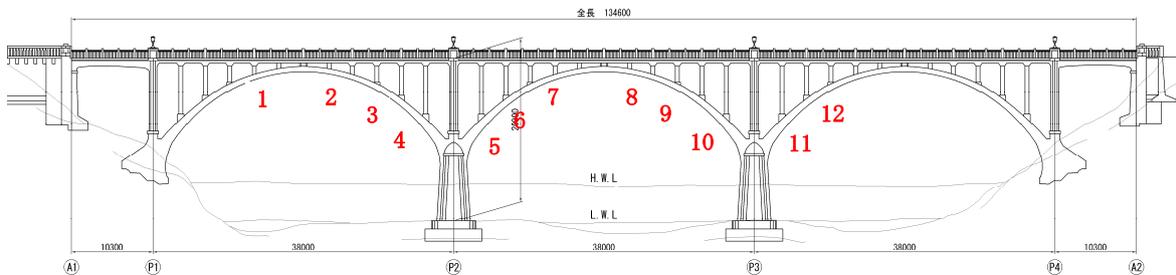
6.3.3 定点観測

アーチリブ下面の打ち継ぎ目を対象に，点群から定点座標を測定した。定点の変位傾向を把握し，アーチリブに変状が現れているか定量的に観測するための基礎資料とする。

観測点 No	X 座標	Y 座標	Z 座標	写 真
1	-67360.057	2357.005	190.283	
2	-67351.182	2351.574	190.283	
3	-67347.239	2348.627	188.148	
4	-67341.794	2346.204	182.961	
5 下	-67337.519	2343.099	181.733	

測点 No	X 座標	Y 座標	Z 座標	写 真
5 上	-67336.839	2342.653	182.954	
6	-67332.776	2340.425	187.298	
7	-67331.157	2339.638	188.354	
8	-67317.086	2325.832	188.426	
9	-67313.012	2329.147	187.284	

測点 No	X 座標	Y 座標	Z 座標	写 真
10	-67308.941	2327.031	182.976	
11	-67306.560	2319.200	182.930	
12 下	-67298.983	2320.976	187.983	
12 上	-67298.379	2320.502	188.416	



定点位置图

6.4 UAVによる近接調査

6.4.1 調査概要

アーチ部下面にあるひびわれ（コールドジョイント）の撮影を目的とした。
手段は、上部撮影可能な UAV による写真計測とした。

使用機材

S800	
機体全幅（プロペラ含む）	1181mm
機体全高	500mm
機体重量	3.5kg
ペイロード（最大積載量）	4.5kg
飛行時間	15分
最高速度（無風状態）	70km
姿勢制御装置	GPS+IMU（3軸ジャイロ）
操縦用無線機運用可能距離	最大1km

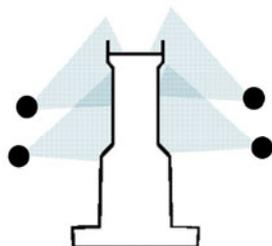
SONY a7R	
連続撮影速度	最高約1.5コマ/秒
撮像素子	35mmフルサイズ（35.9×24.0mm） “Exmor” CMOS センサー
カメラ有効画素数	約3640万画素
総画素数	約3680万画素

6.4.2 撮影方法

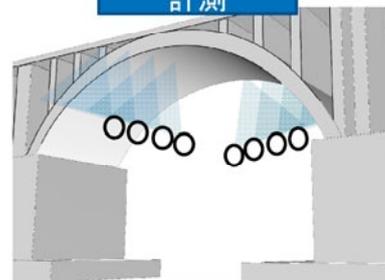
アーチリブの下面から撮影するため、GPS環境外となる。制御不能になる恐れがあることから、パイロット（操縦者）による手動で飛行した。上向きカメラを使用し、桁下面に近接して撮影した。



側面計測



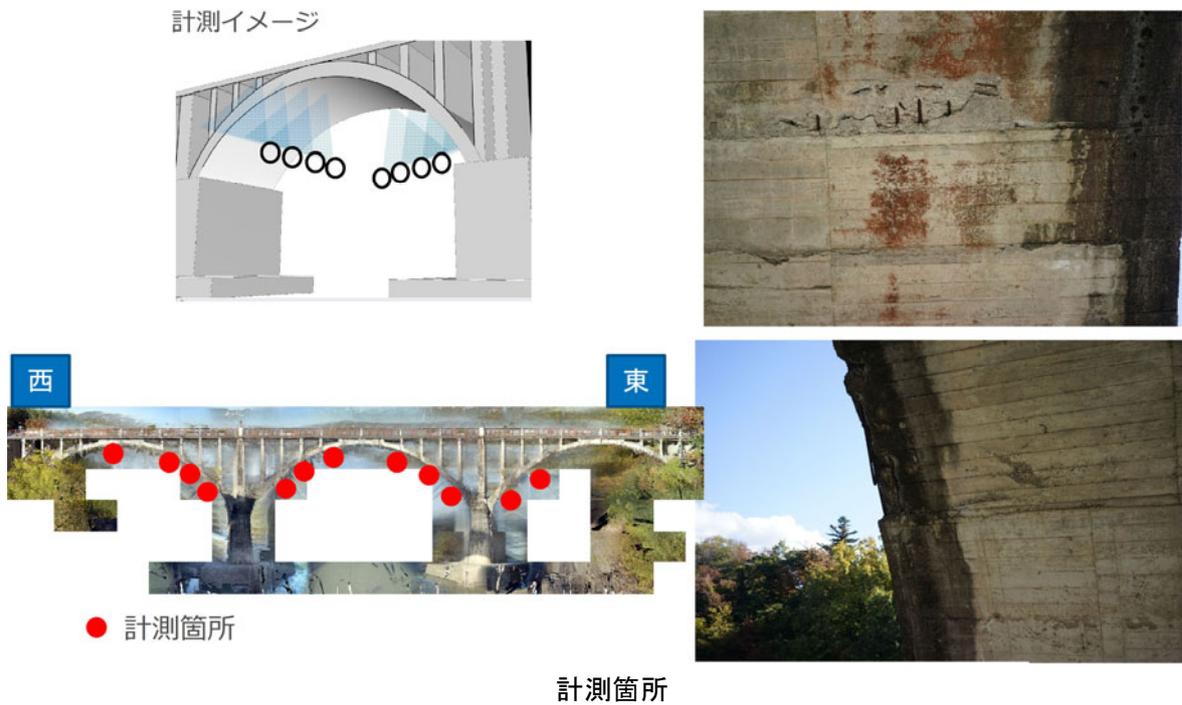
アーチリブ計測



計測イメージ図

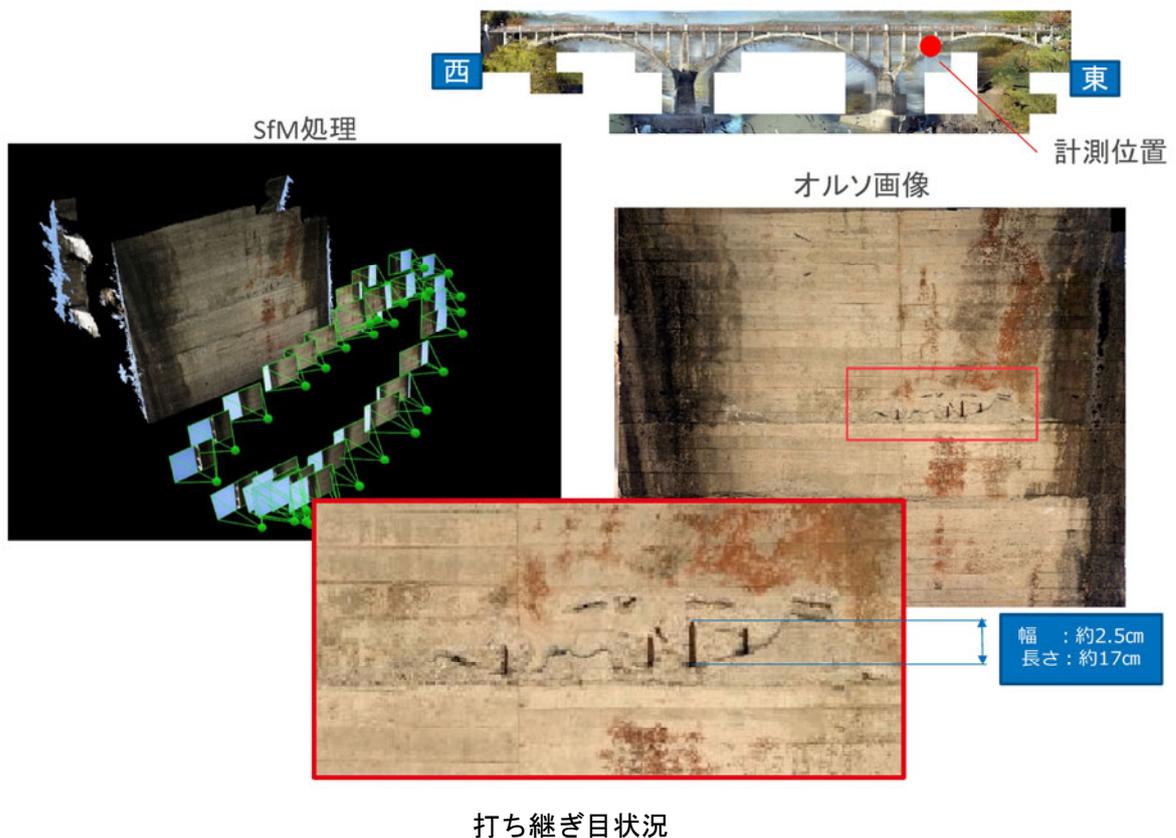
6.4.3 撮影箇所

撮影箇所は、アーチリブの下面にあるコンクリートの打ち継ぎ目とした。一部樹木が茂った箇所を除き、1径間あたり6箇所のひびわれを撮影した。



6.4.4 撮影結果

アーチリブ下面にあるコンクリートの打ち継ぎ目を連続写真撮影し、オルソ画像を作成した。今後の維持管理のため、現時点のひびわれ形状を記録した。



卷 末 資 料

ボーリング柱状図

ボーリングコア写真



R01-B-1 ボーリングコア写真



R01-B-2 ボーリングコア写真