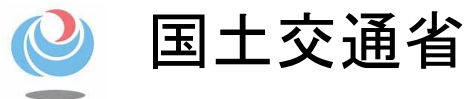


令和 2 年度施行

直轄診断【白老橋】

直轄診断報告書

令和 3 年 3 月



目 次

1. はじめに.....	1
1-1. 橋梁の概要と直轄診断の経緯.....	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.....	3
(1) 道路メンテナンス技術集団の構成.....	3
(2) 主な活動内容.....	3
2. 調査概要.....	4
2-1. 既往資料の整理.....	4
(1) 文献調査.....	4
(2) 白老町による橋梁定期点検（平成 28 年）の概要.....	4
(3) 白老橋の履歴.....	7
2-2. 現地調査・室内試験.....	9
3. 橋梁概要.....	10
3-1. 現況.....	10
4. 診断結果.....	11
4-1. 調査概要.....	11
4-2. 劣化損傷状況.....	11
(1) 各部位・部材の劣化損傷状況.....	11
4-3. 所見.....	13
5. 調査結果.....	18
5-1. 現地調査の概要.....	18
(1) 調査実施日.....	18
(2) 調査状況.....	18
(3) 損傷概要.....	19
(4) 調査箇所図.....	21
5-2. 主桁・横桁の状況.....	22
(1) 主な損傷（近接目視）.....	22
(2) 圧縮強度・静弾性係数試験.....	23
(3) 塩化物イオン濃度試験.....	23
(4) 中性化試験.....	24
(5) 粗骨材の密度及び吸水率試験など.....	24
(6) はつり調査.....	25
(7) 表面被覆材成分分析.....	28
5-3. 床版・路面の状況.....	32
(1) 主な損傷（近接目視）.....	32
(2) 圧縮強度・静弾性試験.....	33
(3) はつり調査.....	33
(4) 中性化試験.....	36
(5) 塩化物イオン濃度試験.....	37

(6) コア性状	38
(7) 粗骨材の密度及び吸水率試験など	39
(8) 気泡間隔係数測定	39
5-4. 下部工の状況	40
(1) 主な損傷（近接目視）	40
(2) 圧縮強度・静弾性係数試験	41
(3) はつり調査	41
(4) 粗骨材の密度及び吸水率試験など	41
(5) 気泡間隔係数測定	43
5-5. その他の状況	43
(1) 河床洗掘調査（河川横断測量・水中ソナー）	43
(2) 支承調査	44
(3) 高欄	46
(4) 歩道橋	47

1. はじめに

1-1. 橋梁の概要と直轄診断の経緯

白老橋は、北海道白老町高砂に昭和 28 年に建設され、現在までに 68 年経過している町道中央通上の橋長 148.2m のコンクリート製の橋梁である。町道中央通は、白老川を跨ぐ東西の住宅地域を結び、近隣の工場からの運搬車両などが利用する他、白老町役場や白老駅が隣接する地域の生活を支える重要な路線である。

本橋は、3 径間連続 RC 桁橋 2 連+単純 PCT 桁橋の橋梁であり、海岸から約 350m に位置している。平成 28 年度に白老町において点検が実施され、橋梁全体に塩害による損傷や支承部の著しい腐食等が確認された。

このため、白老町ではその対応が課題となっており、令和 2 年 11 月に白老町より、北海道道路メンテナンス会議議長に対し直轄診断の要請がされたものである。

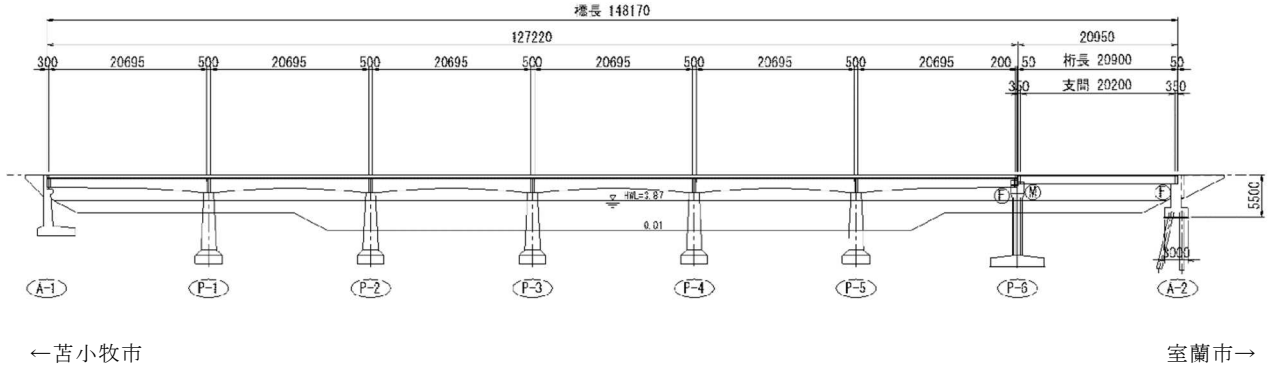
国土交通省は、本橋が維持管理に高度な技術が必要であること、地域にとって重要な路線であること等を勘案の上、直轄診断により、今後検討される修繕・措置等について、所要の調査・作業を行い、技術的な助言が必要と判断した。

北海道開発局等による「道路メンテナンス技術集団」は、令和 3 年 1 月 26 日より現地調査を開始し調査を進めてきたが、その調査結果がまとまったので、技術的助言として以下の通り報告する。

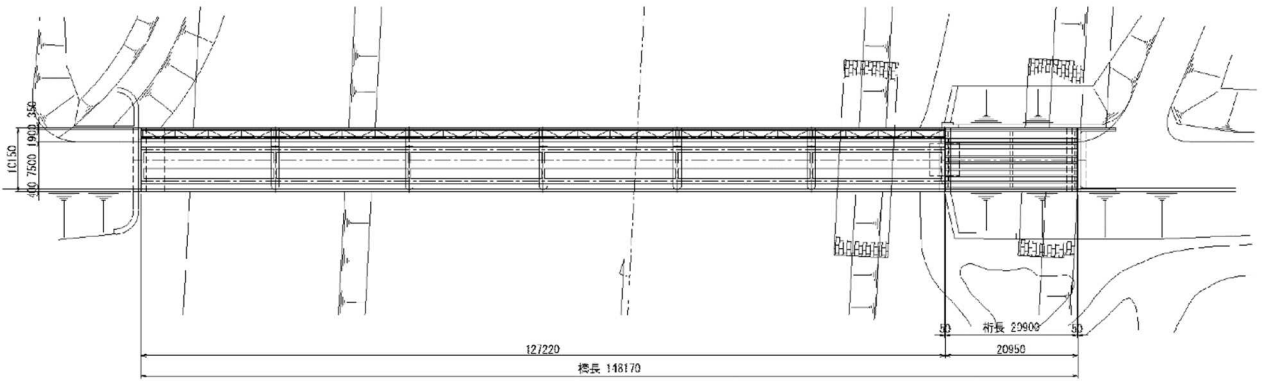


図 1.1 白老橋の位置図と現況写真

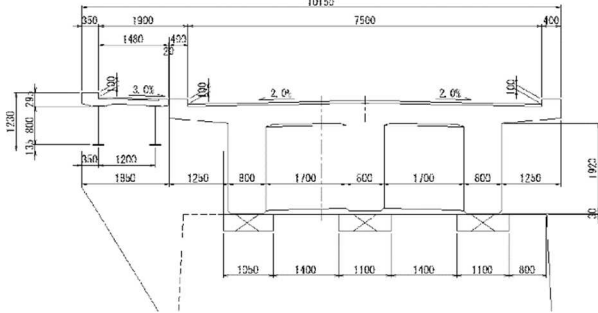
側面図



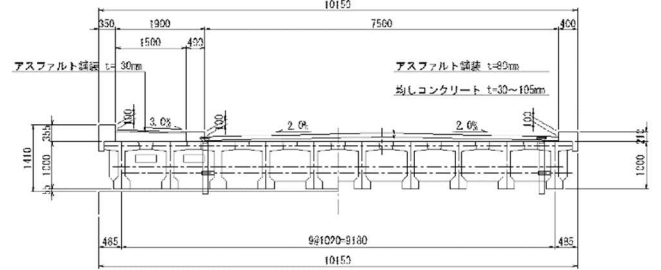
平面図



断面図 S=1:50 (P-1~P-5)



断面図 S=1:50



断面図 S=1:50 (P-6 BP)

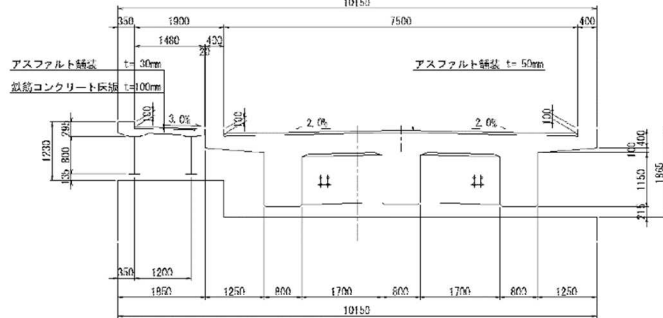


図 1.2 白老橋一般図

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) 道路メンテナンス技術集団の構成

リーダー	武藤 秀樹	北海道開発局	建設部	道路維持課	道路保全対策官
	谷内 敬功	北海道開発局	建設部	道路維持課	特定道路事業対策官
	小井田 剛	北海道開発局	室蘭開発建設部		道路防災推進官
	井内 彰宏	北海道開発局	室蘭開発建設部		道路整備保全課長
	白戸 真大	国土技術政策総合研究所		道路構造物研究部	橋梁研究室長
	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
	安中 新太郎	国立研究開発法人	土木研究所	寒地土木研究所	
				寒地基礎技術研究グループ	寒地構造チーム 上席研究員
	島多 昭典	国立研究開発法人	土木研究所	寒地土木研究所	
				寒地保全技術研究グループ	耐寒材料チーム 上席研究員

(2) 主な活動内容

道路メンテナンス技術集団の主な活動日と活動内容を表 1.1 に示す。

表 1.1 主な活動日と活動内容

活動日	活動内容
令和3年1月26日(火)	白老橋直轄診断着手式
令和3年3月22日(月)	白老橋直轄診断報告会

2. 調査概要

2-1. 既往資料の整理

(1) 文献調査

架設年度が1953年（昭和28年）と古いため、架橋当初の設計資料が存在しない。ただし、1984年（昭和59年）に行われた橋梁延伸時の資料は存在する。

本業務で参照した既存資料は以下のとおりである。

- ・橋梁定期点検 / 平成28年8月 / 白老町
- ・一般国道36号白老町地内白老橋・社台橋・上下部調査 調査報告書 / 昭和56年7月 / 室蘭開発建設部
- ・S59 白老川改修工事の内町道橋伸長工事図面（PCT 上部構造図、伸縮継手、6径間目主桁部分打換え、P6 支承、高欄、P6 橋脚 A2 橋台構造配筋、歩道橋主桁床版高欄、河川平面縦断横断図、作工図） / 北海道室蘭土木現業所
- ・S32RCT 桁標準設計図集
- ・土木研究所資料 骨材がコンクリートの凍結融解抵抗性と乾燥収縮に与える影響と評価試験法に関する研究 / 平成23年3月 / 独立行政法人土木研究所 材料地盤研究グループ基礎材料チーム
- ・H30 白老町 橋梁長寿命化修繕計画 / 平成31年2月 / 白老町建設部

(2) 白老町による橋梁定期点検（平成28年）の概要

【上部構造】 健全性Ⅲ

主桁および横桁の剥離・鉄筋露出は、前回点検時から範囲の拡大が見られ、損傷が進行している。床版は、遊離石灰や剥離・鉄筋露出の他、前回点検に比べひびわれの範囲に拡大が見られ、二方向ひびわれの損傷が進行している。

【下部構造】 健全性Ⅱ

下部工のうき、剥離やひびわれは、前回点検からひびわれの範囲が広がっており、損傷は進行している可能性がある。

【支承部】 健全性Ⅲ

支承は全体的に腐食しており、前回点検から腐食が進行し、板厚減少の腐食が見られる。

【高欄・防護柵】 健全性Ⅱ

高欄（RC 構造）は、剥離・鉄筋露出および縦横部材の腐食がみられる。前回点検時から剥離・鉄筋露出の範囲に拡大は見られるが、急激に進行する可能性は低い。

【地覆・排水装置・舗装】 健全性Ⅰ

地覆に遊離石灰の滲出を伴うひびわれ、排水管に腐食、舗装にひびわれが見られる。

表 2.1 過年度点検調書 (H28)

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	42° 32' 39.65"	
白老橋 (フリガナ)シラオイハシ	中央通	北海道白老郡白老町高砂3丁目		経度	141° 20' 38.09"	
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)
北海道白老町	2016.9.30	白老川	有	一般道	その他	電力ケーブル

部材単位の診断(各部材毎に最悪値を記入)			点検者	北武・夕か・新和・道建・ファルコン	点検責任者	本間 康敬
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	うき・剥離・鉄筋露出	写真001.主桁01		
	横桁	III	うき・剥離・鉄筋露出	写真002.横桁01		
	床版	III	床版ひびわれ	写真003.床版01		
下部構造	II	ひびわれ	写真004.下部工02			
支承部	III	腐食	写真005.支承部203			
その他	II	うき・剥離・鉄筋露出	写真006.高欄・防護柵02			

道路橋毎の健全性の診断(判定区分I~IV)			措置後に記録	
(判定区分)	(所見等)	点検時に記録	(再判定区分)	(再判定実施年月日)
III	上部工(主桁・横桁)は表面保護工による補修済であるが、錆汁を伴う剥離・鉄筋露出の再劣化が見られる。また、床版は二方向ひび割れが懸念され、橋梁健全度「III」と診断された。	上部工(主桁・横桁)は表面保護工による補修済であるが、錆汁を伴う剥離・鉄筋露出の再劣化が見られるため、詳細調査を実施し、工法を検討する必要がある。		

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
1953年	148m	7.50m

上部工(主桁・横桁)は表面保護工による補修済であるが、錆汁を伴う剥離・鉄筋露出の再劣化が見られる。また、床版は二方向ひび割れから、耐力の低下が懸念される。
 その他部材も塩害が起因した損傷が見られるため、詳細調査を実施し、工法を検討する必要がある。



平成28年度に行われた点検では、主桁・横桁・床版に剥離・鉄筋露出が見られ、耐力力の低下が懸念され、橋梁健全度「III」と診断された。

終点

※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の。
 ○写真は、不具合の程度が分かるように添付すること。

写真1 上部構造・主桁(主桁01)【判定区分: III】	写真2 上部構造・横桁(横桁01)【判定区分: III】
	
写真3 上部構造・床版(床版01)【判定区分: III】	写真4 下部構造(下部工02)【判定区分: II】
	

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の

○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5 支承部(支承部203)【判定区分: Ⅲ】</p>  <p>—【判定区分: 】</p>	<p>写真6 その他(高欄・防護柵02)【判定区分: Ⅱ】</p>  <p>—【判定区分: 】</p>
<p>—【判定区分: 】</p>	<p>—【判定区分: 】</p>

(3) 白老橋の履歴

本橋の竣工から現在までの工事や点検等の履歴を以下に示す。

表 2.2 白老橋の履歴

西暦	和暦	種類	実施内容	備考
1953	S28	竣工	本橋(1~6 径間目車道部)	
1972	S47	歩道添架	歩道添架(1~6 径間目)	橋梁点検調書より
1981	S56	調査	一般国道 36 号白老町地内 白老橋、社台橋、上下部調査 調査報告書/ 室蘭開発建設部	<p>◆報告書要旨</p> <p>【主桁】損傷:主桁フープ筋の露出、腐食 対策提案:イ)劣化したコンクリートをはつり取る、ロ)腐食しているフープ筋の錆落としを行う、ハ)エポキシ樹脂系接着剤を使用し、はつり箇所の断面修復を行う、ニ)修復箇所以外についてもコンクリート劣化防止のため、FRP 接着工法(ガラスロービングクロス接着)を施工する</p> <p>【下部工(P1)]損傷:亀甲状ひびわれ 対策:下部工側面のひびわれが急激に進行しないと思われる為、経過観察することが望ましい。</p> <p>【沓]損傷:腐食 対策提案:かなり腐食が進行しているが、沓取替は交通規制、工事の大形及び桁に対する影響を考慮すると非常に難しい点が多いので、以上を再検討し施工することが望ましい</p> <p>【その他]海岸地域に位置するため塩害等の影響を受けているので、両耳桁にコンクリート劣化防止のため FRP 接着工法を施工する必要あり</p>
1984	S59	橋梁延伸 工事	橋梁延伸(7 径間目)	
不明	不明	修繕工事	RCT 主桁表面被覆工	
2016	H28	橋梁点検	1 回目	<p>主桁・横桁・床版: うき・剥離・鉄筋露出、漏水・遊離石灰、床版ひびわれ 下部工:ひびわれ、漏水・遊離石灰、剥離・鉄筋露出、漏水・滞水 支承:腐食、支承の機能障害 伸縮装置:漏水・滞水、変色・劣化 高欄・防護柵:うき、剥離・鉄筋露出 地覆:漏水・遊離石灰 排水装置:腐食 舗装:舗装の異常</p>



7 径間目 PCT 桁



P6BP 支承



6 径間目 PCT 桁



A1 沓座拡幅耐震壁



P3 沓座拡幅



P3 落橋防止装置



A1 支承



P2 支承 (P1P4P5 類似)



P3 起点側支承 (終点側類似)



P6 起点側支承



P6 終点側支承



A2 橋台支承



直角方向固定壁

図 2.1 白老橋主要部材の状況

2-2. 現地調査・室内試験

近接目視により損傷の状況や要因を確認し、診断に必要な情報を得るため、橋梁点検車を活用した橋梁全体の近接目視調査を行った。また、竣工図書や補修履歴・河川測量等の資料調査、現地計測や試料を採取しての観察および室内試験を実施した。

表 2.3 調査内容

部位	調査内容	調査手法	備考
橋梁全体	橋梁形状	形状計測	復元図
橋面・床版	コンクリート強度 配筋(間隔・径・かぶり) 防水層の有無 舗装厚 骨材	圧縮強度・静弾性試験 舗装はつり、下面はつり 舗装はつり 小口径コア調査 安定性・吸水率試験 気泡間隔係数測定	
	中性化 塩分濃度	中性化試験 塩化物イオン濃度試験	
主桁	コンクリート強度 配筋(間隔・径・かぶり) 骨材 中性化 塩分濃度 保護材成分	圧縮強度・静弾性試験 はつり 安定性・吸水率試験 中性化試験 塩化物イオン濃度試験 成分分析	分布図
下部工	コンクリート強度 はつり調査 骨材	圧縮強度・静弾性試験 はつり 安定性・吸水率試験 気泡間隔係数測定	
その他	洗掘 支承調査 高欄 歩道橋	河川横断測量・水中ソナー リブ亀裂調査 外観調査 外観調査 外観調査	

3. 橋梁概要

3-1. 現況

本橋は白老川を渡河しており、橋長 148.2m のコンクリート製の橋梁である。昭和 28 年に供用開始し、診断着手時点で 68 年経過する。架橋位置は、海岸からおよそ 350m 内陸に位置する場所であり、橋梁から下流へ約 250m の位置に白老大橋、橋梁から上流へ約 40m の位置に室蘭本線がある。橋台と橋脚の支持層は、昭和 59 年一般図の柱状図によると、不鮮明だが、砂礫層又は砂礫・砂層の可能性が高い。

昭和 14 年鋼道路橋設計示方書や昭和 24 年コンクリート標準示方書に準拠し設計された。

道路規格は 3 種 4 級で、幅員は全幅 7.5m (2 車線対面通行) で構成される。平面線形は直橋 (90°) であり、道路線形は本橋および前後区間は直線で見通しは良い。橋梁の縦断勾配は LEVEL であり、横断勾配は拌み勾配 (2.0%) である。

上部構造形式は、3 径間連続 RC 桁橋 2 連 + 単純 PCT 桁橋 (橋長 148.2m、支間長 20.945m+21.195m+20.945m+20.945m+21.195m+20.945m+20.300m) である。

下部構造と基礎形式は、A1 橋台は逆 T 式の直接基礎、A2 橋台は逆 T 式 (既製 SPP 杭 φ600)、P1~P5 橋脚は重力式の直接基礎、P6 橋脚は壁式の直接基礎である。

昭和 28 年に 3 径間連続 RC 桁橋 2 連の橋梁として供用を開始し、昭和 47 年に歩道橋添架、昭和 59 年に単純 PCT 桁橋により橋梁延伸 (旧 A2 撤去→P6 新設) が行われている。

補修記録にないが、RCT 桁のウェブに表面保護工が実施されている他、A1 橋台の沓座拡幅・RC 耐震壁、P3 橋脚の沓座拡幅・支承取替え・横桁連結の落橋防止構造、P1~P5 橋脚の外桁外面には直角方向固定装置らしき突起が確認できる。

表 3.1 白老橋 橋梁諸元

項目	諸元
橋梁名	白老橋 (しらおいはし)
架設年次	昭和 28 年 5 月
適用示方書	昭和 14 年 鋼道路橋設計示方書、昭和 24 年 RC 標準示方書
活荷重	TL-14
橋長	L=148.2m
構造形式	3 径間連続 RC 桁橋 2 連 + 単純 PCT 桁橋
幅員構成	7.5m (車道) +1.5m (歩道)
交差条件	2 級河川 白老川
下部構造形式	A1 : 逆 T 式 (直接基礎)
	P1~P5 : 重力式 (直接基礎)
	P6 : 壁式 (直接基礎)
	A2 : 逆 T 式 (既製 SPP 杭 φ600)

4. 診断結果

4-1. 調査概要

今回の直轄診断では、橋梁全体に対して近接目視、打音等を行った。また、構造の詳細、並びに、部材内部の材料状態の現状や履歴、損傷原因を推定するために、一部の部材ではつり調査を行うとともに、施工当時の関連図書等及び補修工事等の維持管理図書を調べた。

以下では、現状での本橋の状態の調査結果を報告するとともに、措置の必要性、及び、今後の維持管理方法に関して、技術的な観点から助言する。

4-2. 劣化損傷状況

(1) 各部位・部材の劣化損傷状況

①床版

主桁間の床版に遊離石灰の著しい滲出を伴う2方向ひびわれが見られ、張出床版の遊離石灰からは水滴も落ちている。橋面舗装にはパッチング補修跡が多数見られ、輪荷重作用位置の舗装には網状ひびわれが確認された。白老町が行った平成28年の点検でも舗装上に白色滲出物が確認されたことが記録されている。舗装に損傷が生じている位置で舗装切削調査を行ったところ、アスファルト舗装の下に床版防水層は確認されなかった。採取したコンクリートコアから、厚さ約65mmの調整コンクリートが床版上に存在していること、床版と調整コンクリートの間に明瞭で湿潤な剥離面が生じていることが確認された。床版下面に遊離石灰の滲出を伴うひびわれが発生している位置ではつり調査を行った結果、調査を行った範囲では鉄筋の腐食は確認されなかった。

床版上面、下面のそれぞれから内部に向かってコアを採取し、塩化物イオン量を計測した結果、表面付近だけでなく、断面の内部まで塩分が浸透していることが確認された。

②主桁、横桁

主桁と横桁には、繊維シートや塗装による被覆が行われていた。

主桁は、全断面で被覆が行われていた。断面毎には、繊維シートと併用している箇所もあれば、塗装だけが行われている箇所もあった。横桁も被覆がされている箇所があり、塗装が行われていたり、下面がモルタルで補修されたりなど、いくつかのバリエーションで補修されている痕跡を確認できた。何れの主桁も、下面で被覆材の割れ、コンクリートの剥落等の損傷が全長にわたって見られた。

主桁や横桁の被りは小さく、横桁の被覆がない箇所では鉄筋の露出が見られた。

はがれた被覆材に固着していたコンクリートも現地で一部観察できたが、モルタル分が主体のものもあれば、粗骨材が入っているものも確認された。

以上の観察から、補修された当時にも一部の断面では鉄筋の露出、腐食等があり、断面劣化の様相に応じて被覆材の仕様が使い分けられていたと推定される。

塗装は繊維シートの有無にかかわらず行われている。繊維シートは、アンカーで定着されていたり、端部定着が固定されていたりすることが無いため、鉄筋量の不足を補うというよ

りも、コンクリート断面の剥落対策として実施された可能性が高い。補修当時の設計図書でも耐荷力補強の必要性は記載されておらず、繊維シートと防食のタイプから特定できた工法の目的からも、被覆の目的は裏付けられたと考えられる。

被覆材の劣化に着目すると、主桁は下面での割れや剥離だけでなく、ウェブ面での膨らみ、うきが散在し、主桁下面鉄筋位置やスターラップ位置に対応すると考えられる水平、垂直の線状での錆汁の析出も確認された。被覆材の膨らみは、打音等の結果、反発が大きかったことから、例えば、被覆材と桁表面の間での遊離石灰の堆積と考えられる。これらの観察から、内部での鉄筋腐食の進展と、桁内部への水の供給が疑われる。

しかし、桁内部の鉄筋は、目視で確認できた範囲、並びに、一部断面でののはつり調査の結果から、一部断面で下面橋軸方向鉄筋での層状剥離が見られたが、下面鉄筋、スターラップとも破断は確認されなかった。また、上述のように、被覆材の割れは見られたが、桁の曲げ、せん断ひびわれに起因することが疑われる変状は確認されなかった。

主桁や横桁は架橋条件より、海からの飛来塩分の影響を受けること、また、床版上面から侵入する水又は路面からの飛沫水に含まれる凍結防止材の塩分の影響を受け、継続的に塩分が供給される可能性が高い。主桁においてコンクリートコアサンプルを調査した結果からも、表面付近だけでなく、断面の内部まで塩分の浸透が確認された。

③下部工

A2 側へ上部構造が伸長された時に P6 橋脚と A2 橋台が新設され、施工時期は不明だが A1 橋台と P3 橋脚に沓座拡幅が実施され、A1 橋台にはコンクリート製の落橋防止装置が設置されている。

P1, P2, P3 橋脚の上流側側面に、支承位置から斜め側方に広がるひびわれが見られ、一部には遊離石灰の滲出も見られる。また、その周りのコンクリート表面は広い範囲で骨材が露出し、叩き確認をするとコンクリート面が剥離する状態であった。P1, P2 橋脚 G3 支承 R 側の幅の広い斜めひびわれは、支承下部付近から生じており、P3 橋脚終点側 G2 支承にも同様なひびわれが発生している。P4, P5 橋脚の上流側では局所的に洗掘が確認された。

P1, P2 橋脚は、骨材が露出しており、その骨材を目視で観察したところ、骨材によっては割れが確認された。そこで、P1, P2 橋脚のコンクリートコアサンプルを採取し、試験を行った。試験を行った範囲では、圧縮強度が設計基準強度を超えていたが、粗骨材の密度及び吸水率試験(JIS A 1110)を行った結果、基準値を下回っていた。

また、はつり調査を行った範囲では、鉄筋の配置は確認できなかった。

④支承

全ての鋼製支承に腐食が見られ、上沓セットボルトも総じて腐食及びゆるみが見られる。P5 橋脚上の支承の一部をケレンしたのち目視にて確認したところ、破断や亀裂は確認されなかった。

⑤その他部材

床版と一体に施工されている地覆やコンクリート製高欄には、ひびわれや遊離石灰の滲出が見られ、一部にはうきや剥離・鉄筋露出が見られる。A1・P3・P6 伸縮装置上の舗装にひびわれや路面の凹凸が見られる。

⑥歩道橋

主桁や横桁は全体に腐食が見られ、主桁の下フランジや横桁のウェブに局部的な板厚減少も見られた。拡幅している橋台や橋脚にはひびわれや遊離石灰の滲出が見られる。鋼製支承は全体に腐食しており、高欄にも腐食が見られ、ガードレールのビームには変形や破断も見られる。伸縮装置のゴム材に変形が見られ、一部には漏水も生じている他、本線橋と間の縦目地から漏水があり、本線橋の主桁や床版に漏水跡が見られる。

4-3. 所見

今回確認したところ、建設年代は古いが材料の品質は概ね良好と考えられる。しかし、劣化状況、古い基準による橋であることに加え、部分的な再建が行われていること、過去の補修がなされた時の橋の状態が確認できなかったことなど、不明な点が残ることも踏まえ、本橋の措置の必要性を以下の通り所見に取り纏めた。

(1)

今回行った目視等の範囲から、曲げ、せん断に対する強度の不足を顕著に示すようなひびわれ等、橋梁の安全性に重大な影響を与える損傷は確認されず、この橋における通常の供用状態においては、直ちに落橋等、致命的な状態になる危険性は確認されなかった。

一方で、主桁や横桁の鉄筋に腐食が生じていたことは、断面内部まで塩分の浸透が確認されたことから考えると、海からの飛来塩分の影響、床版上面から侵入する水や塩分、又は路面からの飛沫水に含まれる塩分の影響を受けていることが原因と考えられ、今後も着実に進行する可能性がある。目視等で確認した範囲の鉄筋状態からすれば、内部鉄筋の機能は喪失している状況ではなく、対策においても一定程度見込むことは可能と考えられるが、鉄筋状態の評価は精度に限界もあることも考慮して、現況の評価や対策を検討する必要がある。また、部材内部の塩分を除去するには限界があることも、対策の検討において考慮する必要がある。

なお、後述するように、床版の一部は、下面側で鉄筋位置よりも奥までコンクリートが抜け落ちている箇所もある。部分によっては、踏み抜き等が生じる可能性があるため、早急に必要な調査、対策を検討するのがよい。

(2)

P4～P5 間の P4 側床版 G2G3 桁間の床版で、床版下面から下面鉄筋よりも上方までコンクリートが一部抜け落ちている。また、本線橋の床版は広範囲に遊離石灰の滲出やひびわれが生じており、水滴が落ちている箇所もあることから、貫通ひびわれが多数生じていると考えられる。はつり調査を行った結果、鉄筋にまだ腐食は生じていなかったが、コンクリートをサンプリングして調べた結果、内部まで塩分が浸透しており、床版上面側からも下面側からも塩分が浸透している様子が確認された。従って、長期間にわたり、床版内部に水が侵入し、滞水しやすい状態にあったと考えられ、その結果、骨材の安定性に影響を与えたり、凍結等が生じたりしたことなど、複合的な要因で劣化が進行した可能性が高い。この推定は、確認のために行った気泡間隔係数測定の結果からも符合する。

床版支間部および張出し床版部では、遊離石灰の滲出や鉄筋に沿ったひびわれが見られるなど、耐荷力の低下、抜け落ちにつながる変状の兆候が見られる。そこで、今後も確実に劣化が継続するものの、少なくとも進展が顕著なものとならないような対策を早急に行う必要がある。また、後述するように、床版コンクリートの劣化は、主桁への水の供給源ともなっていると考えられ、この点も考慮した対策とする必要がある。

従って、床版コンクリートの劣化を抑制し、桁内部への水の供給を断つ観点からは、少なくとも、橋面からの水の侵入や滞水の要因を除去することが必要である。例えば、舗装や床版上面の均しコンクリート（あるいはコンクリート舗装）の打ち換え、抜け落ちの可能性が高い箇所や床版上面劣化部の床版コンクリートの補修、並びに、床版防水を行うことなどが考えられる。

なお、上記の劣化の抑制対策を行った場合でも、内在する塩分は残ること、車両交通の累積による劣化の進行は着実に進むことを考え、監視方法や床版全体の交換又は床版コンクリートの打ち換えなども、併せて検討することも考えるのがよい。

(3)

主桁や横桁は、海からの飛来塩分の影響を受けること、また、床版上面から侵入する水又は路面からの飛沫水に含まれる凍結防止材の塩分の影響を受けることから、継続的に塩分が供給される状況にある。主桁においてコンクリートコアサンプルを調査した結果からも塩分の堆積が確認されている。

一方で、上述したように、過去にも鉄筋に腐食が生じていた可能性が高いこと、今回観察した範囲での鉄筋腐食の状況からすれば、過去の補修後の間に鉄筋腐食が急速に進行したのではない可能性が高い。そこで、今後も確実に腐食が進行するが、適切な対策を行うことで進行が顕著とならないようにする必要がある。

何れの主桁も、下面で全長にわたって被覆材の割れ、コンクリートの剥離が広がっており、被覆材も引き連れてコンクリートが広い範囲の塊で落下する第三者被害が懸念される。また、これらの損傷は防食の弱点部となっており、桁内部からの水の供給は被覆

材の劣化に繋がる。そこで、桁下面コンクリートの除去を早急に行う必要があり、併せて、桁下面コンクリートの撤去に伴う鉄筋の保護対策、被覆等による桁の防食のやり直しも行うのがよい。但し、表面被覆材の成分分析により被覆材にアスベストの含有が確認されており、被覆材の撤去には適切な措置を講ずる必要がある。

現在、被覆材の一部に膨らみ、割れ、被覆材と桁の間に遊離石灰の堆積が確認され、床版上面から桁への水の侵入、滞水が疑われる。桁内部への水の侵入は鉄筋腐食の進行を促し、水が断面内部に滞水することは、被覆材の劣化に繋がる。主桁の状態変化を防ぐためには、上の所見で述べたとおり、床版上面での防水を行うなど、床版から桁内部への水の供給を防ぐための対策を早急に行うことが必要である。

桁内部の鉄筋は目視で確認できた範囲、並びに、一部断面でののはつり調査の結果から、一部断面で下面橋軸方向鉄筋に層状剥離が見られたが、欠損等に至っているわけではなく、全体として、鉄筋の効果も一定程度見込める可能性が高いと考えられる。この点は、被覆材及び下面コンクリートを除去する時に、鉄筋の腐食状況を広範囲で正確に把握し、修繕設計で適切に考慮するとともに、維持管理の基礎データとして鉄筋腐食の進行を追跡できるように記録するのがよい。

また、表面に被覆を行うことで主桁の変状把握が難しかった一方で、被覆材の変状を通じて主桁本体の変状の可能性を把握できたという本橋の経験からすると、新たな防食を被覆により行う場合は、桁内部への水の侵入兆候など、被覆材の存在を前提にした点検方法も併せて検討するのがよい。例えば、「橋梁における第三者被害予防措置要領（案）、平成28年12月、国土交通省道路局国道・防災課」の参考資料2には、被覆の試験方法なども記載されており、検討の参考にできる。

(4)

橋脚上流側の損傷は、雨水等による影響を受け易い位置に発生しており、凍害が原因と推定される。現状で発生している損傷へ雨水等による影響は継続しており、凍害の進行により損傷が進展する可能性が高い。

P1・P2・P3 橋脚の支承下部から斜め方向に発生しているひびわれは、地震等による水平力によりせん断破壊に発展する恐れがある。従って、せん断補強、コンクリートの横拘束の追加などの対策を行うのが望ましい。なお、後述のように、支承周りの構造改善も必要と考えられることから、これと一体で、合理的となるように対策を検討するのがよい。

また、部材の一部を補強したり、支承周りの構造を改善するにあたっては、橋脚本体の耐力とのバランスも考慮した検討が必要になると考えられ、修繕等を行うにあたり留意されたい。

(5)

橋脚周りの地盤面は、局部的な低下も確認されるが、基礎の土被りもあること、橋脚の移動や傾斜は確認されないことから、洗掘による被害の可能性は小さいと考えられる。一方で、河道の変化などは継続的に生じるものであり、洗掘対策の実施について検討し、計画的に対策を行うことが望ましい。

(6)

支承の腐食が顕著であるが、支承の割れは確認されず、荷重集中点の近傍及び底板リブ近辺でケレン調査を行った結果、亀裂も確認されなかった。従って、劣化の進行を防ぐことで、現況の荷重条件が続くのであれば支持機能を発揮できると考えられ、ケレン、防食を行い、防食機能や変位追従機能の回復を図る必要がある。なお、今回は一部範囲でしか亀裂調査を出来ていないことに対しては、ケレン、防食の実施に合わせて改めて詳細に調査を行い、健全性について再確認する必要がある。

また、腐食による板厚の減少が見られ、当初よりも荷重支持機能が低下しており、例えば、附属物の軽量化や床版の修繕を行う場合の軽量化など、支承の載荷荷重の低減を図るための対策を行うことや、鉛直力又は水平力による支承の変状に備えた段差防止構造を設置することも併せて検討することが望ましい。

この他、横桁の一部が変位制限ブロックと接触し、損傷が生じていること、現状でも支承部は常時湿潤状態となっていること、上述のように、橋脚天端におけるせん断補強等の実施の必要があることなども考慮すると、支承の防食機能の回復だけでなく、支承周りの構造を合理的となるように検討する必要がある。

(7)

高欄は、ひびわれ等の損傷が見られること、高欄取り付け部の床版に劣化が見られることも考えると、床版の修繕と併せて、交換を行うことが望ましい。この時、支承や下部構造の負担を軽減できるように、軽量化を行うことが望ましい。

(8)

歩道橋の鋼部材の損傷は、支承と同じように海岸からの飛来塩分による経年劣化および伸縮装置からの漏水が損傷原因である可能性が高い。主桁や横桁には板厚減少が確認されており、支承も含めて耐久性確保のため、防食機能の回復を行う必要がある。また、高欄にも腐食やガードレールのビームに変形や破断を生じており、歩行者の安全性確保のため高欄の取替を行うのが望ましい。

歩道橋と本線橋との縦目地部より漏水も確認されており、本線橋の床版や主桁への漏水による凍害の進行が懸念される。本線橋と歩道橋は一体構造で、縦目地からの漏水は本線橋の損傷を誘発する要因にもなっており、止水対策を行い本線橋部材への原因排除を実施する必要がある。

(9)

以上の措置は、今後、現行の基準に対応した車両用防護柵の設置、25t 活荷重対応、耐震補強等により機能向上を図る場合には、施工ステップや河川計画等も踏まえて、手戻りが生じないよう合理的な対策方法を別途検討する必要がある。

5. 調査結果

5-1. 現地調査の概要

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、上下部構造については変状状況や支承の破損状況等について調査を実施した。また、河床洗掘について測量や水中ソナーで確認した。

表 5.1 直轄診断で実施した主な調査内容

部位	調査内容	調査手法	備考
橋梁全体	橋梁形状	形状計測	復元図
橋面・床版	コンクリート強度 配筋(間隔・径・かぶり) 防水層の有無 舗装厚 骨材	圧縮強度・静弾性試験 舗装はつり、下面はつり 舗装はつり 小口径コア調査 安定性・吸水率試験 気泡間隔係数測定	
	中性化 塩分濃度	中性化試験 塩化物イオン濃度試験	
主桁	コンクリート強度 配筋(間隔・径・かぶり) 骨材 中性化 塩分濃度 保護材成分	圧縮強度・静弾性試験 はつり 安定性・吸水率試験 中性化試験 塩化物イオン濃度試験 成分分析	分布図
下部工	コンクリート強度 はつり調査 骨材	圧縮強度・静弾性試験 はつり 安定性・吸水率試験 気泡間隔係数測定	
その他	洗掘 支承調査 高欄 歩道橋	河川横断測量・水中ソナー リブ亀裂観測 外観調査 外観調査 外観調査	

(1) 調査実施日

令和3年1月26日(火)～令和3年3月22日(月)

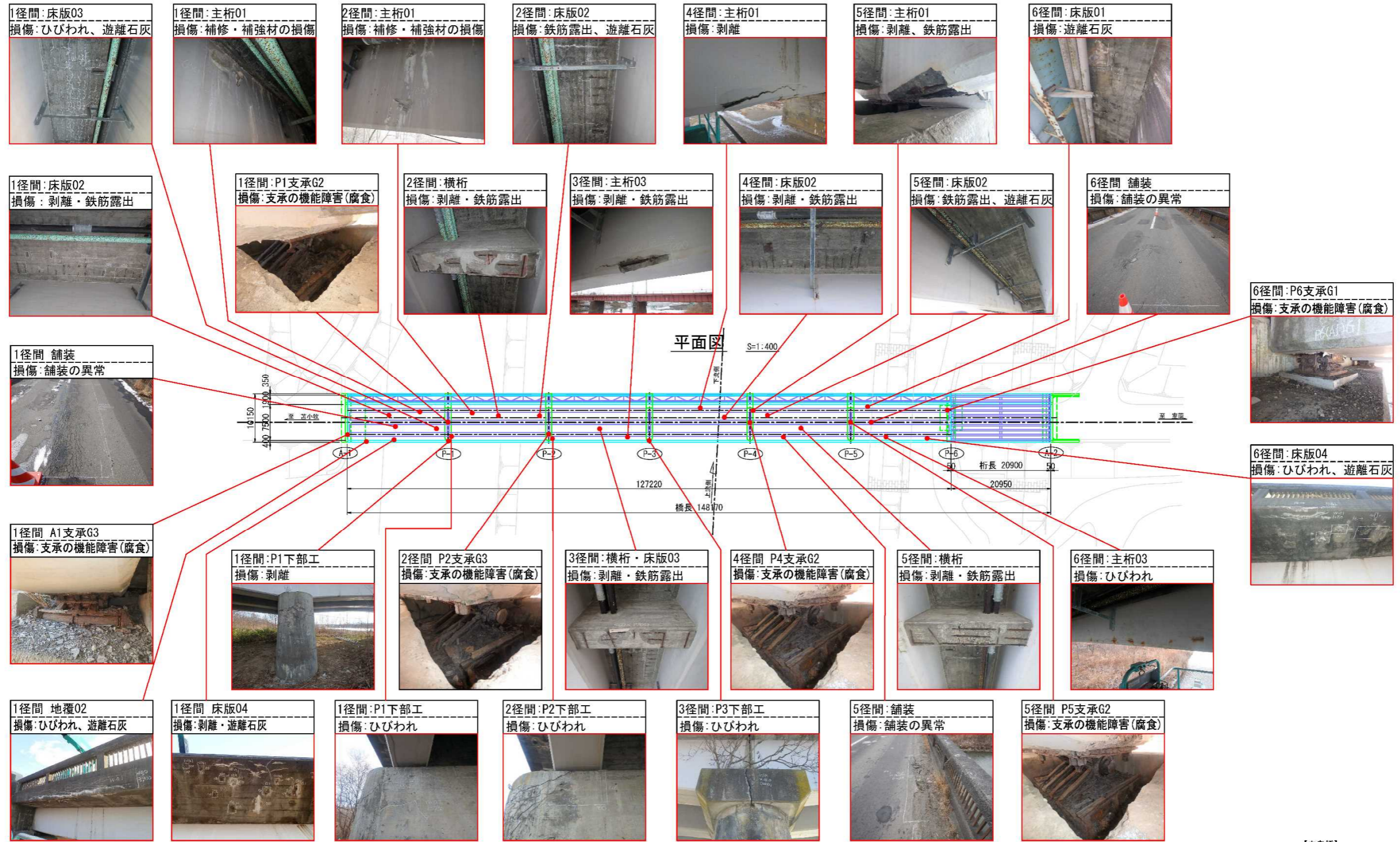
(2) 調査状況



写真 5.1 調査実施状況写真

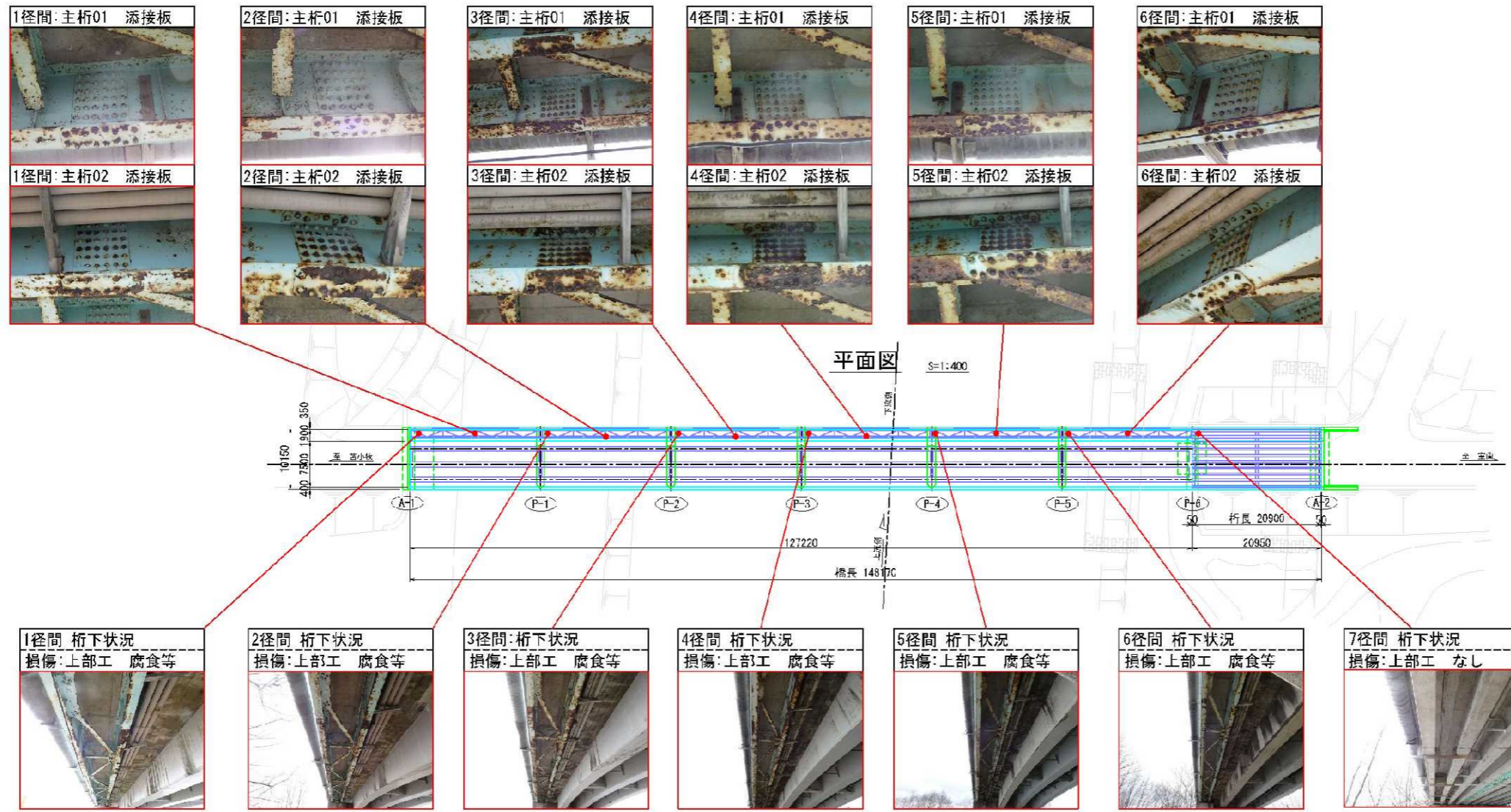
(3) 損傷概要

白老橋 損傷概要 (写真)



【白老橋】	
工事名	橋梁一般図
図面名	橋梁一般図
作成年月日	
縮尺	図示 図面番号
会社名	
事業者名	白老町

白老橋 左歩道 主桁概要 (写真)

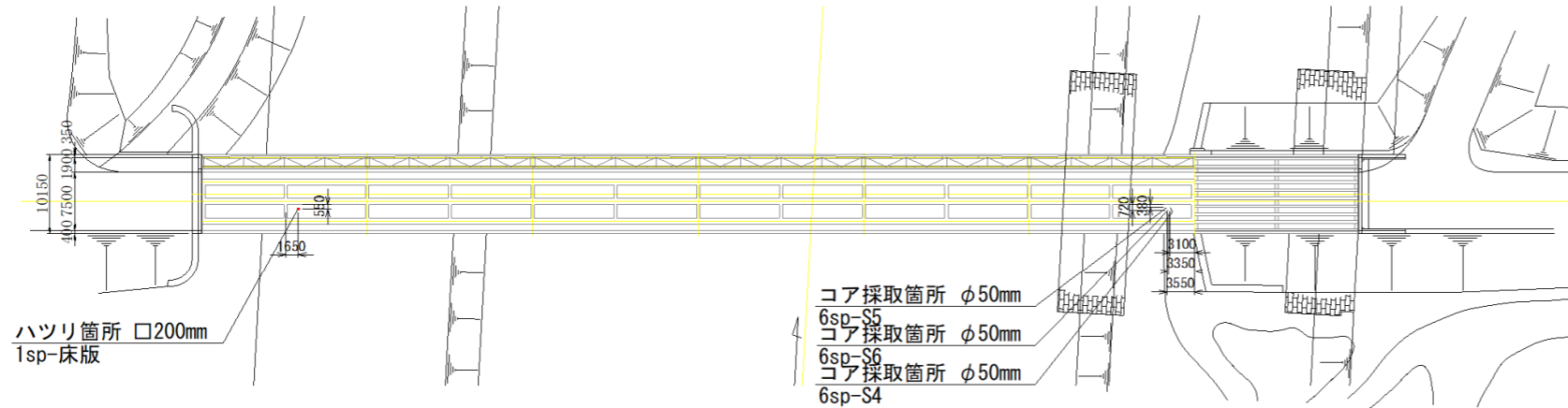


【白老橋】			
工事名			
図面名	橋梁一般図		
作成年月日			
縮尺	図示	図面番号	
会社名			
事業名	白老町		

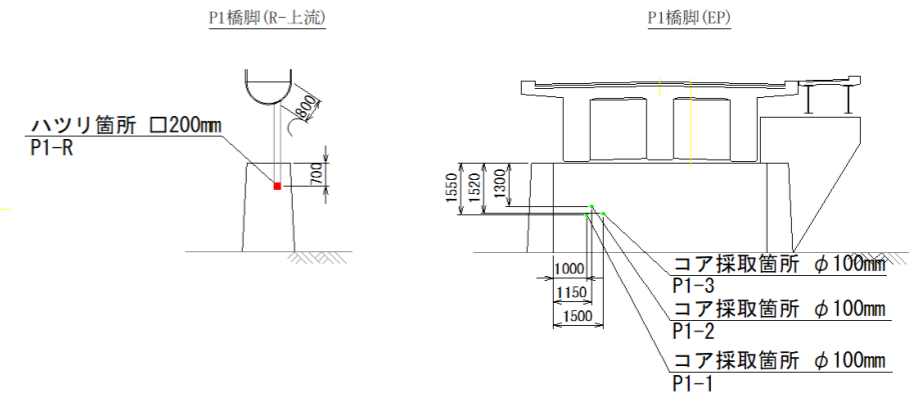
(4) 調査箇所図

各種試験位置図

上部工平面図 S=1:400

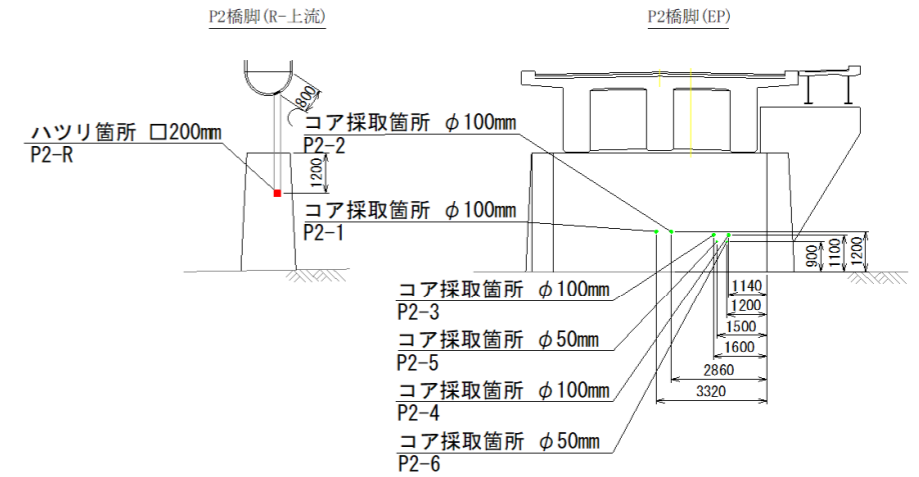
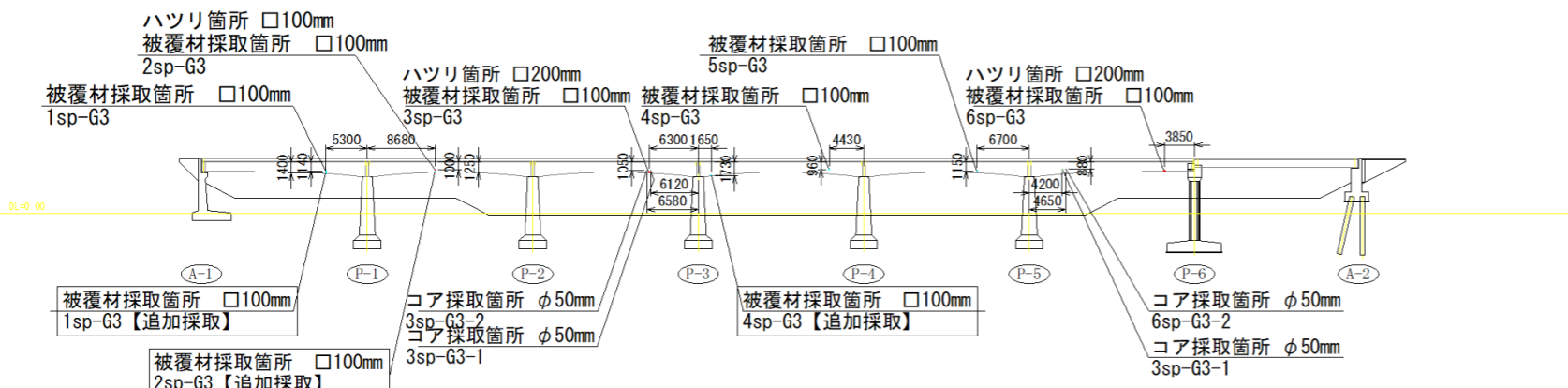


断面図 S=1:100

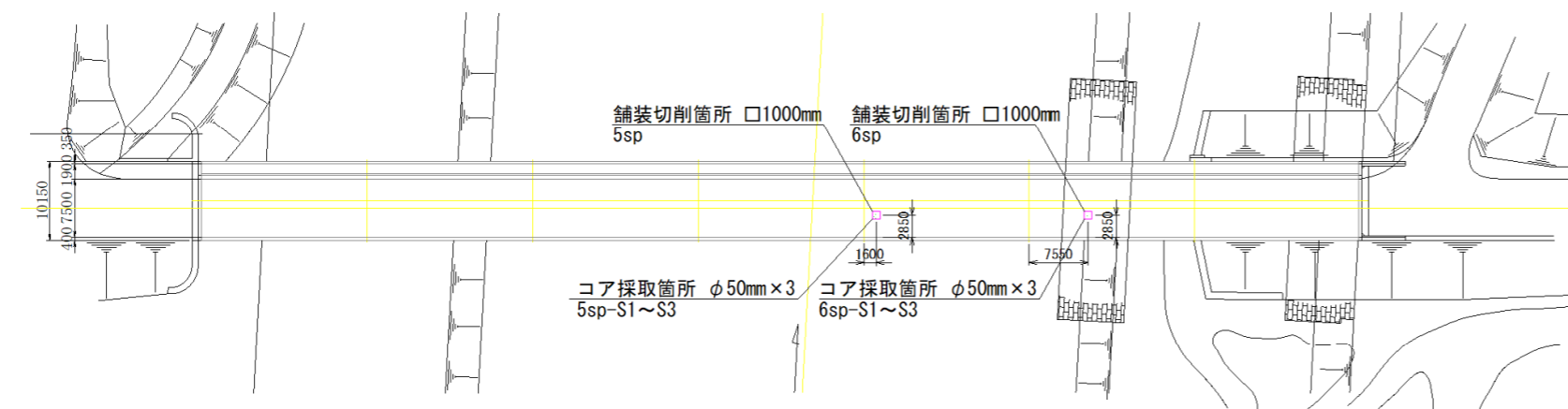


※全箇所、G3-L(下流)側にて実施

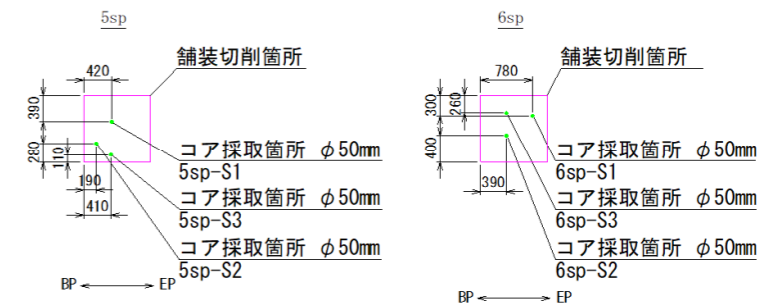
上部工側面図 S=1:400



橋面工平面図 S=1:400



橋面工平面図 S=1:50
コア採取位置拡大



【白老橋】

工事名	
図面名	各種試験位置図
作成年月日	
縮尺	図示 図面番号
会社名	
事業者名	白老町

特記事項

1) 本図は既往図面(一般図)を元に作成した図面である。

5-2. 主桁・横桁の状況

(1) 主な損傷 (近接目視)

主桁および横桁の下縁に、剥離・鉄筋露出が多数確認されている。



写真 5.2 主桁・横桁の損傷状況写真

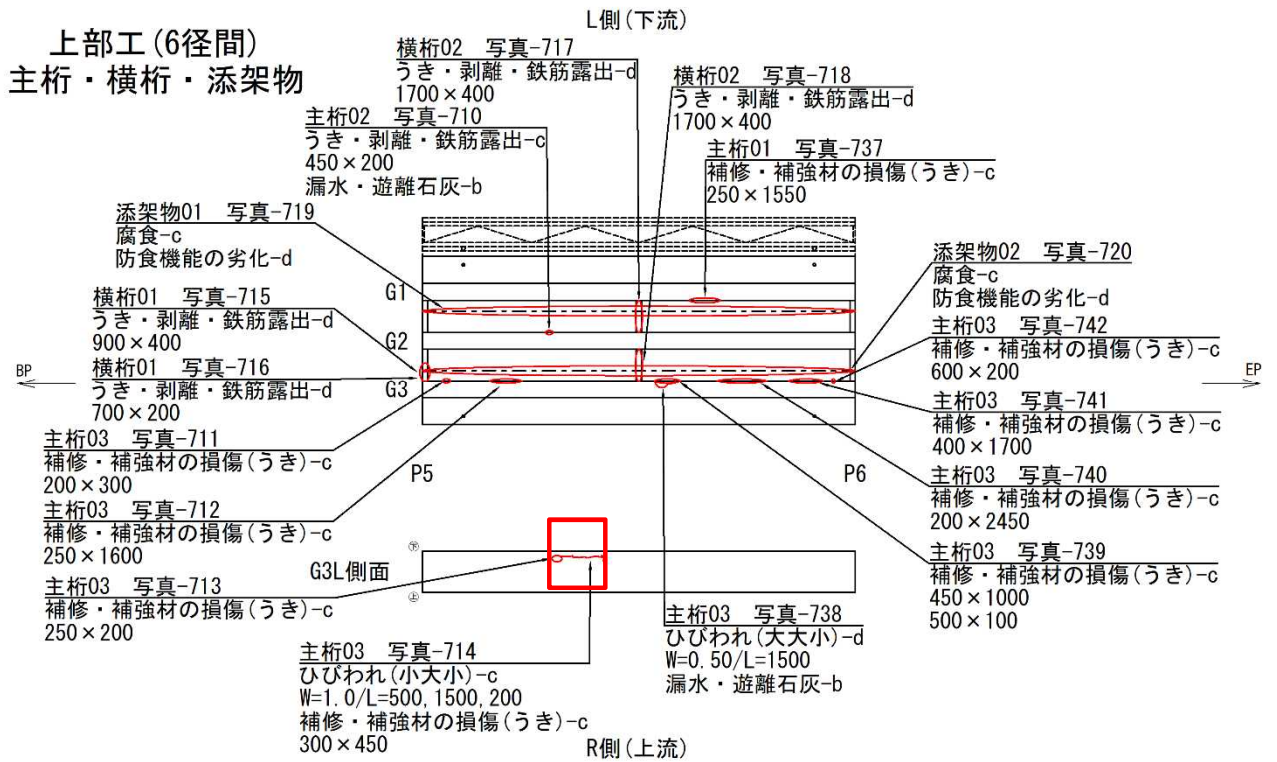


図 5.1 主桁の試料採取 (□ 枠 6sp-G3-1)

(2) 圧縮強度・静弾性係数試験

うき・ひび割れの連続する 6Sp-G3 主桁（ウェブ）、コンクリートコアを採取し、圧縮強度および弾性係数中性化試験をおこなった。判定に用いる設計基準強度値は、建設当時の年代（昭和 35 年）から推測し、主桁および床版は $\sigma_{ck}=24\text{N/mm}^2$ とした。静弾性係数の基準値も同様に、設計基準強度値に則した値とした。圧縮強度、静弾性係数ともに基準値を上回る結果となった。

表 5.2 主桁の圧縮強度試験結果

採取位置	供試体 No.	試験値 (N/mm ²)	設計基準強度 (N/mm ²)	判定	備考
主桁	6sp-G3-1	49.3	24.0	OK	

表 5.3 主桁静弾性係数試験結果

採取位置	供試体 No.	試験値 (N/mm ²)	静弾性係数 基準値(N/mm ²)	判定	備考
主桁	6sp-G3-1	3.24×10^4	2.50×10^4	OK	

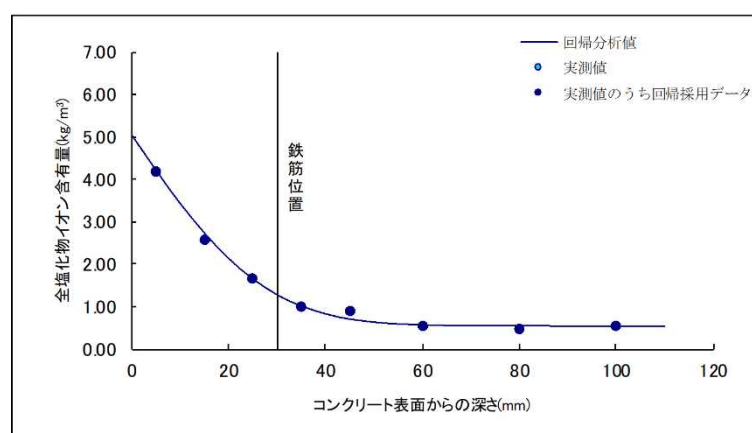
(3) 塩化物イオン濃度試験

主桁（ウェブ）において、コンクリートコアを採取し、塩化物イオン濃度試験を行った。主桁および床版上面において、鉄筋位置までの塩化物イオン濃度は、 $4.2 \sim 1.0\text{kg/m}^3$ であった。

表 5.4 主桁の塩化物イオン試験結果

供試体	試料採取深さ (mm)	代表深さ (mm)	塩化物イオン 濃度(%)	単位容積質量 (kg/m ³)	全塩化物イオン 量(kg/m ³)
6sp 主桁 G3-1	0~10	5	0.180	2334	4.20
	10~20	15	0.110		2.57
	20~30	25	0.072		1.68
	30~40	35	0.043		1.00
	40~50	45	0.039		0.91
	50~70	60	0.024		0.56
	70~90	80	0.021		0.49
	90~110	100	0.024		0.56

表 5.5 主桁の塩化物イオン分布



(4) 中性化試験

主桁（ウェブ）および床版 2 か所において、コンクリートコアを採取し、中性化試験を行った。平均中性化深さは、鉄筋位置に達していない。

表 5.6 主桁の中性化深さ試験結果

採取位置	供試体 No.	最大中性化深さ(mm)	平均中性化深さ(mm)
主桁	6sp-G3-1	4.5	1.2

(5) 粗骨材の密度及び吸水率試験など

上部工、下部工とも既設構造物であり、所定量の骨材を確保するためには、構造物に生じるダメージが大きいことを考慮し、少量の粗骨材を用いて、粗骨材の密度及び吸水率試験(JIS A 1110)を行った。この結果、上部工の粗骨材は、規格値を満足していた。

なお、上部工は主桁腹板の試料を床版・主桁を同一材料と見なして採取した。

試験試料 下部工 (P1 1-3,P2 1-4 4. 5kg)

上部工 (3sp-G3-1,2 6sp-G3-1,2,s4-6 0.6kg)

上部工は、標準骨材重量に達していないため参考値である。

表 5.7 粗骨材の密度及び吸水率試験（参考値）

	吸水率 (%)		絶乾密度 (g/cm ²)	
	下部工	3.04	<3.0	2.47
上部工	2.11	2.59		

表 5.8 品質管理基準及び規格値（JIS A 1110）

試験項目	試験方法	規格値	試験基準
骨材の密度及び吸水率試験	JIS A 1109 JIS A 1110	絶乾密度：2.5以上 細骨材の吸水率：3.5%以上 粗骨材の吸水率：3.0%以上	細骨材は採取箇所又は、品質の変更があるごとに1回。 ただし、覆工コンクリートと同一材料の場合は省略できる。粗骨材は採取箇所又は、品質の変更があるごとに1回。

(6) はつり調査

①主桁下縁剥離部

主桁ウェブの下縁で、表面被覆材の剥離および内部コンクリートの剥離が生じている箇所(3,6径間付近)において、はつり調査を行った。その結果、主鉄筋に最大3mm程度の腐食による減肉が確認された。なお、主鉄筋径は計測結果よりφ38と判明した。

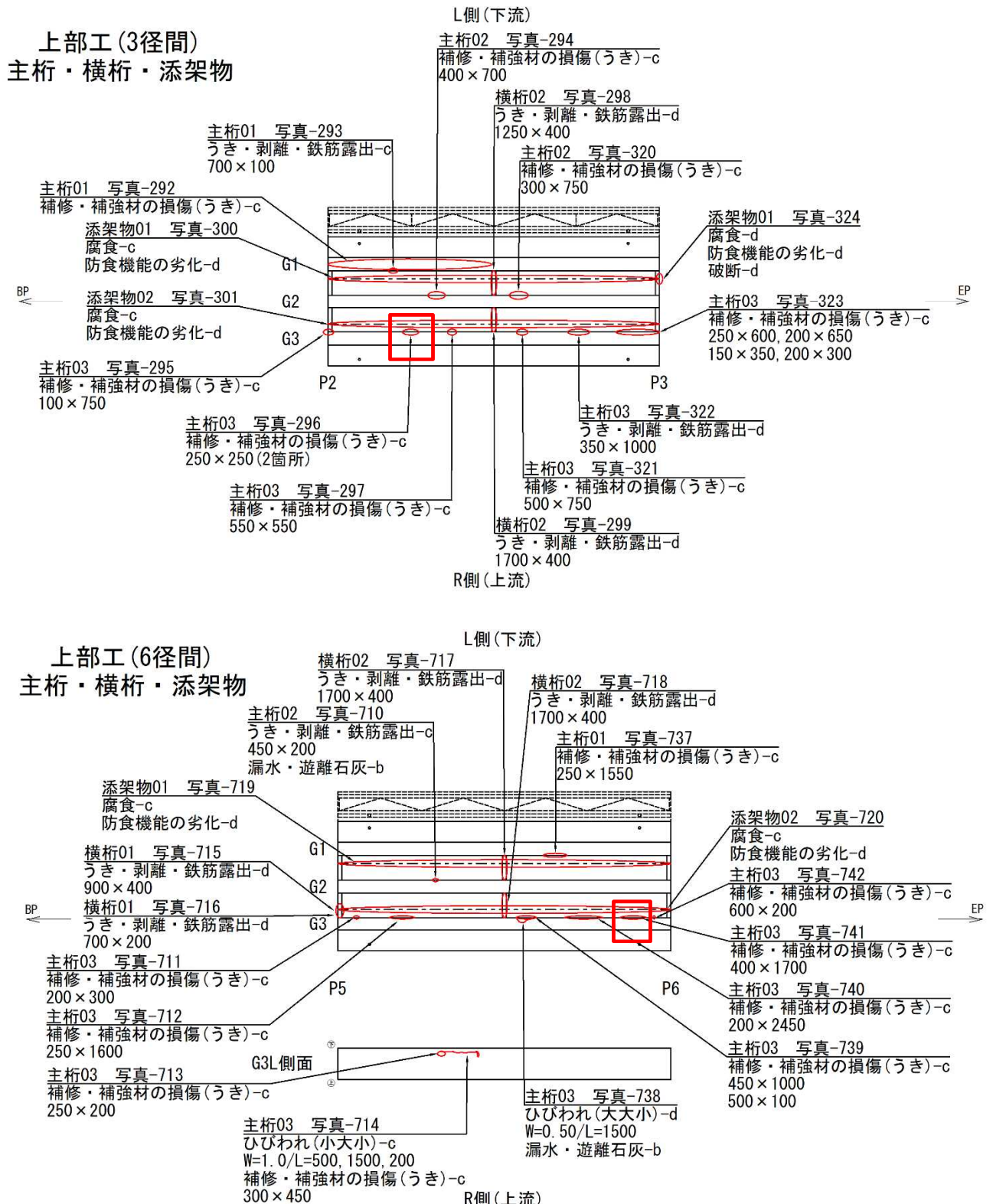




図 5.2 主桁下縁剥離部はつり箇所(□枠 3sp, 6sp)

	写真番号	28		
	種別	はつり状況 3sp-G3		
	場所1		場所2	
	備 考			
	<p>鉄筋健全度の評価: 主筋は全体的に膨張腐食が発生し、 スターラップは断面減少が生じている</p>			
	IMG_8357.JPG			
	写真番号	29		
	種別	はつり状況 3sp-G3		
	場所1		場所2	
	備 考			
	<p>主筋径計測状況 $\phi = 35.61\text{mm}$</p>			
	DSC_3685.JPG			
	写真番号	33		
	種別	はつり状況 3sp-G3		
	場所1		場所2	
	備 考			
	<p>主筋かぶり計測状況 $d = 32\text{mm}$</p>			
	IMG_8360.JPG			
	写真番号	42		
	種別	はつり状況 6sp-G3		
	場所1		場所2	
	備 考			
	<p>鉄筋健全度の評価: 主筋・スターラップともに、局部的に膨張腐食が生じている</p>			
	IMG_8215.JPG			
	写真番号	43		
	種別	はつり状況 6sp-G3		
	場所1		場所2	
	備 考			
	<p>主筋径計測状況 $\phi = 35.67\text{mm}$</p>			
	IMG_8207.JPG			


	写真番号	45	
	種別	はつり状況 6sp-G3	
	場所1		場所2
	備考		
<p>スターラップ筋径計測状況 φ=8.73mm</p> <p style="text-align: right;">IMG_8212.JPG</p>			

写真 5.3 はつり状況

(7) 表面被覆材成分分析

①被覆材の種類

本橋では、下記の2種類の表面被覆材が確認されている。

「白老橋調査報告書」(S56 室蘭開発建設部)によると、鉄筋防錆と断面補修(エポキシ樹脂)を行い、それ以外の個所は、FRP接着工法(ガラスロービングクロス接着)を施工するとの調査報告が行われていて、採取した試料Bの観察でもガラス繊維がみられた。

S56当時の仕様を調査したところ保護塗装は「コンクリート壁高欄補修用弾性塗膜材」として、ひびわれ追従性・耐水性のある材料である。なお、「塩害対策指針(案)・同解説(S59)」の適用後の追加試験で、遮塩性のあることが追記されている。また、当時の保護塗装下のガラス繊維は、現在では耐アルカリ性がないため劣化するとの知見がある。

なお、当時のコンクリート保護材は、RC構造は、追従性のあるポリブタジエン系樹脂、PC構造は、硬質なエポキシ樹脂系が採用されていた。本橋はRC橋であり、ポリブタジエン系樹脂の可能性が高い。

本橋の表面被覆工は前述の経緯を踏まえ、表面保護・剥落防止を目的としたものと想定し、表面被覆材を成分分析のための最小限面積で除去した上で、主桁ウェブのはつり調査を行った。

表 5.9 本橋の表面被覆材の比較



	試料 A	試料 B
資料写真		
採取位置	A1-P1 間	P5-6
使用状況	主桁全体に採用されている。	主桁下縁に採用されている。
外観状況	2層の塗膜系被覆であり、変形性能あり。	塗装系被覆下にガラス繊維シート入り。
物性	変形性能が高く、被覆性能があっても、主桁補強材料には適さない。	モルタル内の繊維は、非常に短く細いため、主桁補強材には適さない。

図 5.3 S56 報告書の記載(抜粋)

§2 白老橋調査報告書

1) 写真 NO2 に対する考察
 現状 主桁ウェブ筋の露出、腐食
 対策 1) 劣化しているコンクリートをはつり取る。
 2) 腐食しているウェブ筋の錆落としを行う。
 3) エポキシ樹脂系接着剤と併用してはつり箇所
 の断面修繕を行う。
 4) 修繕箇所以外に対してはコンクリート劣化防止
 の為、FRP接着工法(ガラスロービングクロス接着)
 を施工する事とする。

②成分分析結果

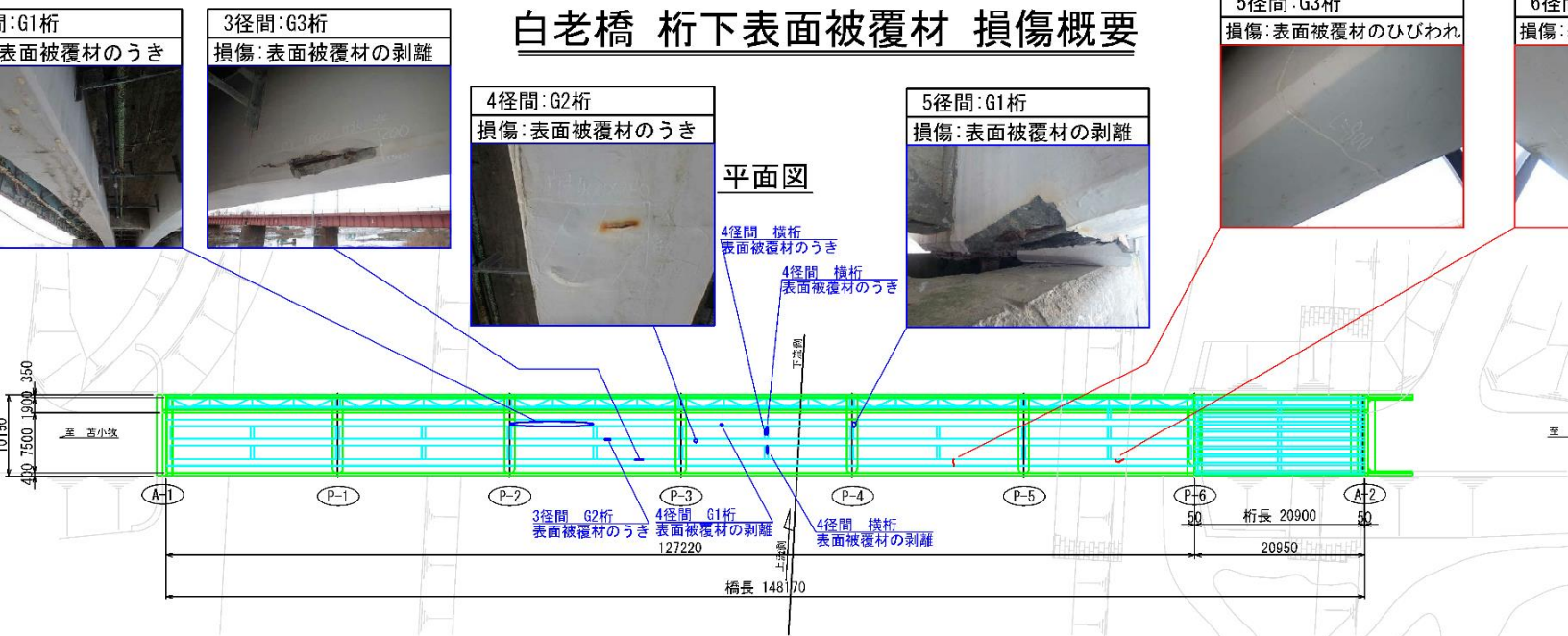
主桁下面部の保護材は目視観察で繊維状物が確認され、保護材の材料使用履歴（**ガラスクロス**）からもガラス繊維である可能性が高いと推定される。同主桁腹板部の保護材において、灰化処理前後の目視観察で繊維状物が確認されなかった。採取位置が腹板中央の場合は、試料からは灰化処理前後の目視観察で繊維状物は確認されず、追加の試料採取で、主桁下面全径間で繊維シートが確認された。また、主桁腹板部の保護材は、**アスベストの含有**を確認した。

注：参考文献）道路施設におけるアスベスト対策について（平成17年12月、道路施設アスベスト対策検討委員会）

表 5.10 本橋の表面被覆材分析結果

項目 試料名	灰化処理前後の 目視観察		①X線回折分析法 (固有のピークを確認)	②繊維状粒子の形状・光学的特性 (顕微鏡観察)				総合判定
	灰化前	灰化後		形状	③直交ニコル		単ニコル 分散色 (浸液1.550)	
					消光角	伸長の符号		
1スパン G3桁	x	x	x	x 細長い板状	x 不完全	○ 正	x 明青色～橙色	細長い板状粒子 (非アスベスト粒子)
2スパン G3桁	x	x	○ クリソタイルと一致	○ アスベスト様形態	○ 確認できる	○ 正	○ 紫色～橙色	アスベスト (クリソタイル)
3スパン G3桁	○ 繊維状物 を確認	○ 繊維状物 を確認	x	x 細長い棒状	x 不可視	x 不可視	x 赤紫色～赤紫色	細長い棒状粒子 (人造繊維の一種)
4スパン G3桁	x	x	x	x 細長い板状	x 不完全	○ 正	x 明青色～橙色	細長い板状粒子 (非アスベスト粒子)
5スパン G3桁	x	x	○ クリソタイルと一致	○ アスベスト様形態	○ 確認できる	○ 正	○ 青紫色～橙色	アスベスト (クリソタイル)
6スパン G3桁	○ 繊維状物 を確認	○ 繊維状物 を確認	x	x 細長い棒状	x 不可視	x 不可視	x 赤紫色～赤紫色	細長い棒状粒子 (人造繊維の一種)

白老橋 桁下表面被覆材 損傷概要



主桁側面図

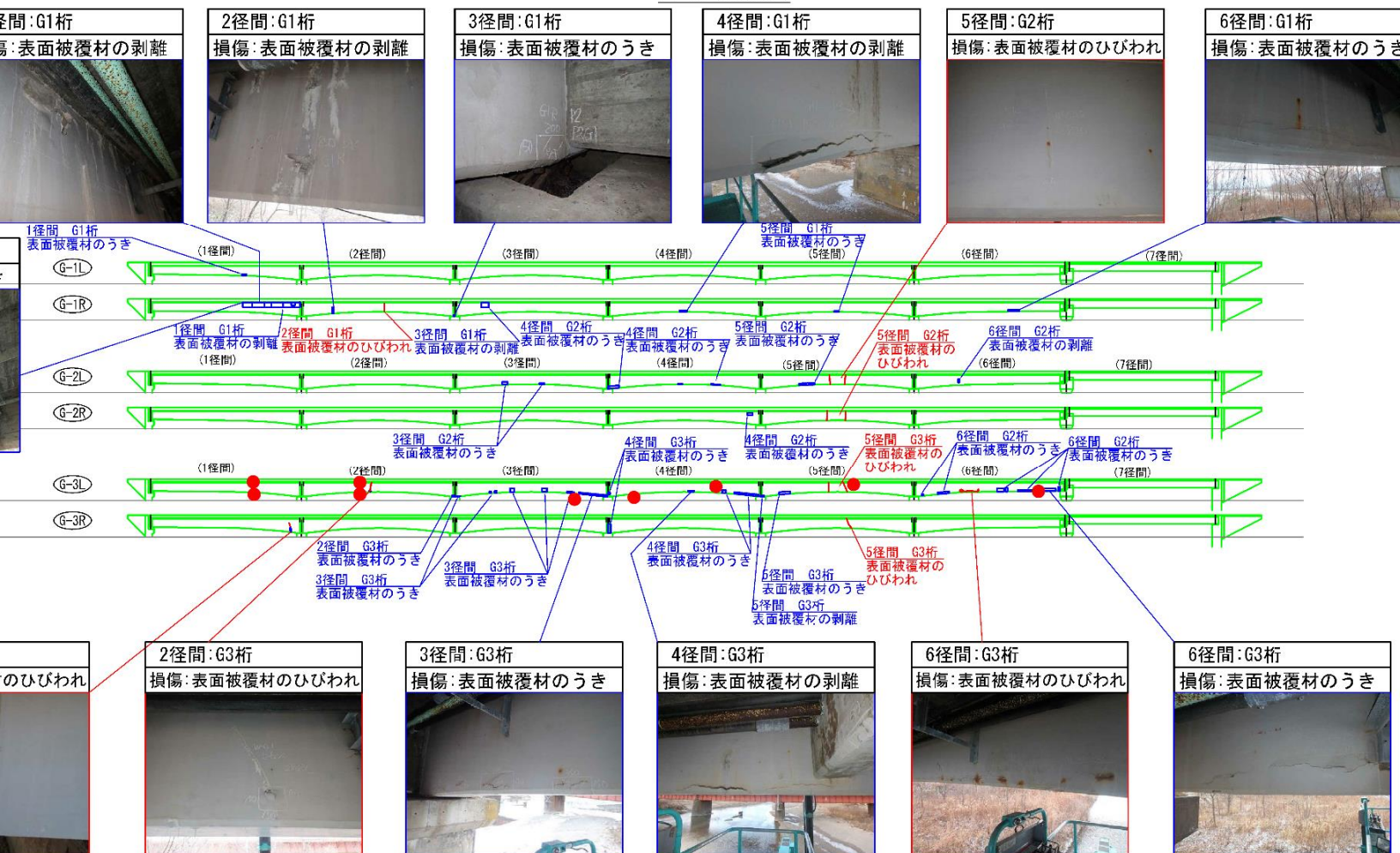


図 5.4 被覆材採取位置








採取箇所	状況写真	試料写真	評価
1sp-G3 主桁ウェブ			
1sp-G3 主桁下縁			繊維あり
2sp-G3 主桁ウェブ			
2sp-G3 主桁下縁			繊維あり
3sp-G3 主桁下縁			繊維あり
4sp-G3 主桁ウェブ			
4sp-G3 主桁下縁			繊維あり
5sp-G3 主桁ウェブ			
6sp-G3 主桁下縁			繊維あり

図 5.5 被覆材採取試料

③被覆材分布図

主桁上部は、塗膜系（試料 A）主桁下面は、繊維シート（試料 B）を全径間から確認した。

（図 5.5 被覆材採取位置 参照）

ただし、各径間とも損傷の多い桁の試料採取とした結果、G3 桁に集中したが、繊維シート分布は、右図（図 5.6 繊維シート部は、赤線部分）と想定される。

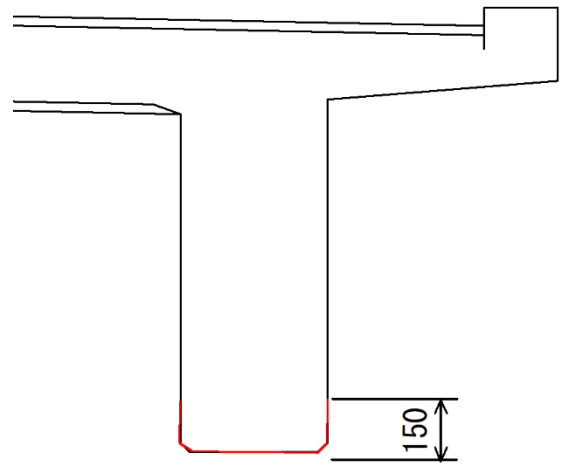


図 5.6 被覆材（繊維シート部）分布図

5-3. 床版・路面の状況

(1) 主な損傷（近接目視）

床版下面にひびわれ・遊離石灰が多数確認された。また、橋面上の舗装に路面変状が多数確認された。



写真 5.4 床版・舗装の損傷状況写真

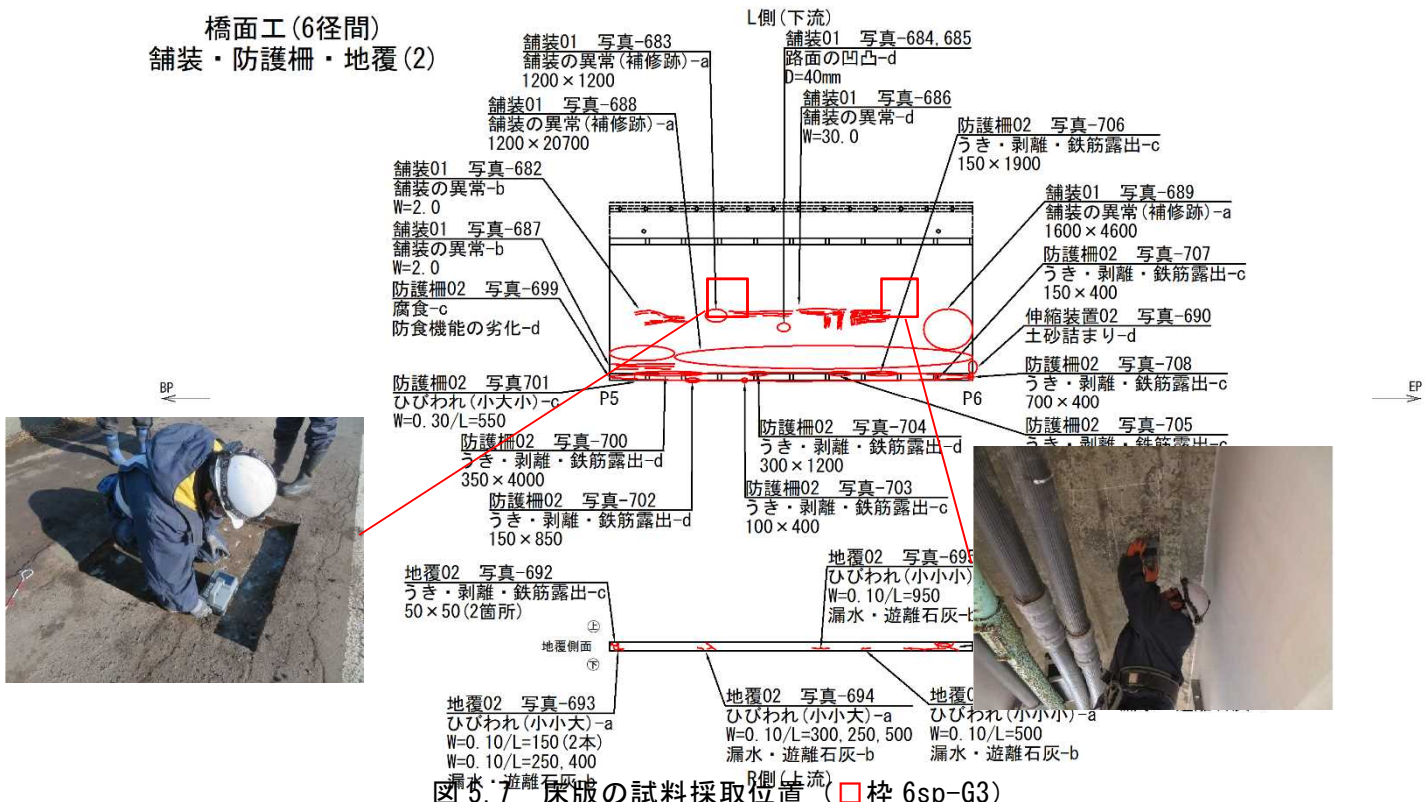


図 5.7 床版の試料採取位置(□ 枠 6sp-G3)

(2) 圧縮強度・静弾性試験

床版の圧縮強度、静弾性係数ともに基準値を上回る結果となった。

表 5.11 床版の圧縮強度試験結果

採取位置	供試体 No.	試験値 (N/mm ²)	設計基準強度 (N/mm ²)	判定	備考
床版	6sp-S3 (上面)	43.9		OK	
	6sp-S5 (下面)	56.4		OK	

表 5.12 床版の静弾性係数試験結果

採取位置	供試体 No.	試験値 (N/mm ²)	静弾性係数 基準値(N/mm ²)	判定	備考
床版	6sp-S3 (上面)	3.16×10 ⁴		OK	
	6sp-S5 (下面)	3.11×10 ⁴		OK	

(3) はつり調査

①床版：1 径間部

床版下面の遊離石灰の滲出を伴ったひびわれが生じている箇所（1 径間付近）において、はつり調査を行った。内部鉄筋に腐食は認められなかった。床版の鉄筋径はφ13で、かぶり厚は39mmと判明した。

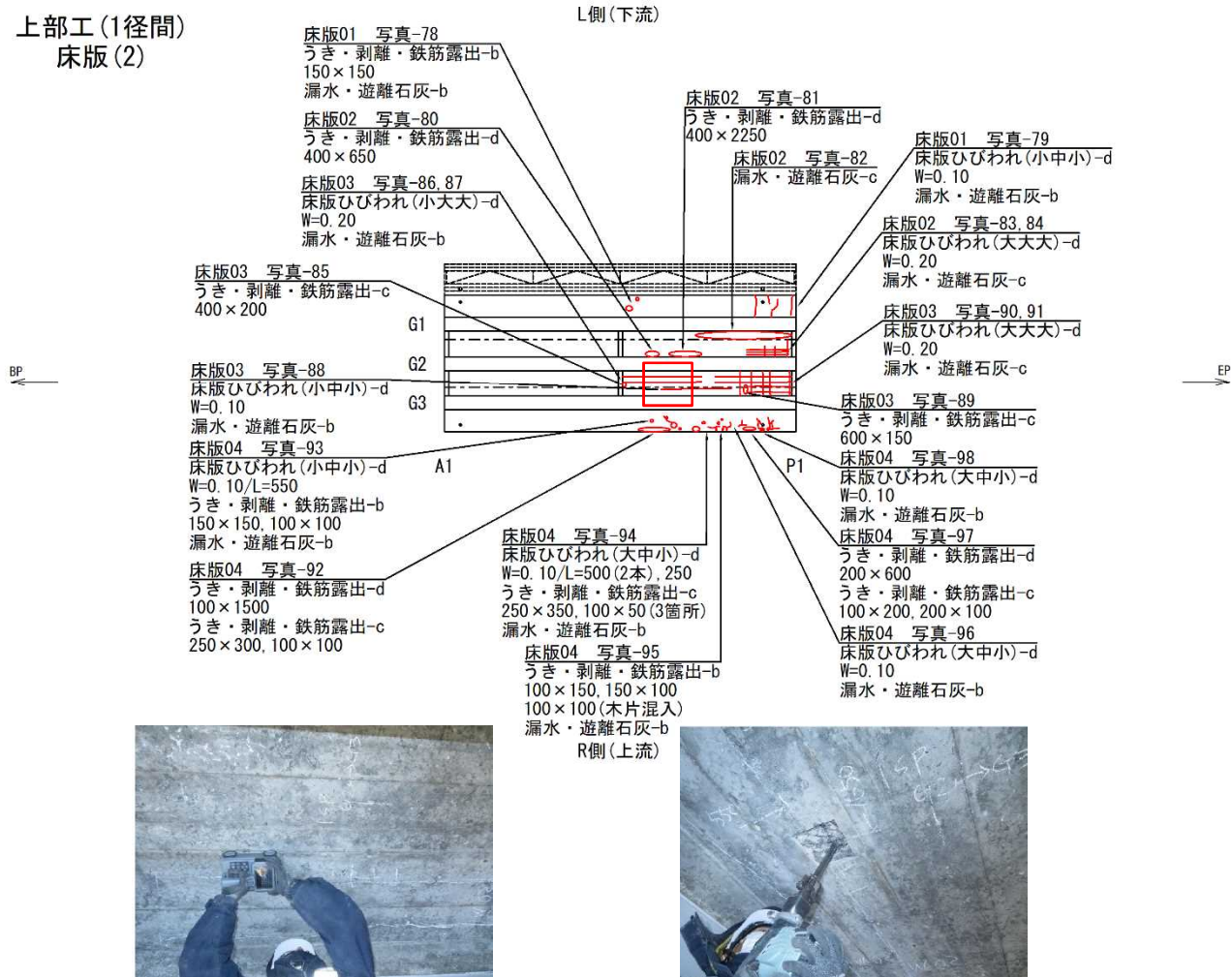


図 5.8 床版下面はつり位置(□枠 1sp-床版)

	写真番号	4		
	種別	はつり状況 1sp床版		
	場所1	G2-G3間	場所2	
	備考			
はつり完了				
IMG_8270.JPG				
	写真番号	5		
	種別	はつり状況 1sp床版		
	場所1	G2-G3間	場所2	
	備考			
鉄筋健全度の評価： 腐食がなく黒皮の状態				
IMG_8273.JPG				
構造物名	白老橋	採取部位	1sp-床版	
	写真番号	6		
	種別	はつり状況 1sp床版		
	場所1	G2-G3間	場所2	
	備考			
鉄筋径計測状況 $\phi = 12.96\text{mm}$				
IMG_8281.JPG				
	写真番号	10		
	種別	はつり状況 1sp床版		
	場所1	G2-G3間	場所2	
	備考			
鉄筋かぶり計測状況 $d = 39\text{mm}$				
IMG_8275.JPG				

写真 5.5 はつり状況

②路面：5 径間部

舗装に異常が生じている箇所（5 径間付近）で、舗装を切削し打音調査をおこなった。その結果、調整コンクリートにうきが確認された。また、防水層は確認されなかった。

	写真番号	4	
	種別	舗装切削状況 5sp	
	場所1		場所2
	備考		
	打音調査状況		
	IMG_8439.JPG		
	写真番号	5	
	種別	舗装切削状況 5sp	
	場所1		場所2
	備考		
	うき状況 750 × 600mm		
	IMG_8463.JPG		

写真 5.6 はつり状況

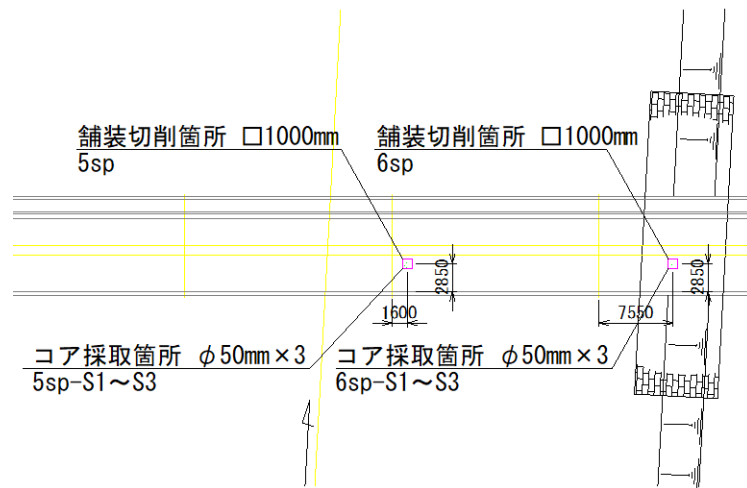


図 5.9 舗装切削位置

③路面：6径間部

均舗装に異常が生じている箇所（6径間付近）で、舗装を切削し打音調査をおこなった。その結果、調整コンクリートにひび割れが確認された。また、防水層は確認されなかった。

	写真番号	15		
	種別	舗装切削状況 6sp		
	場所1		場所2	
	備考			
打音調査状況				
IMG_8418.JPG				
	写真番号	16		
	種別	舗装切削状況 6sp		
	場所1		場所2	
	備考			
ひび割れ状況				
写真番号14の拡大(左上)				
IMG_8421.JPG				

写真 5.7 はつり状況

(4) 中性化試験

平均中性化深さは浅く、鉄筋位置に達していない。(表 5.15 参照)

表 5.13 床版の中性化深さ試験結果

採取位置	供試体 No.	最大中性化深さ(mm)	平均中性化深さ(mm)
床版	6sp-S3 (上面)	0.5	0.3
	6sp-S5 (下面)	6.0	4.7

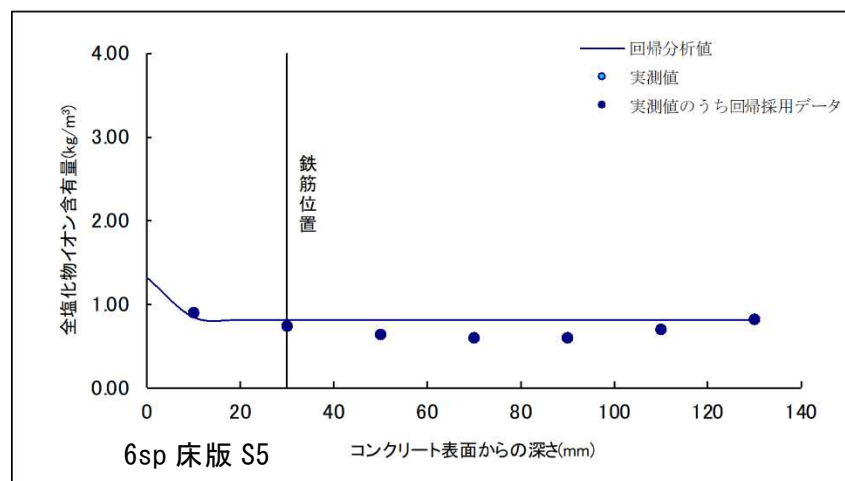
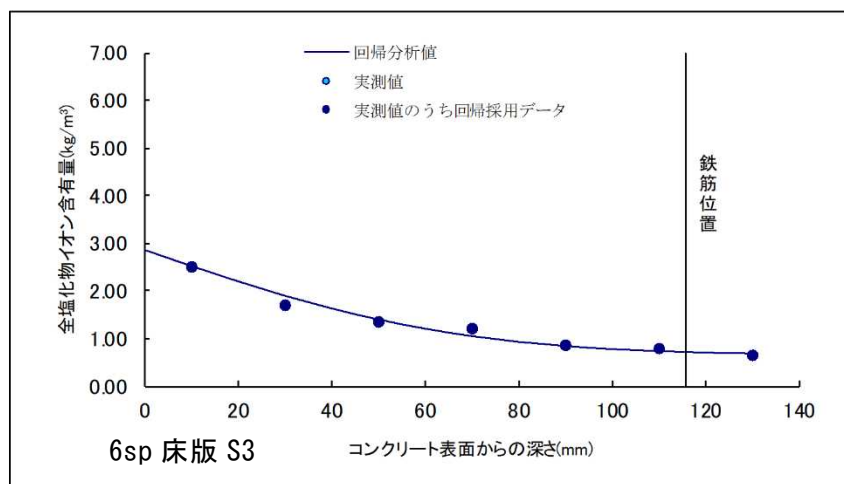
(5) 塩化物イオン濃度試験

床版上面において、鉄筋位置までの塩化物イオン濃度は、 $2.5 \sim 0.8 \text{ kg/m}^3$ であった。

表 5.14 床版の塩化物イオン試験結果

供試体	試料採取深さ (mm)	代表深さ (mm)	塩化物イオン 濃度(%)	単位容積質量 (kg/m^3)	全塩化物イオン 量(kg/m^3)
6sp 床版 S3	0~20	10	0.108	2311	2.50
	20~40	30	0.074		1.71
	40~60	50	0.059		1.36
	60~80	70	0.052		1.20
	80~100	90	0.037		0.86
	100~120	110	0.034		0.79
	120~140	130	0.028		0.65
6sp 床版 S5	0~20	10	0.038	2378	0.90
	20~40	30	0.031		0.74
	40~60	50	0.027		0.64
	60~80	70	0.025		0.59
	80~100	90	0.025		0.59
	100~120	110	0.029		0.69
	120~140	130	0.034		0.81

表 5.15 床版の塩化物イオン分布



(6) コア性状

床版上面で採取したコア性状を以下に示す。3 か所でアスファルト舗装を切削したのちコアを採取したが、いずれも約 6 cm の深さで、コアの分離（剥離）が確認された。ほぼ水平に分離しており、かつ鉄筋の腐食痕なども確認できないことから、調整コンクリートと床版部材の界面で分離した可能性が高い。また、橋梁全体に平面的に広がっている可能性が高い。

床版部のコアには、白色の析出物が多く確認されている。（採取位置 図 5.9）

なお、舗装厚平均は 87mm、調整コンクリート厚平均は 64mm、床版厚平均は 180mm であった。（写真 5.8 参照）

	<table border="1"> <tr><td>写真番号</td><td colspan="3">62</td></tr> <tr><td>種別</td><td colspan="3">コンクリートコア</td></tr> <tr><td>場所1</td><td></td><td>場所2</td><td></td></tr> <tr><td colspan="4" style="text-align: center;">備 考</td></tr> <tr><td colspan="4">写真番号61の背面</td></tr> <tr><td colspan="4"><特記> ・特筆なし</td></tr> <tr><td colspan="4" style="text-align: right;">IMG_8766.JPG</td></tr> </table>	写真番号	62			種別	コンクリートコア			場所1		場所2		備 考				写真番号61の背面				<特記> ・特筆なし				IMG_8766.JPG			
写真番号	62																												
種別	コンクリートコア																												
場所1		場所2																											
備 考																													
写真番号61の背面																													
<特記> ・特筆なし																													
IMG_8766.JPG																													
	<table border="1"> <tr><td>写真番号</td><td colspan="3">65</td></tr> <tr><td>種別</td><td colspan="3">コンクリートコア</td></tr> <tr><td>場所1</td><td></td><td>場所2</td><td></td></tr> <tr><td colspan="4" style="text-align: center;">備 考</td></tr> <tr><td colspan="4">均しCon部 筒先側</td></tr> <tr><td colspan="4"><特記> ・特筆なし</td></tr> <tr><td colspan="4" style="text-align: right;">IMG_8772.JPG</td></tr> </table>	写真番号	65			種別	コンクリートコア			場所1		場所2		備 考				均しCon部 筒先側				<特記> ・特筆なし				IMG_8772.JPG			
写真番号	65																												
種別	コンクリートコア																												
場所1		場所2																											
備 考																													
均しCon部 筒先側																													
<特記> ・特筆なし																													
IMG_8772.JPG																													
	<table border="1"> <tr><td>写真番号</td><td colspan="3">67</td></tr> <tr><td>種別</td><td colspan="3">コンクリートコア</td></tr> <tr><td>場所1</td><td></td><td>場所2</td><td></td></tr> <tr><td colspan="4" style="text-align: center;">備 考</td></tr> <tr><td colspan="4">床版部 筒元側</td></tr> <tr><td colspan="4"><特記> ・特筆なし</td></tr> <tr><td colspan="4" style="text-align: right;">IMG_8774.JPG</td></tr> </table>	写真番号	67			種別	コンクリートコア			場所1		場所2		備 考				床版部 筒元側				<特記> ・特筆なし				IMG_8774.JPG			
写真番号	67																												
種別	コンクリートコア																												
場所1		場所2																											
備 考																													
床版部 筒元側																													
<特記> ・特筆なし																													
IMG_8774.JPG																													
	<table border="1"> <tr><td>写真番号</td><td colspan="3">68</td></tr> <tr><td>種別</td><td colspan="3">コンクリートコア</td></tr> <tr><td>場所1</td><td></td><td>場所2</td><td></td></tr> <tr><td colspan="4" style="text-align: center;">備 考</td></tr> <tr><td colspan="4">床版部 筒先側</td></tr> <tr><td colspan="4"><特記> ・全体的に白色の析出物が見られる</td></tr> <tr><td colspan="4" style="text-align: right;">IMG_8777.JPG</td></tr> </table>	写真番号	68			種別	コンクリートコア			場所1		場所2		備 考				床版部 筒先側				<特記> ・全体的に白色の析出物が見られる				IMG_8777.JPG			
写真番号	68																												
種別	コンクリートコア																												
場所1		場所2																											
備 考																													
床版部 筒先側																													
<特記> ・全体的に白色の析出物が見られる																													
IMG_8777.JPG																													

写真 5.8 コア性状

(7) 粗骨材の密度及び吸水率試験など

上部工の粗骨材密度は、規格値を満足していた。(P24 表 5.7 参照)

(8) 気泡間隔係数測定

気泡間隔係数は 200 μ m 以上となり、耐凍害性は低いとの結果であった。

表 5.16 気泡間隔係数の測定結果

供試体 記号	空気量 A (%)	気泡間隔係数 \bar{L} (μ m)
P2-1	0.64	335
6sp-S1	1.4	522

5-4. 下部工の状況

(1) 主な損傷 (近接目視)

橋脚側面に顕著なひびわれが多数確認された。



写真 5.9 下部工の損傷状況写真

下部工 (2径間)

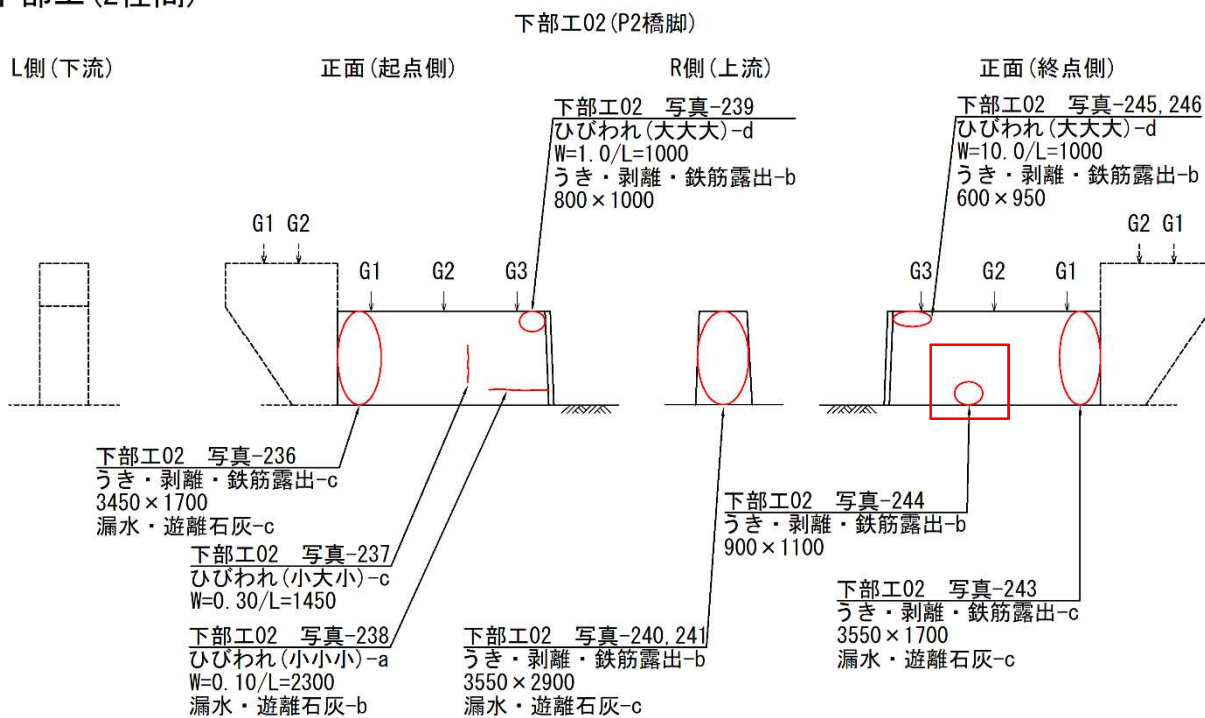


図 5.10 下部工の試料採取位置 (□ 枠 P1)

(2) 圧縮強度・静弾性係数試験

圧縮強度、静弾性係数ともに基準値を上回る結果となった。(表 5.13, 表 5.14 参照)

表 5.17 下部工の圧縮強度試験結果

採取位置	供試体 No.	試験値 (N/mm ²)	設計基準強度 (N/mm ²)	判定	備考
下部工	P1-3	18.0	18.0	OK	

表 5.18 下部工の静弾性係数試験結果

採取位置	供試体 No.	試験値 (N/mm ²)	静弾性係数 基準値(N/mm ²)	判定	備考
下部工	P1-3	2.40×10 ⁴	2.20×10 ⁴	OK	

(3) はつり調査

①P1 橋脚

著しいひびわれが生じている橋脚側面（山側・北側）においてはつり調査を行った結果、ひびわれ深さは 100mm 程度であった。また、躯体内部には鉄筋が確認されなかった。



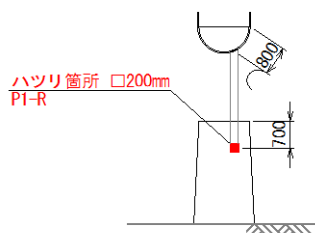
	写真番号	52		
	種別	はつり状況 P1-R		
	場所1		場所2	
	備考			
	写真番号51の拡大			
	IMG_0058.JPG			
	写真番号	53		
	種別	はつり状況 P1-R		
	場所1		場所2	
	備考			
	はつり深さ計測状況 d=100mm			
	IMG_0053.JPG			

写真 5.10 はつり状況

P1橋脚(R-上流)



②P2 橋脚

著しいひびわれが生じている橋脚側面（山側・北側）においてはつり調査を行った結果、ひびわれ深さは 100mm 程度であった。また、躯体内部には鉄筋が確認されなかった。



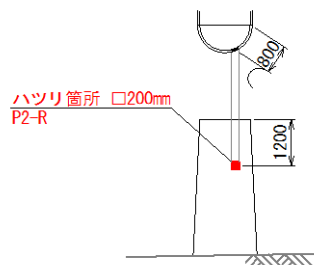
	写真番号	60		
	種別	はつり状況 P2-R		
	写真番号	61		
	種別	はつり状況 P2-R		
場所1		場所2		
備 考				
写真番号59の拡大				
IMG_8146.JPG				
備 考				
はつり深さ計測状況 d=106mm				
IMG_8149.JPG				

写真 5.11 はつり状況

P2橋脚(R-上流)



(4) 粗骨材の密度及び吸水率試験など

下部工の粗骨材密度は、規格値を満足していなかった。(P24 表 5.7 参照)

(5) 気泡間隔係数測定

気泡間隔係数は $200\mu\text{m}$ 以上となり、耐凍害性は低いとの結果であった。(表 5.16 参照)

5-5. その他の状況

(1) 河床洗堀調査(河川横断測量・水中ソナー)

P4,P5 橋脚上流部に、最大 400mm の洗堀を確認した。底板からの土被りは、3.2m であった。なお、P3 橋脚は親水部であるが、岸寄りの浅い場所に位置し、洗堀を受けていないため調査から除外した。

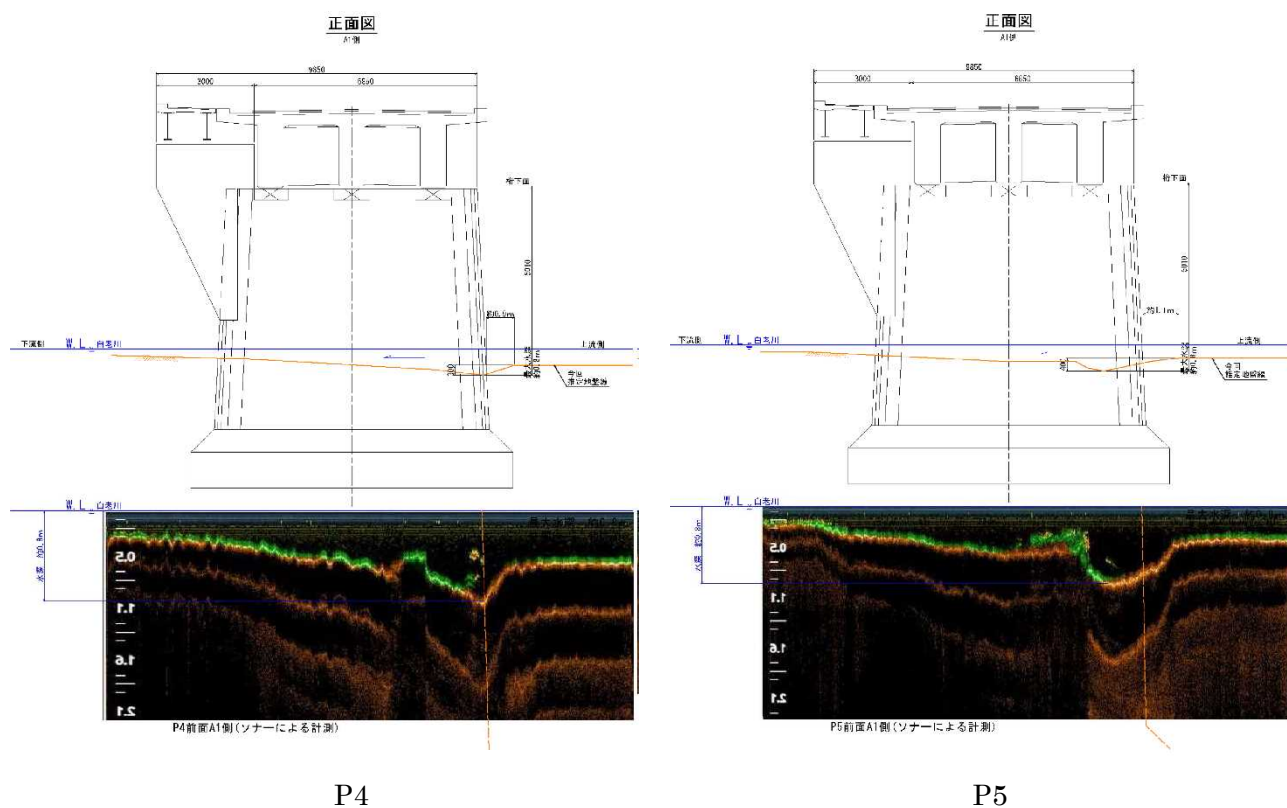


図 5.11 河床洗堀調査結果

(2) 支承調査

① 亀裂調査

支承腐食が著しい。P1, P5にて支承リブ周辺を、グラインダーによるケレンを行い、亀裂調査を行ったが、亀裂の確認は出来なかった。





構造物名	白老橋	部位	S2-G2(P1)		
	写真番号	5			
	種別	支承			
	場所1	S2-G2	場所2	P1橋脚上	
	備考				
	ケレン後の状況				
	IMG_8300.JPG				
	写真番号	6			
	種別	支承			
	場所1	S2-G2	場所2	P1橋脚上	
	備考				
	写真番号5の拡大				
	亀裂なし				
	IMG_8302.JPG				
	写真番号	6			
	種別	支承			
	場所1	S7-G2	場所2	P5橋脚上	
	備考				
	ケレン後の状況				
	IMG_8321.JPG				
	写真番号	7			
	種別	支承			
	場所1	S7-G2	場所2	P5橋脚上	
	備考				
	写真番号6の拡大				
	亀裂なし				
	IMG_8329.JPG				

写真 5.12 支承亀裂観測

②支承・箱抜き状況

通気性が悪く、腐食片が散乱している。

支承位置	状況写真		考 察
A1			
P1			<p>箱抜きあり。 箱抜き寸法 橋軸方向 900mm 軸直角方向800mm 深さ 330mm</p>
P2			<p>箱抜きあり。 箱抜き寸法は、P1同様。</p>
P3(A1側)			
P3(A2側)			
P4			<p>箱抜きあり。 箱抜き寸法は、P1同様。</p>
P5			<p>箱抜きあり。 箱抜き寸法は、P1同様。</p>

P6(A1側)		69 t BPA固定支承 (S59) 延伸時交換
P6(A2側)		可動ゴム支承 (S59)
A2		固定ゴム支承 (S59)

写真 5.13 支承・箱抜き内部状況

(3) 高欄

全径間で、高欄の剥離・鉄筋露出が確認された。




損傷位置	径間	H28	R2
R側	1sp		
R側	2sp		
L側	2sp		

写真 5.14 高欄の損傷状況

(4) 歩道橋

橋体全体に、防食機能の低下が見られるが、添接部付近の腐食が著しい。













径間	G1	G2
1sp		
2sp		
3sp		
4sp		
5sp		
6sp		

写真 5.15 歩道橋の損傷状況