

# 大規模更新事業の状況報告（大豊橋付近）

阪神高速道路株式会社

2023年 1月 26日

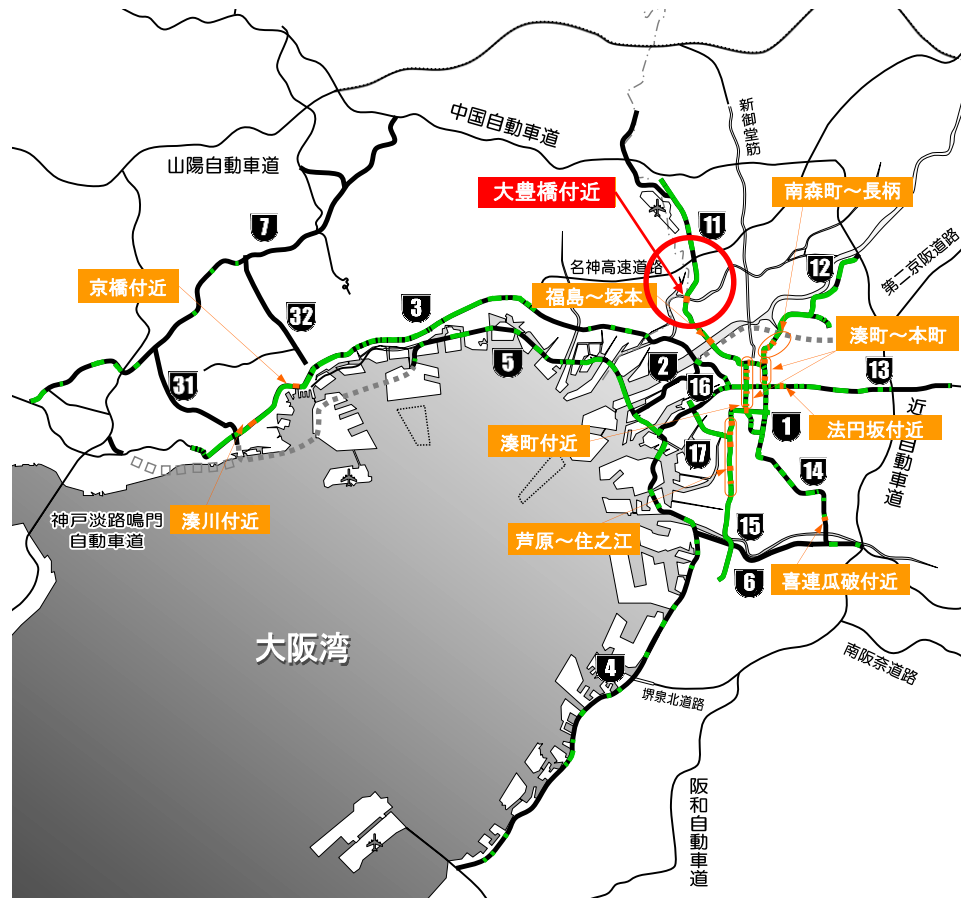
- 1.大規模更新計画概要**
- 2.詳細調査結果（外観変状、物性値 等）**
- 3.上部工対策検討（案）**

# 1.大規模更新計画概要

## 2.詳細調査結果（外観変状、物性値 等）

## 3.上部工対策検討（案）

区分		路線	対象箇所	延長	開通年
大規模更新	橋梁全体の架替	3号神戸線	京橋付近	0.3km	S41
		14号松原線	きれうりわり喜連瓜破付近	0.2km	S55
	橋梁の基礎取替	15号堺線	みなとまち湊町付近	(9基)	S47
	橋梁の桁・床版取替	3号神戸線	みなとがわ湊川付近	0.4km	S43
		11号池田線	おおとよばし大豊橋付近	0.3km	S42
		13号東大阪線	ほうえんざか法円坂付近	0.2km	S53
計			5km	-	

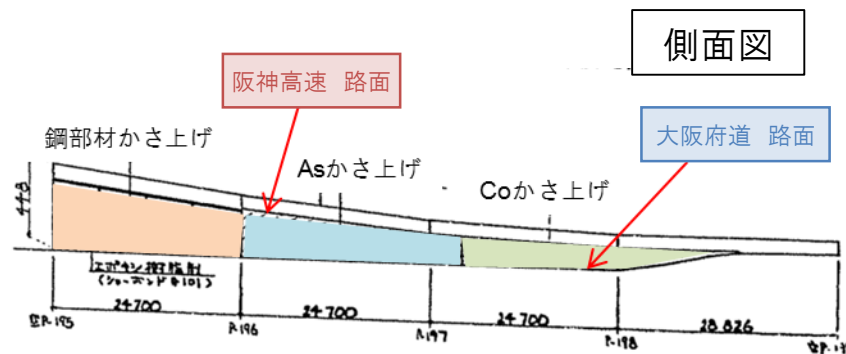
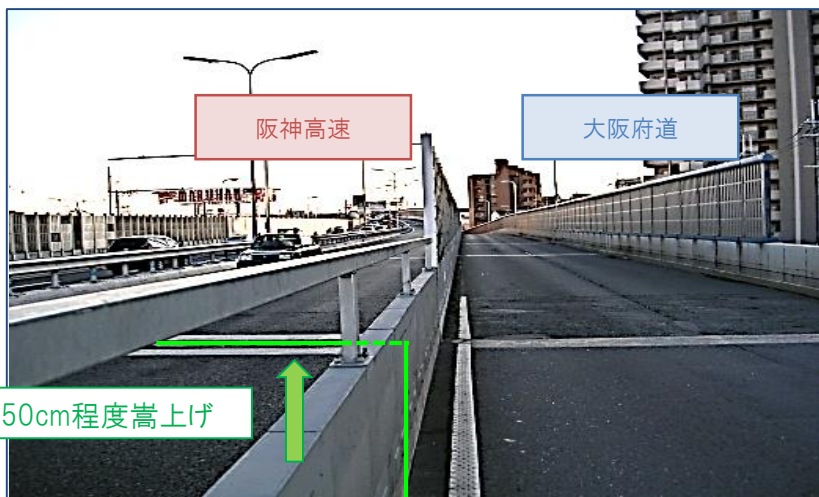
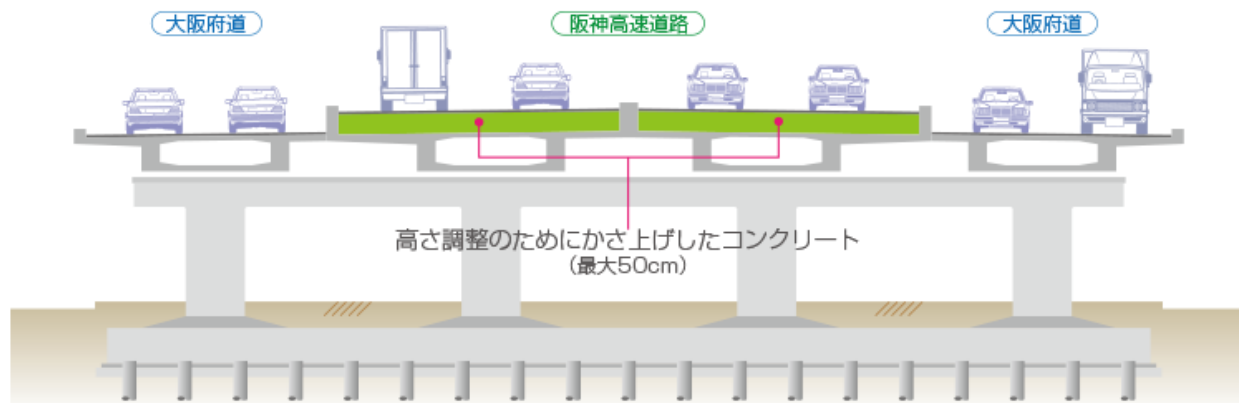


— : 大規模更新箇所 (約 5km)  
— : 大規模修繕箇所 (約86km)

- 大阪万博開催に向け、大阪府道として設計された既存の橋梁を利用して阪神高速道路を建設。
- 高さ調整のために最大50cmの後打ちコンクリートによるかさ上げを行い整備。
- かさ上げのためのコンクリート重量は設計時に考慮されておらず、床版や桁にひび割れが発生。
- 床版かさ上げに伴う損傷が引き続き発生する恐れ等から、大規模更新事業の対象箇所を選定。

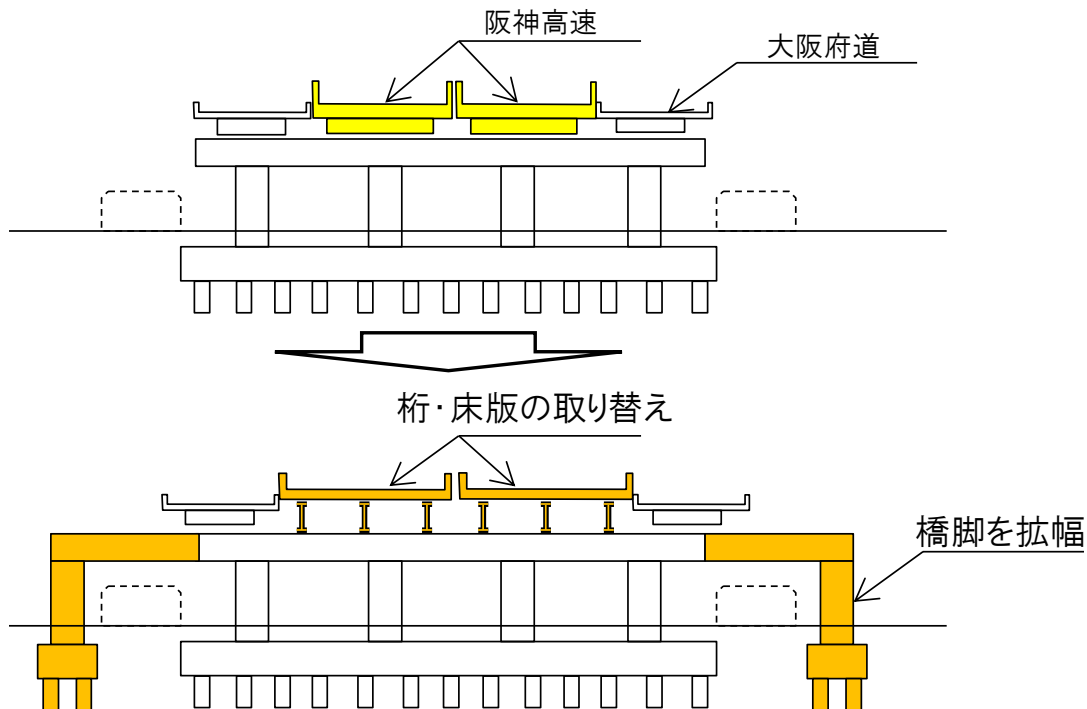


写真 OT橋（右岸より）



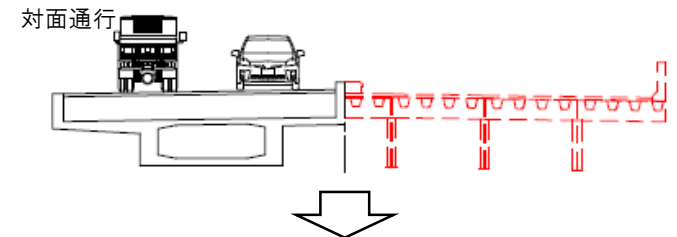
※ 出典:「阪神高速道路の大規模更新・修繕事業に関する説明会の開催について」阪神高速 高速道路リニューアルプロジェクト大規模更新・修繕事業のHP  
<https://www.hanshin-exp.co.jp/company/torikumi/renewal/siryo.html>

- 事業許可時の事業計画は下記である。実施にあたっては現行基準に合致させる。
  - 上部構造：桁の取り替え（路肩拡幅含む）、府道は既設利用
  - 下部構造：橋脚の拡幅
- 上部構造架替、下部構造拡幅を車線規制で実施。

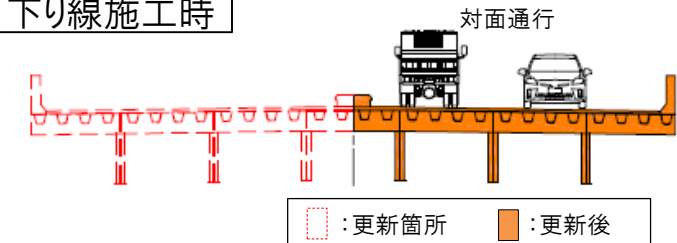


## < 施工中の交通処理 >

### 上り線施工時



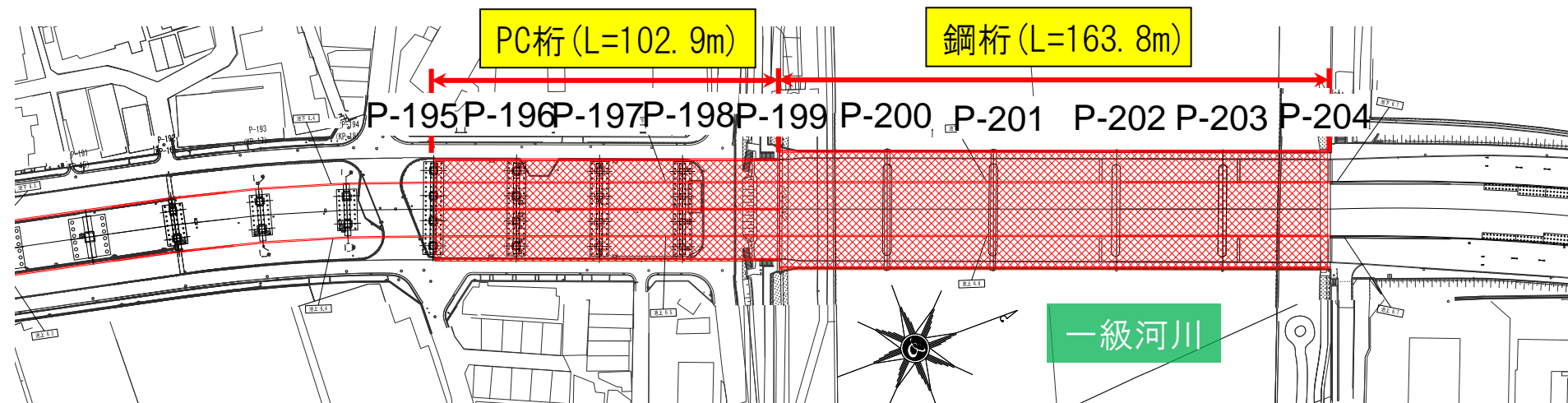
### 下り線施工時





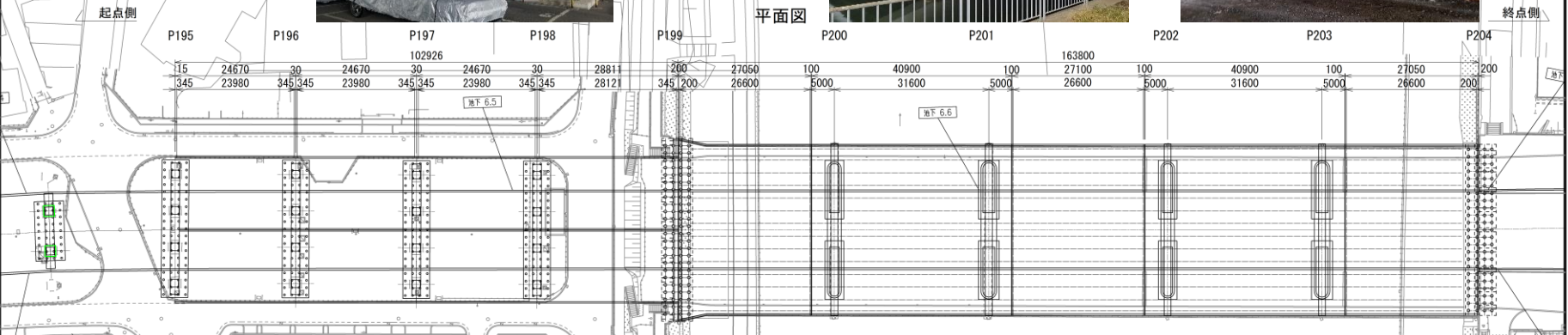
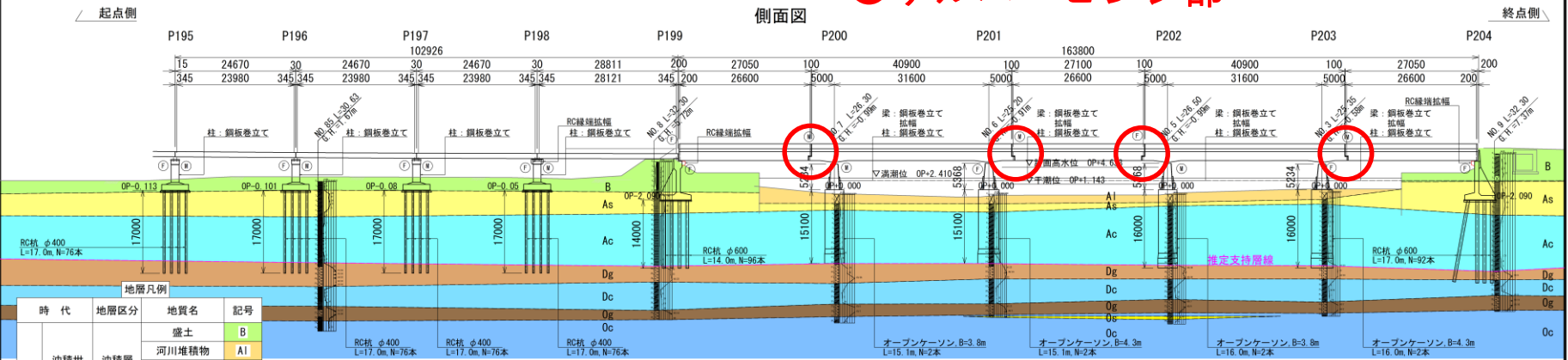
PC桁区間：4径間PC単純箱桁【空P195～P199】

鋼桁区間：5径間連続鋼鈑桁【空P199～P204】

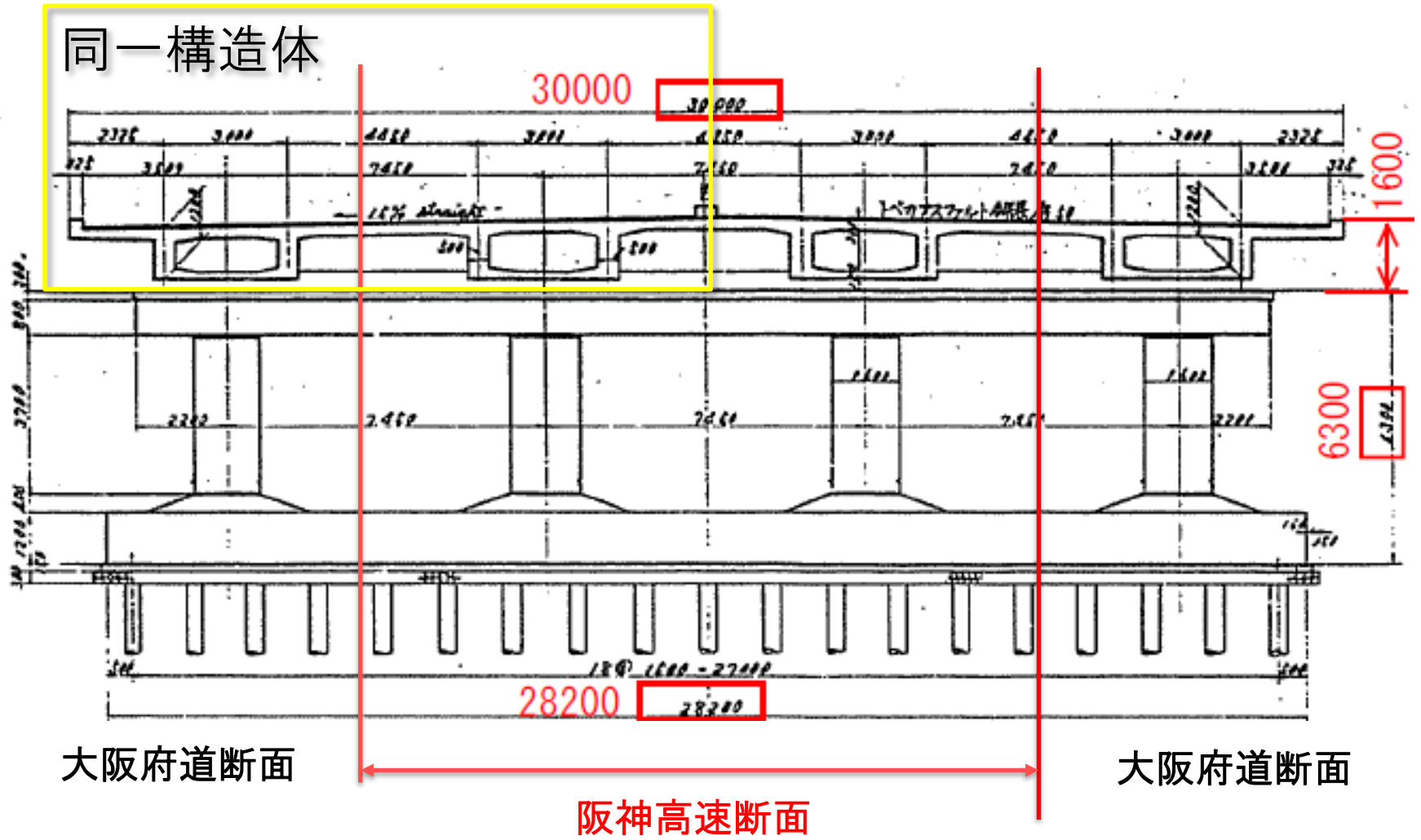


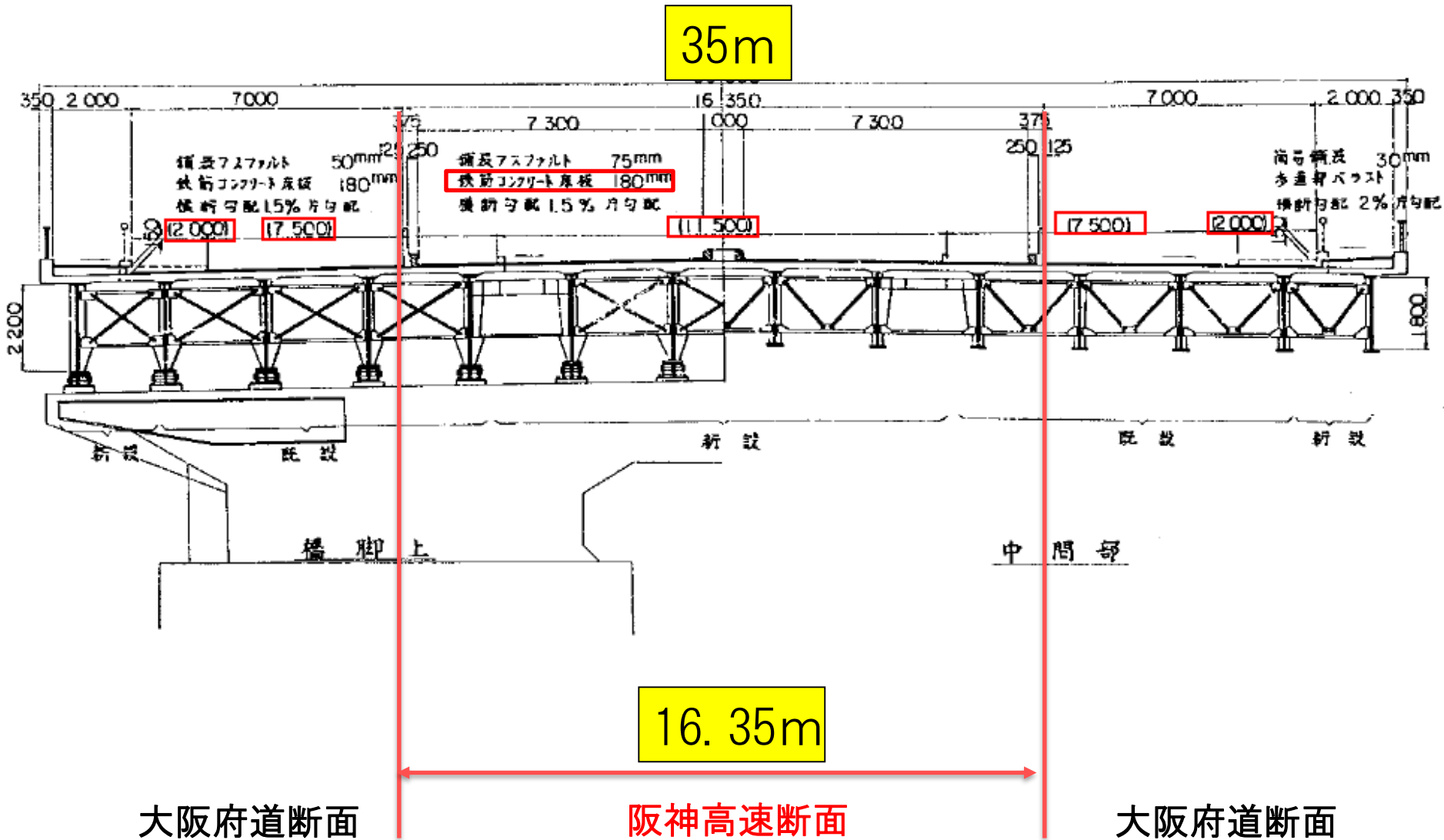
## 対象橋梁

## ○ゲルバーヒンジ部









	P C桁区間	鋼桁区間
上部工形式	4径間P C単純箱桁 (P195~P199)	5径間連続 ゲルバー有ヒンジ鈑桁 (P199~P204)
橋長 (支間長)	102.9m (24.7m+24.7m+24.7m+ 28.8m)	163.8m (27m+41m+27m +41m+27m)
しゅん工	昭和35年頃	昭和37年頃
適用基準	<ul style="list-style-type: none"> <li>鉄筋コンクリート 標準示方書 (S31.11)</li> <li>プレストレストコンクリート設計施工指針 (S30.4)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>鉄筋コンクリート 標準示方書 (S31.11)</li> <li>鋼道路橋設計示方書 (S31.5)</li> </ul>
設計活荷重	TL-20	

1.大規模更新計画概要

**2.詳細調査結果（外観変状、物性値 等）**

3.上部工対策検討（案）

○ 部分的にAランク損傷が散見されるが、損傷の大きな進展や繰り返し発生は見られない。

## 【PC桁区間】



漏水・遊離石灰  
(上フランジ下面)



漏水・遊離石灰  
(ダイヤフラム)



欠損変形  
(支承)



著しい腐食  
(支承)

保善管理工事にて補修済



鉄筋腐食  
(橋脚梁)



補強板腐食  
(伸縮)

## 【鋼桁区間】



さび・腐食・断面減少  
(補強済鋼板)



さび・腐食・断面減少  
(上フランジ下面)



床版端横桁からの浮き  
(床版端部)



ボルト欠損  
(落下防止装置)



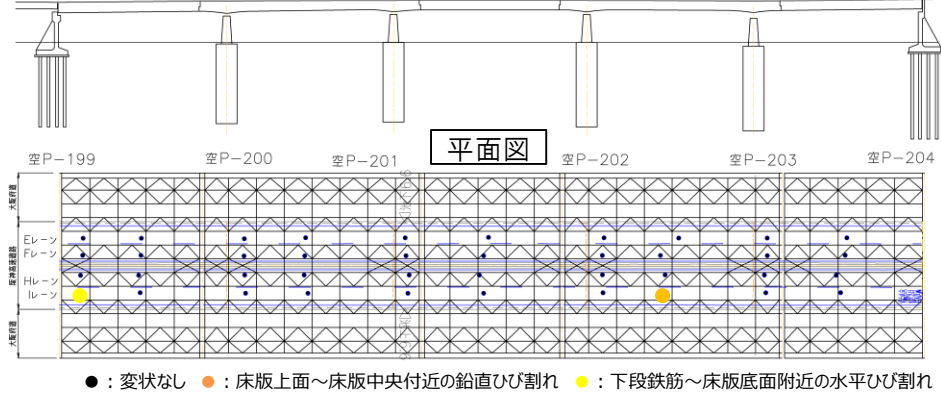
- 構造物の現状を把握するため、物性値調査等の詳細調査を2021年10月に実施。
- 圧縮強度や静弾性係数等の物性値は、PC桁区間、鋼桁区間ともに設計基準強度を満足。
- 床版内部調査では40箇所実施し、鋼桁区間でRC床版の一部に水平及び鉛直ひび割れがそれぞれ1箇所、床版かぶりの不足が6箇所を確認。なお、全パネルで鋼板接着補強済み。
- PC鋼材調査では212箇所実施し、未充填が4箇所及び充填不良が6箇所、PC鋼材には目立った腐食はないことを確認。

## 調査内容

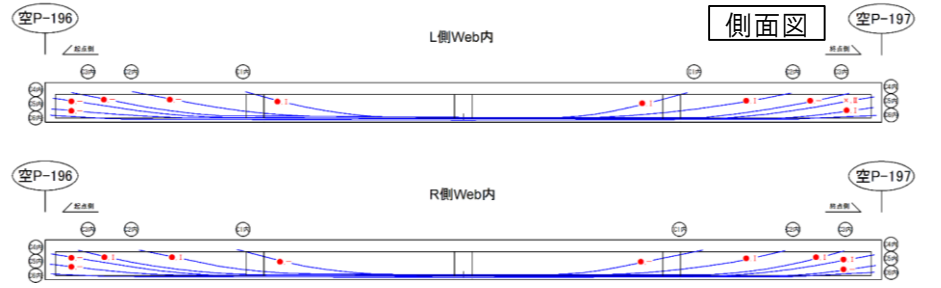
路線	桁区分	部材	管理番号	外観 変状 調査	物性値等調査※1							床版内部調査		PC鋼材 調査※8		
					コア採取		圧縮強度 試験	静弾性係数 試験※3	膨張量 試験	中性化深さ 測定※4	塩分量 測定※5	床版内部 撮影※6	かぶり厚さ 測定※7			
					(φ75※2)	(φ32※2)										
1 1号池田(空)線	PC桁	箱桁	空上下S195	1径間	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			空上下S196	1径間	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			空上下S197	1径間	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			空上下S198	1径間	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		箱桁 カブ	空上下S195	-	3本	-	3本	3本	-	1本	3深度	-	-	52箇所		
			空上下S196	-	3本	-	3本	3本	-	1本	3深度	-	-	52箇所		
			空上下S197	-	4本	-	3本	3本	1本	1本	3深度	-	-	52箇所		
			空上下S198	-	3本	-	3本	3本	-	1本	3深度	-	-	56箇所		
		箱桁 上床版	空上下S195	-	3本	-	3本	3本	-	1本	3深度	-	-	-		
			空上下S196	-	3本	-	3本	3本	-	1本	3深度	-	-	-		
			空上下S197	-	3本	-	3本	3本	-	1本	3深度	-	-	-		
			空上下S198	-	3本	-	3本	3本	-	1本	3深度	-	-	-		
	下部工	梁	空P195	-	4本	-	3本	3本	1本	1本	3深度	-	-	-		
			空P196	-	3本	-	3本	3本	-	1本	3深度	-	-	-		
			空P197	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
		柱	空P198	-	3本	-	3本	3本	-	1本	3深度	-	-	-		
			空P195	-	-	6本	6本	-	-	1本	2深度	-	-	-		
			空P196	-	-	6本	6本	-	-	1本	2深度	-	-	-		
鋼桁	上部工 床版	空S199	-	3本	-	3本	3本	-	1本	4深度	8箇所	4測線	-			
		空S200	-	3本	-	3本	3本	-	1本	4深度	8箇所	4測線	-			
		空S201	-	3本	-	3本	3本	-	1本	4深度	8箇所	4測線	-			
		空S202	-	3本	-	3本	3本	-	1本	4深度	8箇所	4測線	-			
		空S203	-	3本	-	3本	3本	-	1本	4深度	8箇所	4測線	-			
	下部工 橋台壁面	空P204	-	6本	-	6本	6本	-	2本	6深度	-	-	-			
合計			4径間	56本	24本	78本	54本	2本	22本	67深度	40箇所	20測線	212箇所			

※1 S195～198は上下分離構造であるが、コア採取はどちらか一方で実施する。  
 ※2 ビット外径  
 ※3 圧縮強度試験と同一コアを使用する  
 ※4 圧縮強度試験に使用したコアのうち1本を使用する  
 ※5 中性化深さ測定に使用したものと同一コアを使用する  
 ※6 1径間・レーンあたり2箇所実施する  
 ※7 1径間・レーンあたり1測線実施する  
 ※8 箱桁ウェブおよび下床版で実施、削孔箇所数を示す。

## 床版内部調査 (40箇所)



## PC鋼材調査 (212箇所) 【例：空下S-196】



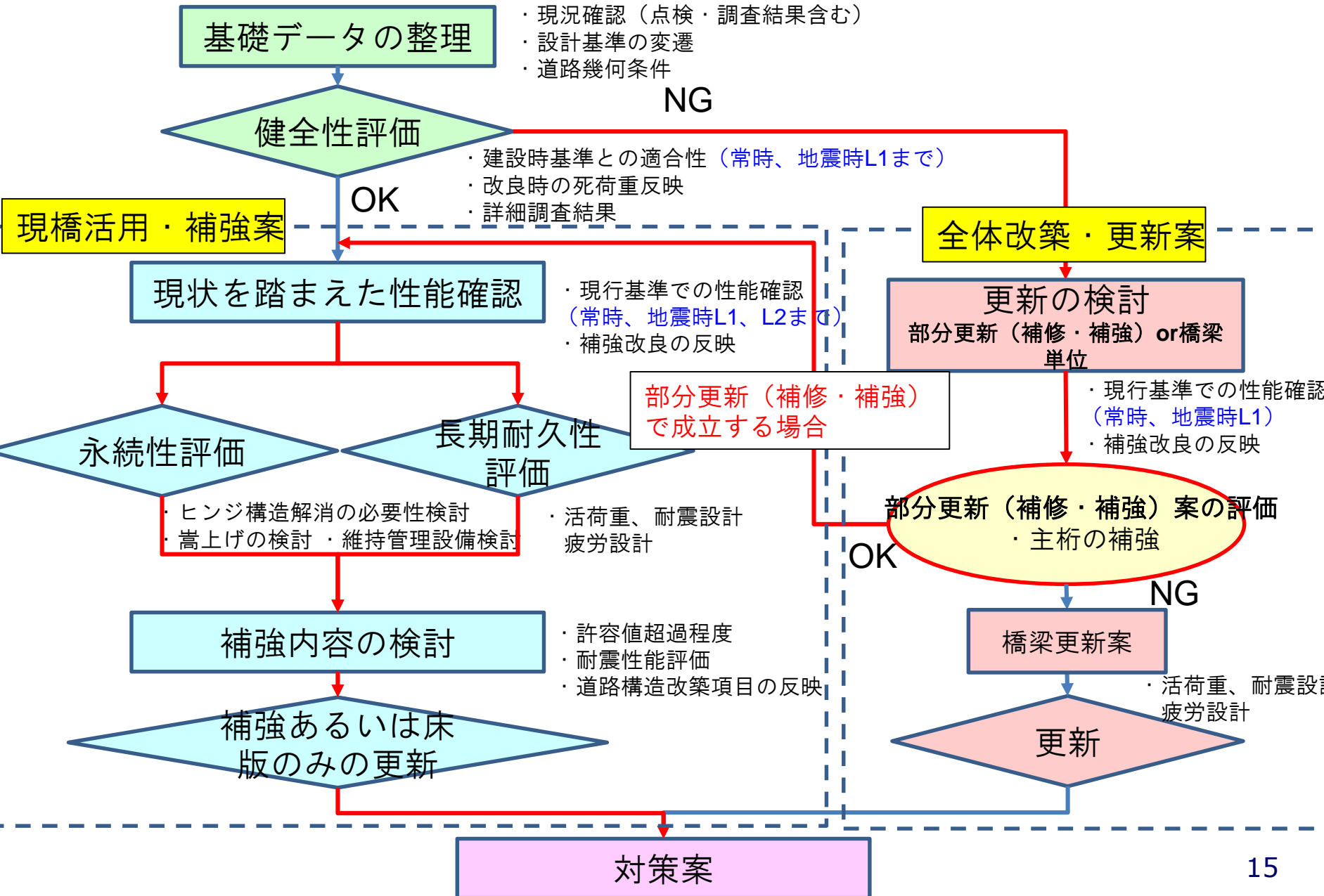
凡例：削孔・CCDカメラ法の判定

- : 充填
- ▲ : 部分的に充填 (空隙小)
- △ : 部分的に充填 (空隙大)
- × : 未充填

凡例：PC鋼材腐食度の判定

- : グラウト充填のため、確認不可
- I : 質量減少率1%未満
- II : 質量減少率1～2.5%未満
- III : 質量減少率10%未満
- IV : 質量減少率10%程度以上

- 1.大規模更新計画概要
- 2.詳細調査結果（外観変状、物性値 等）
- 3.上部工対策検討（案）**



	想定している具体的な作業
健全性の評価	<ul style="list-style-type: none"> <li>・建設時と同等の性能を保有しているかの照査で判断</li> <li>・復元設計にて当時の荷重の発生応力を推定する。その後死荷重の増加を考慮し、当時の許容応力度を満足しているかを照査する。 (現況照査)</li> </ul>
長期耐久性の評価	<ul style="list-style-type: none"> <li>・現行基準(補強はH24道示)と同等の性能を保有しているかの照査で判断</li> <li>・活荷重、地震および許容応力度を現行基準と照らし合わせ、照査を満足するか確認する。また、長期耐久性の観点からは例えば疲労設計による照査を行う。</li> </ul>

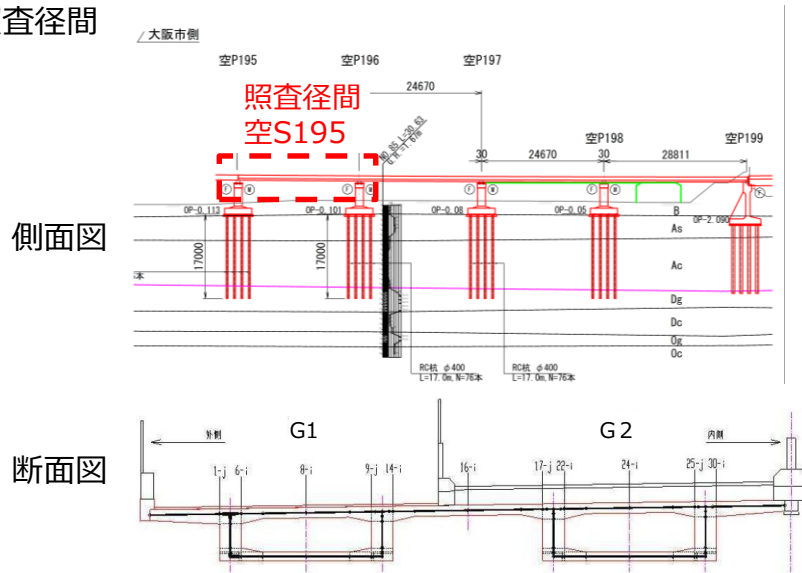
※建設当時の解析手法は、設計計算書がない場合は、現行基準での手法とする。

## 荷重条件

	死荷重	活荷重	地震	
			レベル1	レベル2
健全性の評価	現況(補強等の重量を含む)	TL-20	考慮 (建設当時)	-
長期耐久性の評価		B活荷重レーン載荷	-	考慮

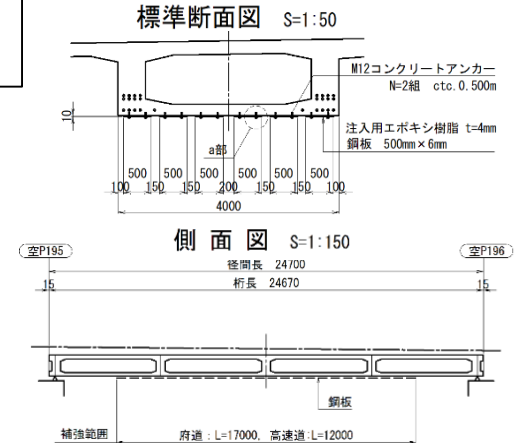
- 建設当時の基準および現行基準での照査では、いずれも嵩上げ径間(空S195)の主桁下縁に設計上プレストレス導入により考慮しない引張力が発生したが、主桁補強により長期耐久性を満足するものと思料。
- 定期点検等で支承のAランク損傷が複数見られたことから、支承を改良する場合は現行基準への対応が可能なものにすることを想定。

## 照査径間

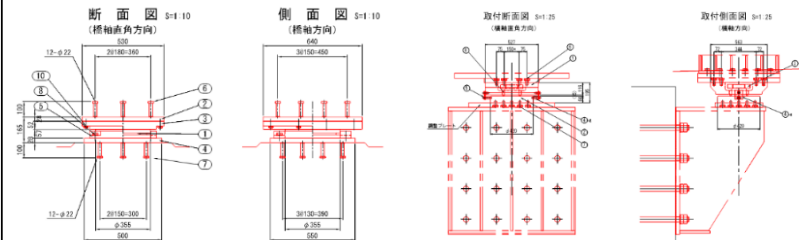


## 現況利用・補強案での対策イメージ

**主桁補強**  
例：鋼板接着工



**支承改良**  
例：支承取替え工



※点検結果でA判定が複数見られたことから、現行基準L2地震動への対応が可能な支承改良。

## 照査結果

・嵩上げ部施工後（PCとしての設計）B活荷重

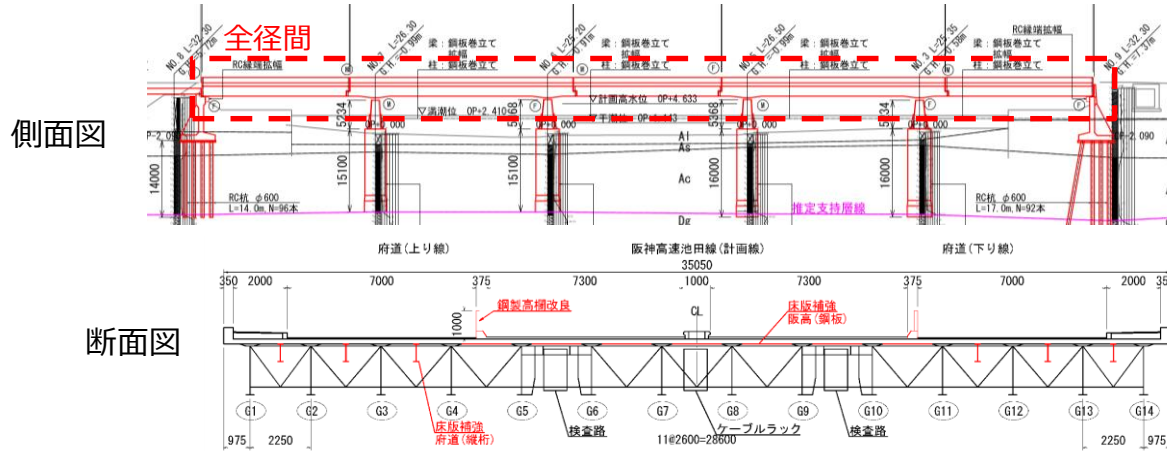
照査項目		支間中央				許容値
		G1桁		G2桁		
		上縁	下縁	上縁	下縁	
合成応力度 (N/mm <sup>2</sup> )	死荷重時	7.32	3.43	6.44	5.13	0.0< $\sigma$ <13.0
	設計荷重時Mmax	10.81	-1.92	9.99	-0.26	0.0< $\sigma$ <13.0
	温度時Mmax	10.73	-1.66	9.96	0.10	(-2.0< $\sigma$ <16.1)
曲げ破壊安全度 (kN・m)	作用Md	24.362		27.844		---
	抵抗Mu	28.513		36.026		---
	安全度	1.17		1.29		F > 1.0
必要引張鉄筋量 (cm <sup>2</sup> )		69.47		25.41		---
鋼材応力度 (N/mm <sup>2</sup> )		862.0		839.4		$\sigma_p < 990$

※空S195径間を代表径間として照査実施。他径間は問題ない事を確認済



○ 建設当時の基準および現行基準での照査では、全径間の主桁上フランジおよび下フランジに応力超過を確認したが、当て板等の主桁補強により長期耐久性を満足するものと思料。

## 照査径間



## 照査結果

・B活荷重レン載荷

	支点部	支間中央
G1	上フランジ応力度4%超過 下フランジ応力度4%超過	上フランジ応力度18%超過 合成応力度16%超過
G2	上フランジ応力度8%超過 下フランジ応力度7%超過 合成応力度6%超過	上フランジ応力度11%超過 下フランジ応力度4%超過 合成応力度6%超過
G3	上フランジ応力度8%超過 下フランジ応力度10%超過 合成応力度8%超過	上フランジ応力度4%超過 下フランジ応力度9%超過 合成応力度1%超過
G4	上フランジ応力度7%超過 下フランジ応力度5%超過 合成応力度2%超過	上フランジ応力度10%超過 下フランジ応力度5%超過 合成応力度7%超過
G5	上フランジ応力度13%超過 下フランジ応力度2%超過 合成応力度11%超過	上フランジ応力度10%超過
G6	上フランジ応力度13%超過 下フランジ応力度13%超過 合成応力度13%超過	上フランジ応力度18%超過 合成応力度16%超過
G7	上フランジ応力度12%超過 下フランジ応力度9%超過 合成応力度8%超過	上フランジ応力度17%超過 合成応力度15%超過

### 現況利用・補強案での対策イメージ

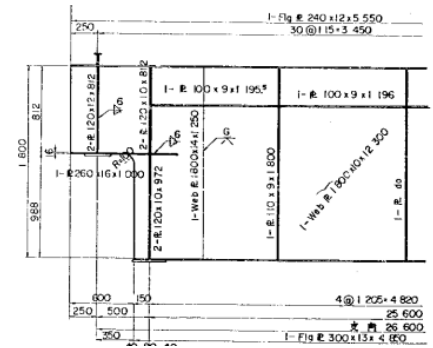
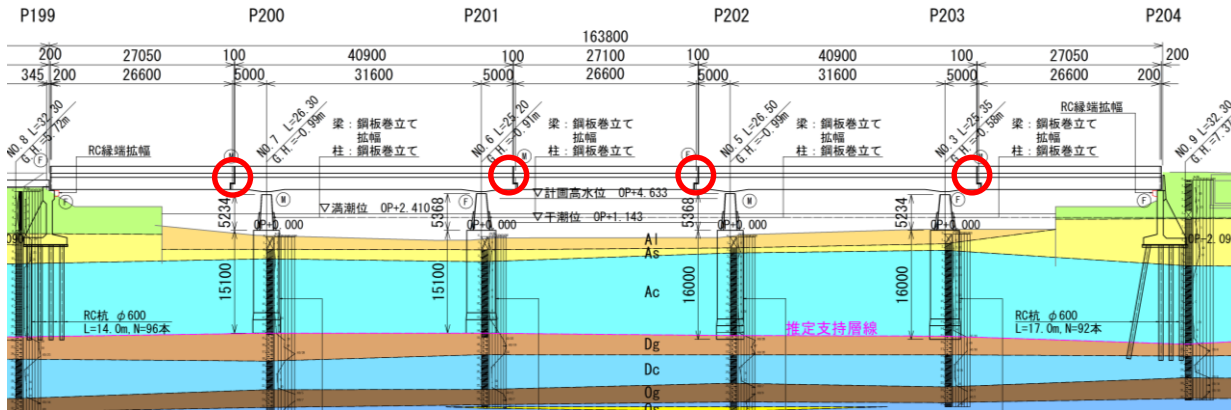
**主桁補強  
例：当て板**

断面図  
(I桁部)

- 構造物に求められている性能を長期間持続させるような維持管理性（永続性）の確保が必要。
- PC桁区間では、嵩上げコンクリート上面の劣化・損傷状態を確認し、必要に応じてコンクリートの耐久性向上や防水対策を施す。
- 鋼桁区間では、ゲルバーヒンジ部の連結や検査路等を設置する。

例：ゲルバーヒンジ部

○ ゲルバーヒンジ部



一般図



ゲルバーヒンジ部の現状

大阪府道および阪神高速道路が一体構造であるため、すべての桁に対して、ゲルバーヒンジ部の連結化が望ましい。

# 参考資料（点検・調査概要）

上部工

	点検結果 (R 1 定期点検)	詳細調査 (H30、R1臨時点検)
主桁	<ul style="list-style-type: none"> <li>・上フランジ下面、ウェブ</li> <li style="padding-left: 20px;">A_漏水・遊離石灰</li> <li style="padding-left: 20px;">A_豆板</li> <li style="padding-left: 20px;">B_剥離・欠落</li> <li style="padding-left: 20px;">B_ひび割れ0.2mm</li> <li style="padding-left: 20px;">B_補強鋼板断面減少</li> <li>・ダイヤフラム</li> <li style="padding-left: 20px;">A_漏水・遊離石灰</li> <li style="padding-left: 20px;">B_鉄筋露出</li> <li style="padding-left: 20px;">B_剥離・遊離石灰</li> </ul>	<p>[箱桁内調査]</p> <p>PC箱桁内上床板の白色析出物</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・湿度の高い環境</li> <li>・舗装と床版間の空洞 →構造上問題ない。</li> </ul> <p>[PC上部工物性値調査]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・表面水率、温湿度調査 表面水率低、外気と差無</li> <li>・圧縮強度推定 47.3~58.6N/mm<sup>2</sup> &gt; 39.2N/mm<sup>2</sup> (400kg/cm<sup>2</sup>)</li> <li>・コア削孔調査</li> <li style="padding-left: 20px;">圧縮58.6N/mm<sup>2</sup>、静弾性26.8kN/mm<sup>2</sup>※参考値内</li> <li style="padding-left: 20px;">塩分量 0.8kg/m<sup>3</sup> &lt; 1.5kg/m<sup>3</sup></li> <li style="padding-left: 20px;">中性化 3.4mm ※ほとんど進展なし</li> <li style="padding-left: 20px;">促進膨張量 0.01% &lt; 0.1%</li> </ul>
横桁	<ul style="list-style-type: none"> <li>・横桁・横締め</li> <li style="padding-left: 20px;">A_漏水・遊離石灰</li> <li style="padding-left: 20px;">B_剥離</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・白色物質調査 粉末X線 ASR反応無</li> <li style="padding-left: 20px;">塩分量 0.023kg/m<sup>3</sup></li> <li style="padding-left: 20px;">SEM-EDX分析 炭酸水素ナトリウム ASR反応なし</li> <li style="padding-left: 20px;">膨張量試験促進膨張量 0.016% &lt; 0.1%</li> </ul> <p>[嵩上げCo性状調査]</p> <p>鋼製高欄の定着確認</p> <p>軽量アスファルト厚、軽量コンクリート厚の確認</p>

		点検結果 (R1定期点検)	詳細調査 (H30臨時点検)
上下部 接続部	支承	<ul style="list-style-type: none"> <li>・本体                             <ul style="list-style-type: none"> <li>A_著しい腐食</li> <li>A_上沓のずれ</li> </ul> </li> <li>・サイドブロック                             <ul style="list-style-type: none"> <li>A_欠損、変形</li> <li>A_ボルト折損</li> </ul> </li> <li>・伸縮継手                             <ul style="list-style-type: none"> <li>A_漏水</li> <li>A_補強板腐食</li> <li>B_ボルト折損</li> <li>B_異常音(たたき音)</li> </ul> </li> </ul>	[支承近接目視] 支承の状況確認
	梁	<ul style="list-style-type: none"> <li>A_鉄筋腐食</li> </ul>	
下部工	柱	<ul style="list-style-type: none"> <li>・補強部材                             <ul style="list-style-type: none"> <li>B_鋼板巻立て腐食</li> </ul> </li> <li>・パラペット                             <ul style="list-style-type: none"> <li>A_補強鋼板断面減少</li> </ul> </li> </ul>	



詳細調査 (R3臨時点検)

[外観変状調査]

主桁内部

- ・前回より増えたものは、遊離石灰や漏水、幅0.05～0.2mm程度のひび割れ、はく離および鉄筋露出等  
→顕著に劣化が進行したと認められるものはない。

[物性値等調査]

- ・圧縮強度 設計基準強度を満足
- ・静弾性係数試験  
箱桁ウェブ 設計値等と比較して低い値※極端に低い値でない。  
箱桁上床版 設計値を満たし参考値より若干低い程度  
PC桁下部工梁部 標準値を満足
- ・膨張量試験(PC桁空上S197箱桁ウェブ、空P195下部工梁部)  
膨張率0.010%程度であり、有害とされる0.1%を超過しない
- ・中性化深さ測定および塩分量測定  
中性化残りは十分確保 腐食発生限界 (1.8kg/m<sup>3</sup>) 未満

[PC鋼材調査]

- ・上下線ともにグラウト充填不良のケーブルは非常に少ない。  
212箇所中、充填不良は6箇所 (3%)、未充填は4箇所 (2%)
- ・PC鋼材に目立った腐食はなく、腐食グレードⅡと判定された箇所が1箇所 (空下S-196のL側ウェブ「内C4 終点側」) のみ

追加調査結果

		点検結果 (R1定期、R2臨時点検)	詳細調査 (H30臨時点検)
上部工	主桁	<ul style="list-style-type: none"> <li>・上フランジ、ウェブ A_さび・腐食・断面減少</li> <li>・垂直スチフナー B_断面減少</li> <li>・遊間(空S203) B_主桁とパラペット接触</li> </ul>	
	床版	<ul style="list-style-type: none"> <li>・補修済床版 A_主桁からの浮き A_さび・腐食・断面減少</li> <li>B_漏水・遊離石灰 B_不良音</li> <li>・床版端部 A_床端端横桁からの浮き B_遊離石灰の流出 B_漏水・さび流出 B_横桁からの浮き</li> <li>・床版コンクリート部(橋巾) B_鋼板そり B_腐食 B_漏水</li> </ul>	<p>[床板挙動詳細調査] (小口孔削孔調査)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・床版上面に一部砂利化</li> <li>・床版上面から75mm等の位置に 水平方向ひび割れ →水平方向のひび割れは3/12箇所に見られ、 深さは整合していない。</li> <li>・圧縮強度・静弾性係数 圧縮43.1~62.0N/mm<sup>2</sup> &gt; 34.3N/mm<sup>2</sup> (350kg/cm<sup>2</sup>) 静弾性30.7~35.8kN/mm<sup>2</sup></li> <li>・中性化深さ・塩化物 中性化0mm 塩分1.0kg/m<sup>3</sup>以下 &lt; 1.8kg/m<sup>3</sup></li> </ul>

		点検結果 (R1定期、R2臨時点検)	詳細調査
上部工	横桁	<ul style="list-style-type: none"> <li>・端対傾構 上弦材・下弦材</li> <li>B_さび・腐食・断面減少</li> </ul>	—
上下部接続部	支承	<ul style="list-style-type: none"> <li>・支承</li> <li>B_腐食</li> <li>B_ボルトゆるみ</li> <li>・伸縮継手</li> <li>B_補強板著しい腐食</li> <li>B_異常音(たたき音)</li> <li>B_漏水</li> <li>・落橋防止装置</li> <li>A_ボルト折損</li> </ul>	

	点検結果（R1定期点検）	詳細調査（H30臨時点検）	
下部工	柱	<ul style="list-style-type: none"> <li>・SRC橋脚</li> <li>  B_鋼板巻立て腐食</li> <li>・RC橋脚</li> <li>  B_鉄筋露出</li> <li>  B_ひび割れ0.3mm</li> <li>・パラペット</li> <li>  B_補強鋼板断面減少</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>[ひび割れ損傷調査]</li> <li>  ・鉄筋量の不足</li> <li>[コンクリート物性値調査]</li> <li>  ・圧縮強度</li> <li>    222kgf/cm<sup>2</sup> &gt; 210kgf/cm<sup>2</sup> ※S36当時</li> <li>  ・中性化深さ</li> <li>    3.0～21.8mm &lt; 41.6mm ※36年経過の予測値</li> </ul>
	基礎	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>[河床高さ確認]</li> <li>[ケーソン天端平面形状確認]</li> <li>  ・幅確認不可(橋直)</li> <li>[ケーソン基礎壁配筋調査]</li> <li>  φ16@300mm、かぶり100mm(主鉄筋)</li> <li>[RC杭基礎調査]</li> <li>  ・橋台杭配置確認</li> <li>[下部工天端測量]</li> <li>  ・不等沈下無し</li> <li>[支承目視確認]</li> </ul>

## 詳細調査（R3臨時点検）

上部工

### [物性値等調査]

・圧縮強度 設計基準強度を満足

・静弾性係数試験

鋼桁部床板 設計値を満足

鋼桁下部工橋台部 設計値を満足

・中性化深さ測定および塩分量測定

中性化残りは十分確保

鋼桁下部工橋台のみ腐食発生限界（ $1.8\text{kg}/\text{m}^3$ ）を超過

### [床板内部調査]

・床板内部撮影 一部に水平ひび割れ等を確認（40箇所中2箇所）、  
床板厚さ不足有り（180mm未満）

・かぶり深さ不足（6箇所）、鉄筋の錆を確認