

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 4月 27日

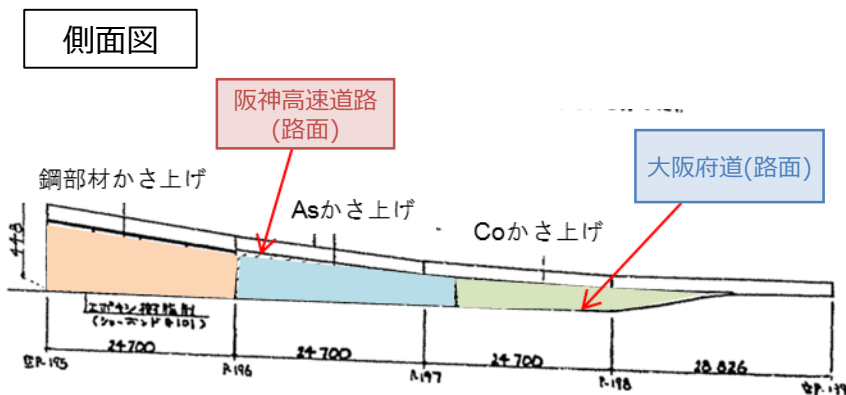
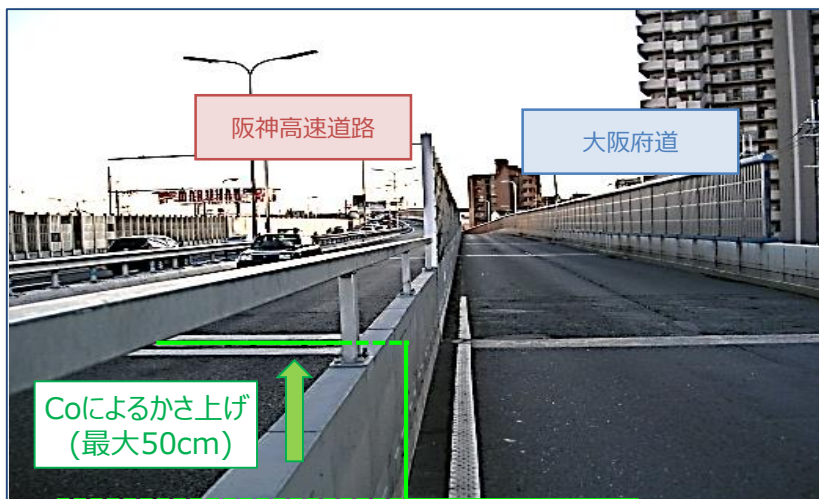
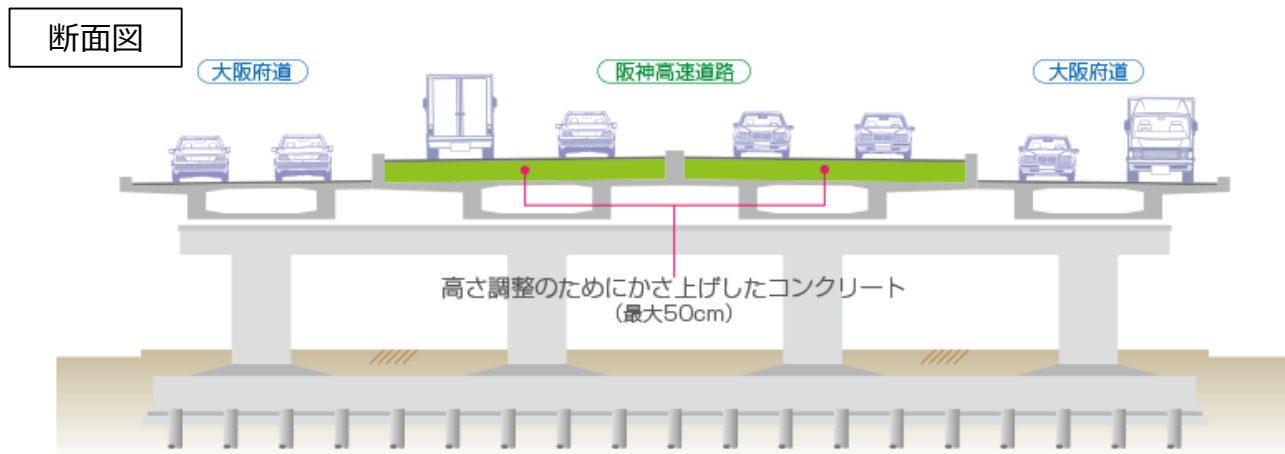
1. 事業概要とこれまでの経過

大規模更新事業箇所（大豊橋付近）の建設当時の状況

- 1967年（昭和42年）開通 [55年経過]
 - 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。
(PC桁区間：4径間PC単純箱桁橋、鋼桁区間：5径間連続鋼I桁橋)
 - 高さ調整のために最大50cmの後打ちコンクリート(Co)によるかさ上げを行い整備。

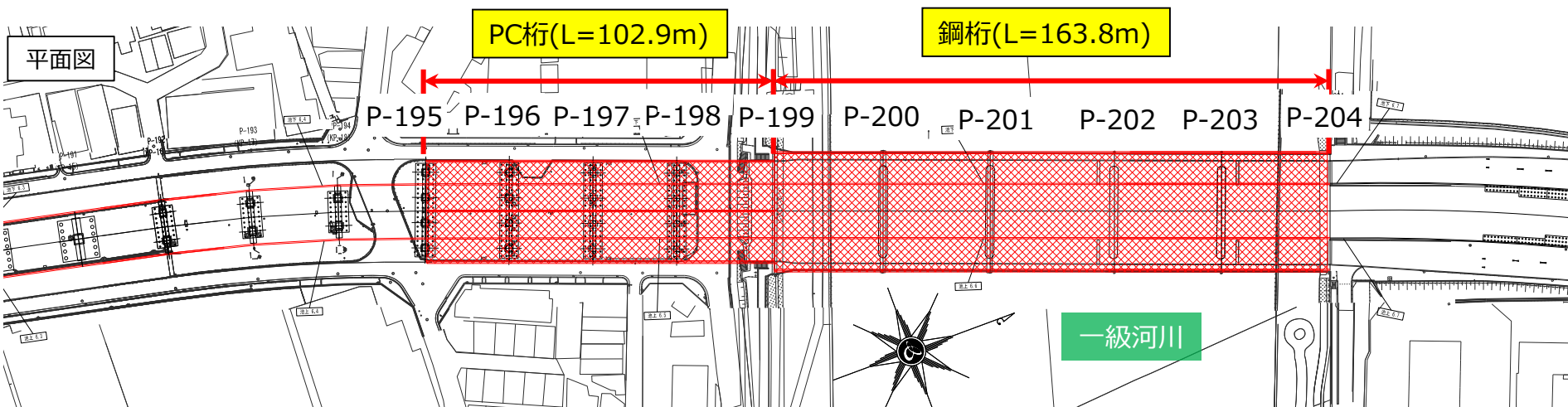


写真 大豊橋（右岸より撮影）



P C桁区間 : 4径間P C単純箱桁 【P-195~P-199】

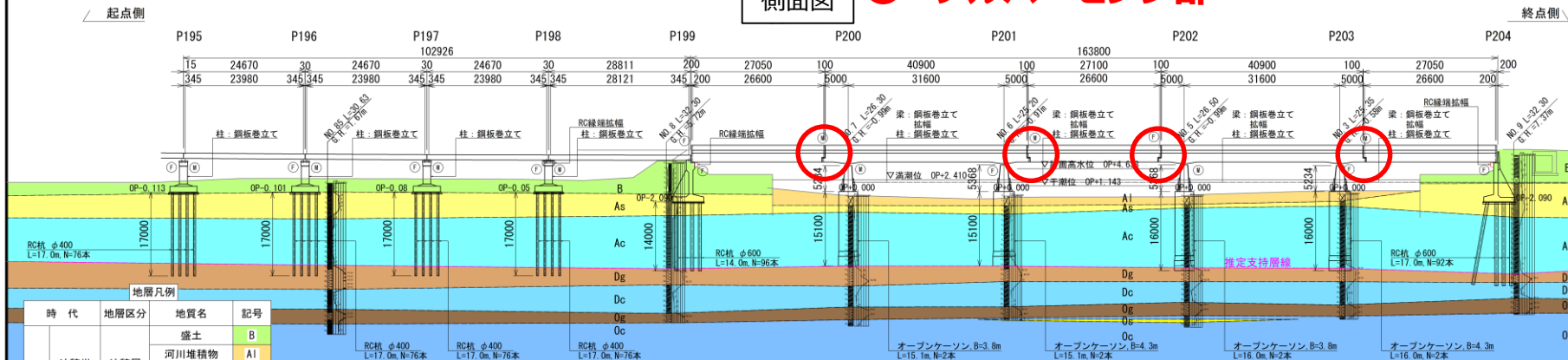
鋼桁区間 : 5径間連続鋼鈹桁 【P-199~P-204】 (大豊橋)



対象橋梁

側面図

○ ゲルバーヒンジ部

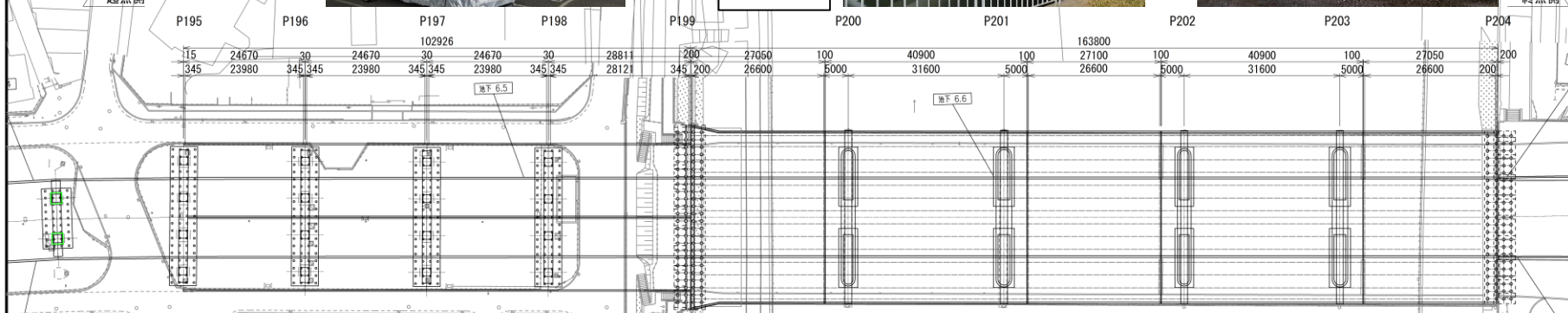


地層凡例

時代	地層区分	地質名	記号
第四紀	沖積層	盛土	B
		河川堆積物	A1
		砂・砂質土	As
	天満層	砂礫	Dg
		粘性土	Dc
洪積層	大阪層群	砂礫	Og
		砂・砂質土	Os
			粘性土

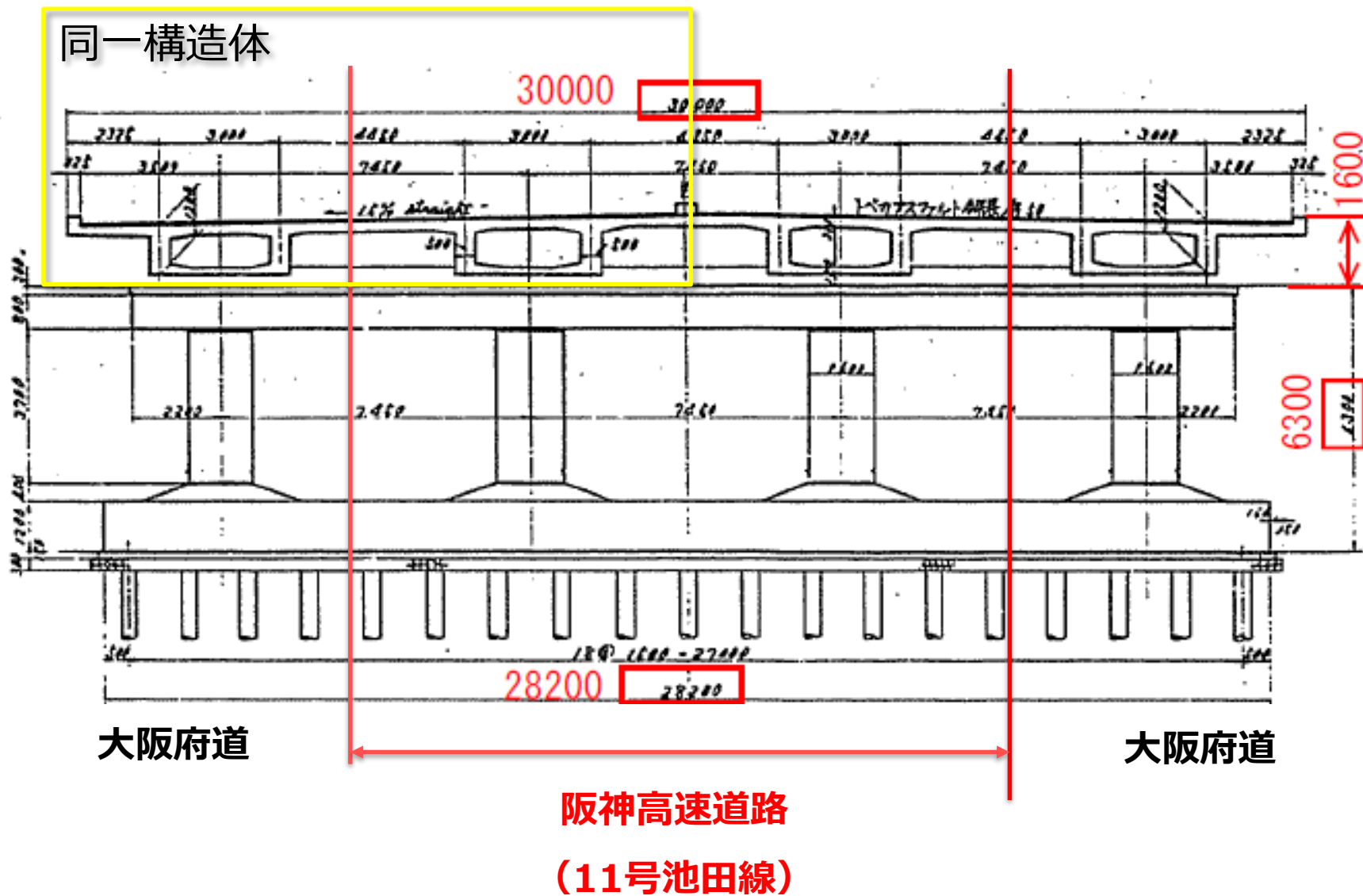


平面図



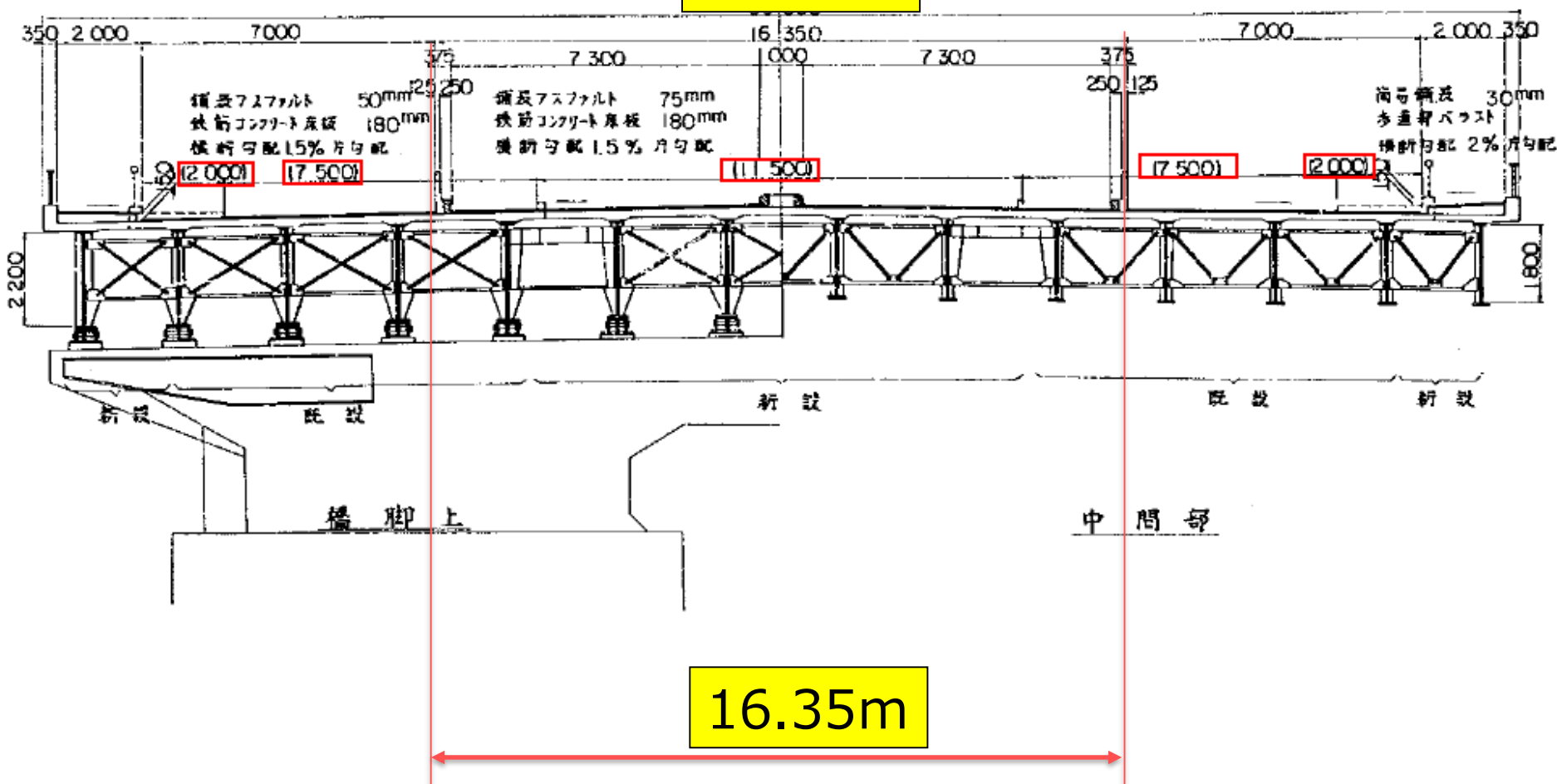
	P C 桁区間 【P-195～P-199】	鋼桁区間 【P-199～P-204】
上部工の形式	4 径間 P C 単純箱桁	5径間連続ゲルバー有ヒンジ鈹桁
橋 長 【各径間長】	102.9m 【24.7m + 24.7m + 24.7m + 28.8m】	163.8m 【27m + 41m + 27m + 41m + 27m】
しゅん工年	1960 (昭和35)年頃	1962 (昭和37)年頃
適用基準	<ul style="list-style-type: none"> 鉄筋コンクリート標準示方書 (S31.11) プレストレストコンクリート設計施工指針 (S30.4) 	<ul style="list-style-type: none"> 鉄筋コンクリート標準示方書 (S31.11) 鋼道路橋設計示方書 (S31.5)
設計活荷重	TL-20	

断面図



断面図

35.05m



16.35m

大阪府道

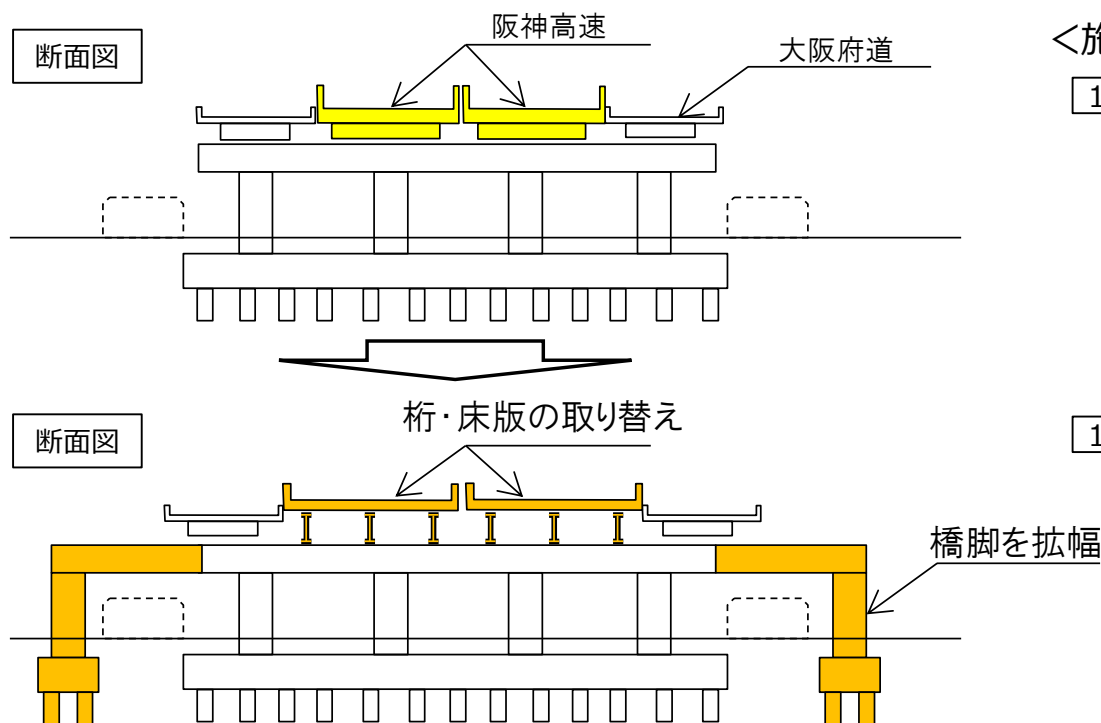
阪神高速道路
(11号池田線)

大阪府道

事業計画（H27協定）…… 阪神高速、大阪府道とも対面交通処理により阪神高速の桁・床版の取り替え。

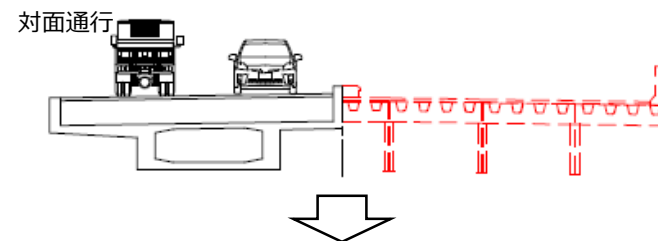
⇒ 実施にあたり、現行の設計基準及び道路構造令を適用することが基本。

- ✓ 上部構造：桁の取り替え、府道は既設利用
- ✓ 下部構造：橋脚の拡幅

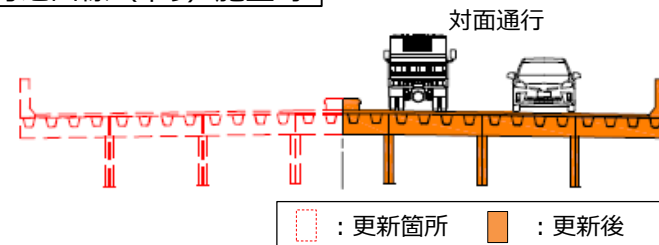


＜施工中の交通処理＞ * 半断面施工

11号池田線（上り）施工時



11号池田線（下り）施工時



実施にあたっての課題

- ✓ 大規模な交通規制による社会的影響の最小化
- ✓ 前後区間を含めた幅員構成の既存不適格

※ 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

前回(2023年1月26日)頂いたご意見 (1)

○ 前回の委員会では、大豊橋付近の詳細調査の結果（物性値、外観変状）、検討の流れ（事業方針）を報告。

○ 委員長・委員に頂いたご意見は、以下のとおり。

● 引き続き検討を進めて審議する。

● PC鋼材が腐食している箇所、さびや充填不足部のグラウト材を採取し、塩化物の有無を確認されたい。

塩化物が含まれていなければ、長期維持管理性としてはそれほど危険な状態ではないと思う。

● 1960年代や1970年代頃の端部定着の後埋めモルタルの品質があまりよくなく、遊間や伸縮部から水が浸入しやすい。

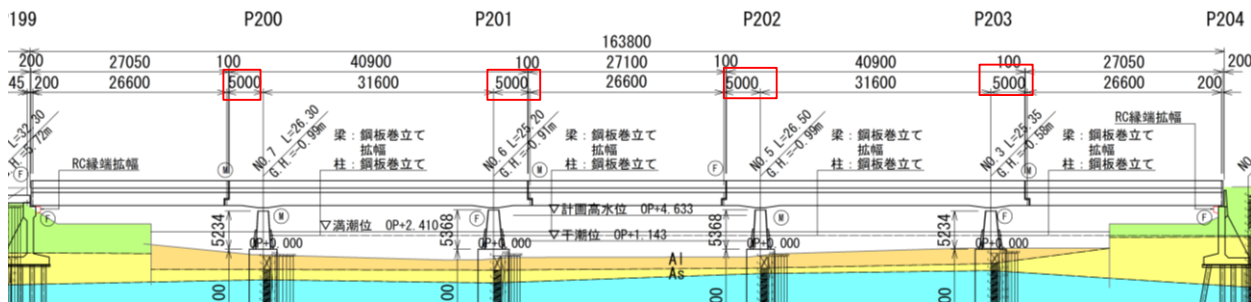
上面定着よりも端部定着の上側のリスクが非常に高い可能性もあるので、注意してほしい。

⇒ **グラウトおよびPC鋼材の塩分量調査を実施 【今回報告（資料 右下P15）】**

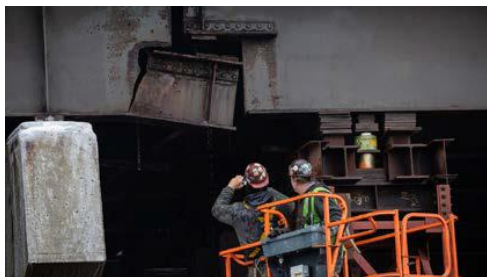
前回(2023年1月26日)頂いたご意見 (2)

- アメリカのゲルバーヒンジ部の破断事故は、支点から近いところにあるヒンジが破断している。
ゲルバー構造として、どういう場合は損傷が起きやすく、どういう場合は問題ないのかを確認した方がいい。
- 特に、支点到近い場合は、より問題が大きいのではないかと思う。
⇒ 大豊橋のゲルバーは、支点から約5m程度の位置。【アメリカの破断事故は、支点から約2m程度】
応力頻度測定を実施して、疲労耐久性を確認。 【今回報告（資料 右下P16）】

側面図



鋼桁区間(大豊橋)



ゲルバーヒンジ部の破断事例
(アメリカ)



遠景 (大豊橋)



ゲルバーヒンジ部 (大豊橋)

※ 出典 : Chicago Tribune
<https://www.chicagotribune.com/news/local/breaking/ct-biz-lake-shore-drive-bridge-reopens-20190212-story.html>

2. 詳細調査の結果

- PC桁：外観変状、箱桁Coの物性値、PC鋼材の調査・・・前回報告済

かさ上げCoの物性値、PC鋼材の塩分量調査・・・今回報告

- 鋼 桁：外観変状、床版Coの物性値・・・前回報告済

応力頻度測定、RC床版の変状調査・・・今回報告

詳細調査(H30～R1、R3)の結果【前回報告済】(1)

PC桁区間

1. 物性値調査では、設計基準強度を満足していることから、健全性の評価における物性値を変更する必要はないと判断。
2. 外観変状調査では、箱桁内部で集中的に遊離石灰等を確認した径間はあったが、第三者影響を与えるような損傷は確認できなかった。
3. PC鋼材調査では、212箇所実施したうち、充填不足および未充填であった箇所は全体の5%、PC鋼材に目立った腐食はない。

H30～R1臨時点検

[箱桁内調査]

- PC箱桁内上床板の白色析出物
- ・湿度の高い環境
- ・舗装と床版間の空洞 →構造上問題ない。

[PC上部工物性値調査]

- ・表面水率、温湿度調査 表面水率低、外気と差無
- ・圧縮強度推定
47.3～58.6N/mm² (400kg/cm²)
- ・コア削孔調査
圧縮強度：58.6N/mm²
静弾性：26.8kN/mm²※参考値内
塩分量：0.8kg/m³<1.5kg/m³
中性化：3.4mm ※ほとんど進展なし
促進膨張量：0.01%<0.1%
- ・白色物質調査 粉末X線 ASR反応無
塩分量 0.023kg/m³
SEM-EDX分析 炭酸水素ナトリウム ASR反応なし
膨張量試験促進膨張量
0.016%<0.1%

[かさ上げCo性状調査]

- 鋼製高欄の定着確認
- 軽量アスファルト、軽量コンクリート厚の確認

[支承接目視]

- 支承の状況確認

R3追加調査

[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/m³)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 終側」)のみ

鋼桁区間

1. 物性値調査では、設計基準強度を満足しているため、健全性の評価等における物性値を変更する必要はないと判断。
2. 床版内部調査では、床版内部撮影(2箇所/全40箇所)において床版内部の水平ひび割れ等を確認。
3. かぶり深さ調査では、6箇所のかぶり深さ不足を確認。
4. 床版厚さ不足有り(180mm未満)出来形管理基準(床版厚さ -5～+10mm)を考慮すると40箇所中32箇所が床版厚不足。 ※ RC床版は、鋼板接着済

H30～R1臨時点検

[床版挙動詳細調査](小口削孔調査)

- ・床版上面に一部砂利化
- ・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。
- ・圧縮強度・静弾性係数
圧縮43.1～62.0N/mm²>34.3N/mm²(350kg/cm²)
- 静弾性30.7～35.8kN/mm²
- ・中性化深さ・塩化物
中性化0mm
塩分1.0kg/m³以下<1.8kg/m³

[ひび割れ損傷調査]

- ・鉄筋量の不足

[コンクリート物性値調査]

- ・圧縮強度
222kgf/cm²>210kgf/cm² ※S36当時
- ・中性化深さ
3.0～21.8mm<41.6mm ※36年経過の予測値

[河床高さ確認]

[ケーソント端平面形状確認]

- ・幅確認不可(橋直)
- [ケーソソ基礎壁配筋調査]
φ16@300mm、かぶり100mm(主鉄筋)

[RC杭基礎調査]

- ・橋台杭配置確認

[下部工天端測量]

- ・不等沈下無し

[支承目視確認]

R3追加調査

[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(1.8kg/m³)を超過

[床版内部調査]

- ・床版内部撮影
一部に水平ひび割れ等を確認(40箇所 中2箇所)
床版厚さ不足有り(180mm未満)
- ・かぶり深さ不足(6箇所)、鉄筋の錆を確認

詳細調査(H30~R1、R3)の結果【前回報告済】(2)

PC桁区間、鋼桁区間ともに、Aランク損傷が部分的に散見される。

PC桁区間



A_漏水・遊離石灰
(上フランジ下面)



A_漏水・遊離石灰
(ダイヤフラム)



A_欠損・変形 (支承)
(サイドブロック欠損)



A_著しい腐食 (支承)



A_補強板腐食 (伸縮)



A_鉄筋腐食
(橋脚梁)

補修済み

鋼桁区間



A_さび・腐食・断面減少
(上フランジ下面)



A_さび・腐食・断面減少
(補強済鋼板)



A_床端端横桁からの浮き
(床版端部)

詳細調査(H30～R1、R3)および概略照査の結果を踏まえ、既設構造物の現状を把握のため、新たに必要な調査を実施。

PC桁区間（2023年4月実施）

1. かさ上げCoの物性値
⇒ 圧縮強度、静弾性係数、中性化深さ、塩分量
2. グラウト、PC鋼材 ⇒ 塩化物イオン量調査

鋼桁区間（2022年11月実施）

1. 鋼板の浮き
⇒ 補強鋼板(接着鋼板)のたたき調査
2. 鋼桁・ゲルバーヒンジの疲労耐久性 ⇒ 応力頻度測定

平面図

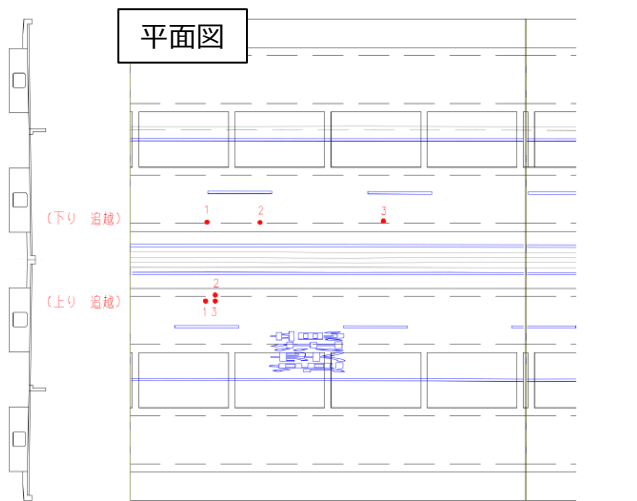
大阪府道

大阪府道

- コア削孔調査
- 塩分量調査
- 応力頻度測定
- 補強鋼板たたき調査

詳細調査の結果【今回報告】(1) : PC桁区間

- かさ上げコンクリートの物性値は、いずれも設計値を満足。
 圧縮強度: 50.6~62.6N/mm²、 静弾性係数: 19.7~22.0kN/mm²、
 中性化深さ: 0 mm、 塩化物イオン量: 1.2kg/m³以下 (最大 0.27kg/m³)
- かさ上げコンクリート内部の鉄筋は、健全であることを確認。
- グラウトは、蛍光X線分析の結果、塩化物イオン量が0.9kg/m³で、鋼材腐食に影響を及ぼす程度ではないと見料。
- PC鋼材のパックテストの結果、塩化物イオン量は50mg/Lであることを確認。

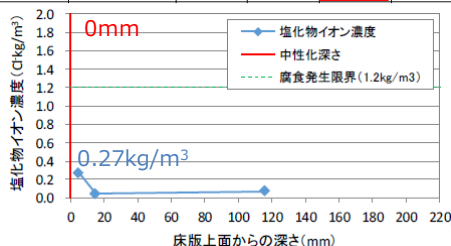


かさ上げコンクリートの物性値 (圧縮強度・静弾性係数)

路線	採取箇所	コア名	見掛けの密度 (g/cm ³)	圧縮強度 (N/mm ²)			静弾性係数 (kN/mm ²)	
				試験値	平均値	設計値※1	試験値	平均値
池田(空)線	空上S195 追越車線 かさ上げコンクリート	①	1.86	59.8	60.3	34.8	20.4	20.7
		②	1.89	62.6			19.7	
		③	1.87	58.6			22.0	
池田(空)線	空下S195 追越車線 かさ上げコンクリート	①	1.81	61.6	55.8	34.8	19.8	19.8
		②	1.76	50.6			19.5	
		③	1.79	55.3			20.1	



かさ上げコンクリート内部の鉄筋の状況



中性化深さ、塩化物イオンの測定結果 (空下S195、かさ上げコンクリート)

	グラウト充填箇所	PC鋼材の採取箇所
シー ス表 面 の 状 況		
シー ス 内 の 状 況		

断面図

側面図

コアの採取位置図 (かさ上げコンクリート) 凡例 ● : コア採取位置

PCグラウトの採取箇所 (グラウト充填箇所) 0.9kg/m³ L側Web内
 PC鋼材の採取箇所 (鋼材の腐食度 II) 50mg/L

塩化物イオン量の測定位置図

★ 調査位置

詳細調査の結果【今回報告】(2) : 鋼桁区間

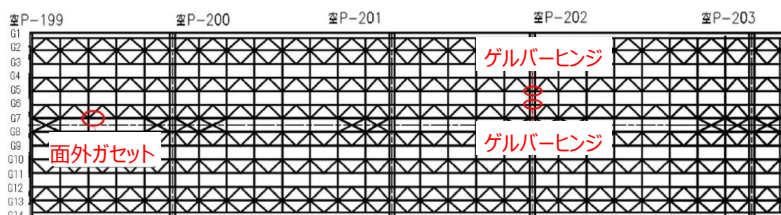
- 補強鋼板のたたき調査では、1パネルあたり補強鋼板の面積に対して平均25.0%の浮きを確認。
- 応力頻度測定（72時間計測）の等価応力が最大であった箇所は、主桁面外ガセット部の6.53MPa。
- 疲労寿命の算定結果、面外ガセット部、ゲルバーヒンジ部の疲労寿命が100年以上であることを確認。



補強鋼板のたたき調査結果

(当パネルあたりの浮きの発生割合：26.9%)

平面図



応力頻度測定的位置図



測定位置 (左：ガセット、右：ゲルバーヒンジ)

補強鋼板の変状件数 (鋼板の浮き以外)

変状内容	空S199		空S200		空S201		空S202		空S203		総計
	ELレーン	ILレーン	ELレーン	ILレーン	ELレーン	ILレーン	ELレーン	ILレーン	ELレーン	ILレーン	
主桁上フランジからの浮き	0	0	0	2	1	1	1	1	1	0	7
端横桁からの浮き	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2
シール部のはく離	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	2
はく離 (床版コンクリート)	0	1	0	0	2	2	0	2	1	0	8
漏水跡	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
合計	2		3		8		4		3		20

赤字：新たなAランク(要補修相当)の損傷 (計5件)

応力頻度測定（72時間計測）の等価応力

径間	桁	部材等	詳細位置等	等価応力 (MPa)	応力 最大値 (MPa)	応力 最小値 (MPa)
空S199	G7	主桁 (面外ガセット)	ガセットプレートの端部	6.53	27.86	-6.47
空S201	G5	ゲルバーヒンジ (吊桁側)	端部	6.04	10.54	-8.14
		ゲルバーヒンジ (受桁側)	端部	6.18	12.65	-7.79
	G6	ゲルバーヒンジ (吊桁側)	端部	5.50	9.97	-9.68
		ゲルバーヒンジ (受桁側)	端部	6.06	14.09	-11.28

疲労寿命の算定結果

径間	桁	部材等	詳細位置等	想定 疲労等級	疲労寿命算出結果 (単位：年)	
					打切り限界なし	打切り限界あり G : 15N/mm ²
空S199	G7	主桁 (面外ガセット)	ガセットプレートの端部	G (50)	100	294
空S201	G5	ゲルバーヒンジ (吊桁側)	端部	G (50)	248	5,015
		ゲルバーヒンジ (受桁側)	端部		207	3,069
	G6	ゲルバーヒンジ (吊桁側)	端部		406	21,693
		ゲルバーヒンジ (受桁側)	端部		198	1,708