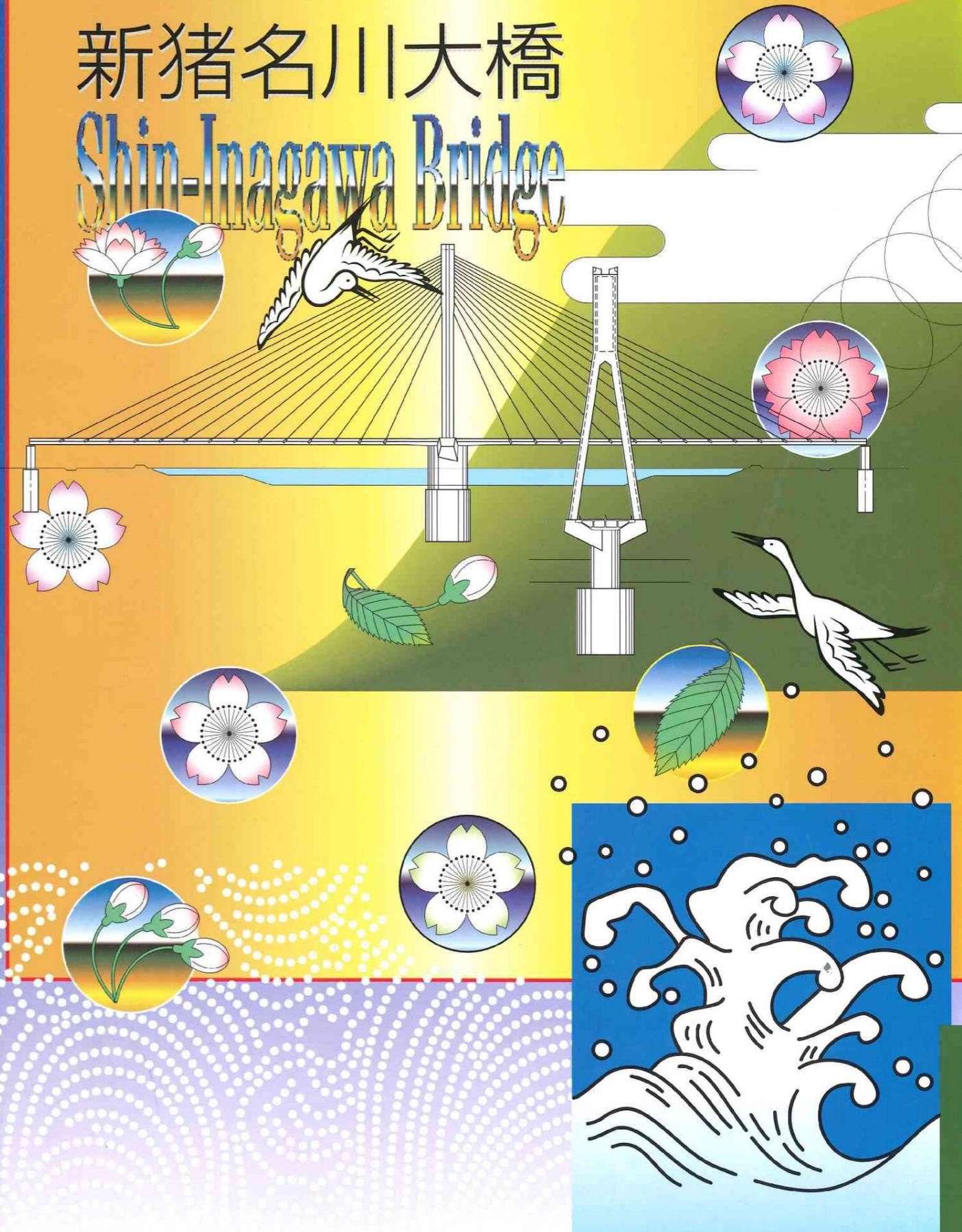




大阪池田線(延伸部)
Ikeda Route(extension)

新猪名川大橋 Shin-Inagawa Bridge



人・まち・未来の
コミュニケーション・ロード
阪神高速
HANSHIN KOHSOKU

阪神高速道路公団

本社 大阪市中央区久太郎町4丁目1番3号(大阪センタービル)
TEL.(06)252-8121

大阪第二建設部 大阪市此花区西九条1丁目27番12号(日立物流第一ビル)
TEL.(06)464-6414

池田工事事務所 池田市鉢塚1丁目1番21号
TEL.(0727)61-7231

阪神高速道路
HANSHIN EXPRESSWAY

新猪名川大橋 Shin-Inagawa Bridge



●基本構造諸元

- 橋梁形式：2径間連続PC斜張橋
- 道路規格：第2種第2級
- 設計荷重：B活荷重
- 橋長：400m
- 支間割：198.7m+198.7m
- 幅員：有効幅員2×8.2m=16.4m (総幅員20.7m)
- 縦断勾配： $i=0.5\%$ (VCL=200m)
- 横断勾配： $i=2.0\%$
- 斜角：河川内橋脚斜角 24.5°
- 支持形式：中間橋脚/剛結ラーメン構造
端部橋脚/可動
- 主桁：斜めウェブ4室箱桁断面
桁高2.91m~3.61m(PC構造)
- 主塔：逆Y字形、主塔全高90.5m、傾斜部/中実断面 (RC構造)
塔頂定着部/2室中空断面(PC構造)
- コーベル：充実断面、中心高10m(PC構造)
- 斜材：2面吊りマルチファン形式(片側14段)
斜材長77m~208m
- 橋脚：河川内/小判形断面(RC構造)
端部/矩形断面(RC構造)
- 基礎：超厚地中連続壁基礎(RC構造)



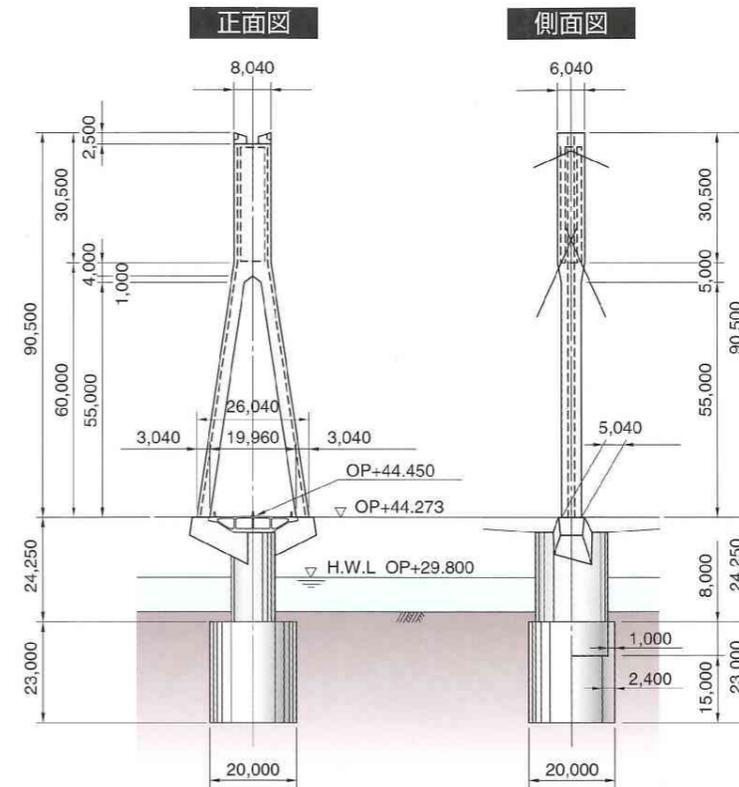
●PC斜張橋国内ランキング

2径間連続形式

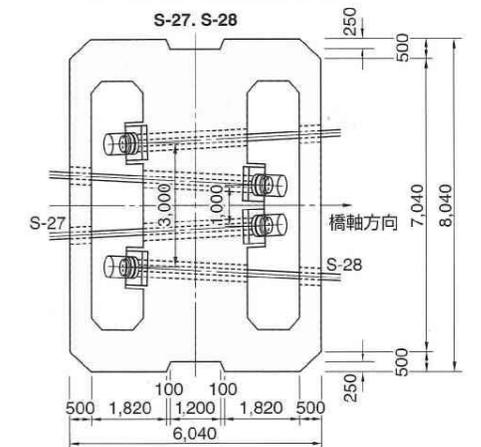
橋梁名	最大支間長(m)	主塔高(m)*	全幅(m)	完成年	事業者
1 新猪名川大橋	198.7	90.5	20.70	工事中	阪神高速道路公団
2 秋父公園橋	195.0	85.0	19.00	1994	埼玉県
3 田尻スカイブリッジ	168.2	93.6	26.30	1994	大阪府
4 北陸新幹線第2曲川橋梁	133.9	65.0	12.80	1995	日本鉄道建設公団
5 白屋橋	124.3	50.0	7.90	1990	建設省

3径間以上の連続形式

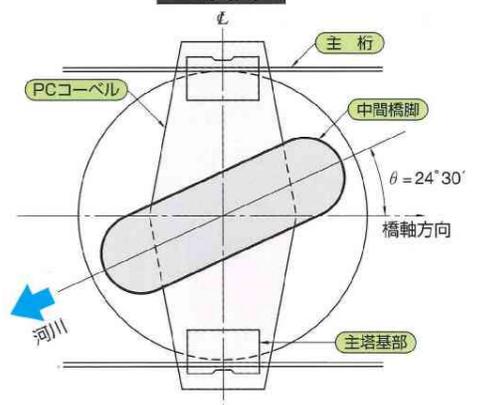
橋梁名	最大支間長(m)	主塔高(m)*	全幅(m)	完成年	事業者
1 伊唐大橋	260.0	60.0	11.00	1996	鹿児島県
2 十勝大橋	251.0	65.0	32.80	1996	北海道
3 呼子大橋	250.0	60.1	10.90	1989	佐賀県
4 青森ベイブリッジ	240.0	60.0	25.00	1992	青森県
5 東名足柄橋	185.0	57.1	18.35	1991	日本道路公団



塔頂部斜材定着部 断面図

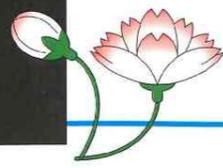


平面図

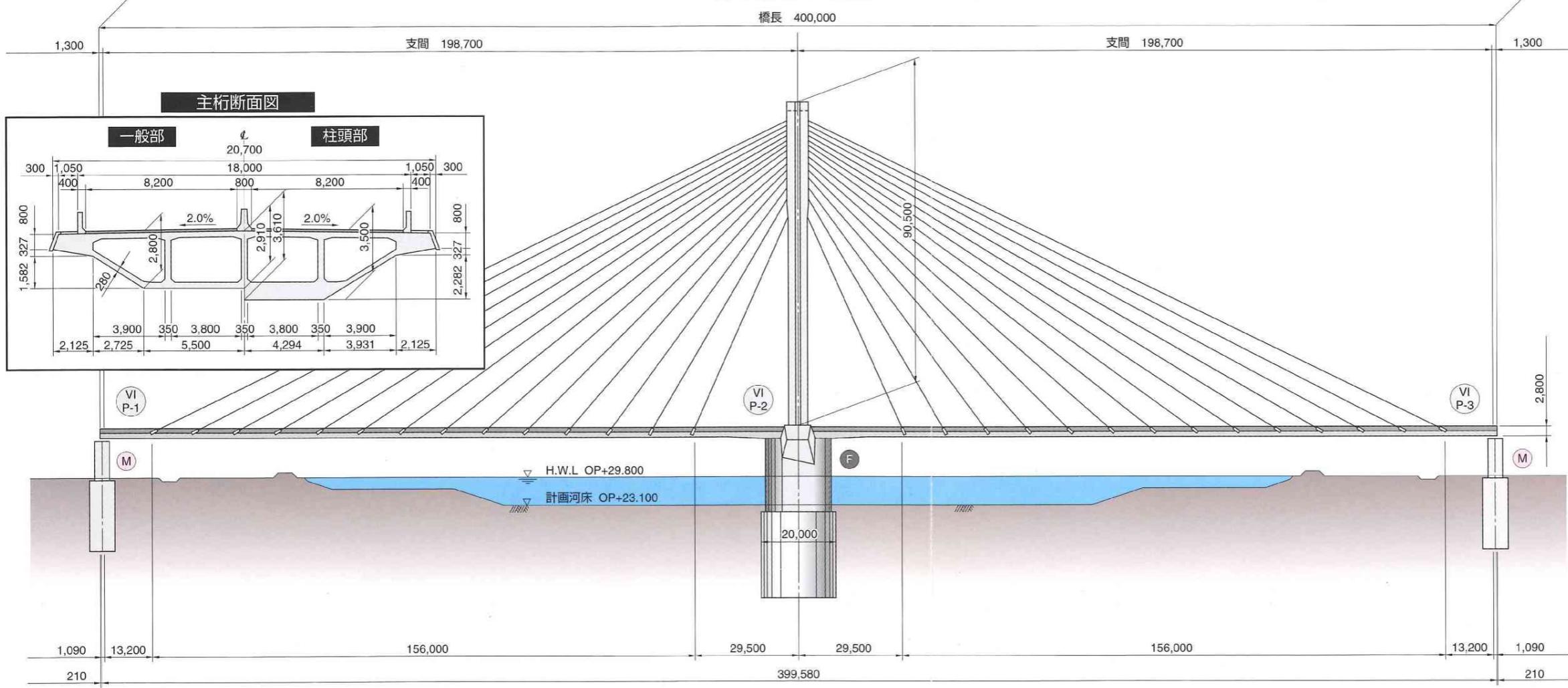


新猪名川大橋の設計・施工上の特徴

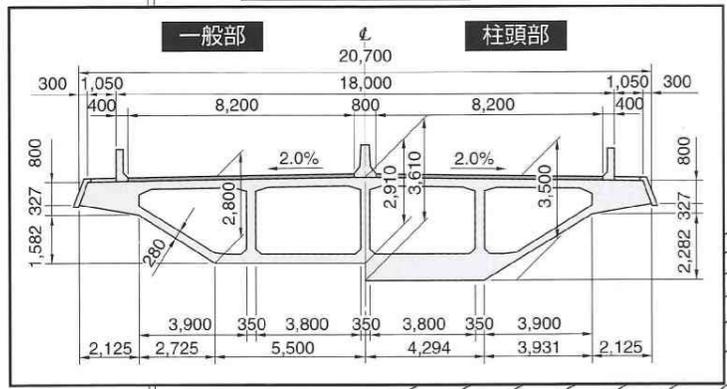
- 1級河川猪名川を約 24° の斜角で渡河する、橋長400m、主塔高90.5mの2径間連続PC斜張橋で、このタイプの橋梁として日本最大級となります。
- 長大支間の斜張橋であるだけでなく、斜角をなす中間橋脚により地震時挙動が複雑になるため、3次元モデルによる2段階動的耐震設計法を上部構造・橋脚の耐震設計に全面的に取り入れ、また兵庫県南部地震級の地震にも耐えられることを確認しています。
- 環境面から、高欄上に高さ2mの遮音壁が設置されるため、フレキシブルなPC斜張橋の特性を考慮した動的照査を行い耐風安全性を確認しています。
- フォルパワーゲンにより張出し施工されるPC主桁は、張出し施工長190m、施工ブロック長6mであり、日本一の規模になります。
- 主塔には、自然な安定感を与えると同時に耐震性にも優れた逆Y字形RC構造を採用し、マルチファン形式のケーブルが交錯する塔頂斜材定着部では2室箱形の鋼製埋殺し型枠を用いたPC構造としています。
- 主塔を支える大断面PCコーベルは斜角をなして主桁・橋脚に結合し、多段配置のPC鋼材、鉄筋が柱頭部で交錯する複雑な構造となっています。これに対処するため、コーベル、中間橋脚の施工には大ブロック架設工法が採用されています。
- 片側14段の斜材は、ロングラウトタイプの工場製作ケーブルで、日本最大規模の容量 (SWRS 82 ϕ 7-301,規格引張荷重1,850tf) と斜材長 (最大長約210m) となります。
- 河川内橋脚基礎に採用した断面径20m、壁厚2.4mの地中連続壁基礎本体は、狭隘な河川空間内での工事となるため、3濁水期にわたる分割施工で構築されています。



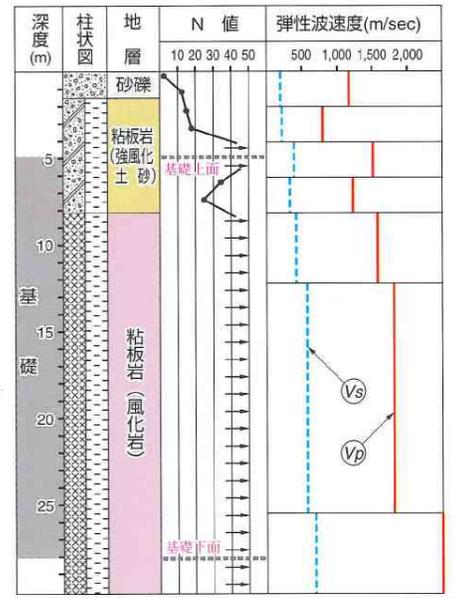
側面図



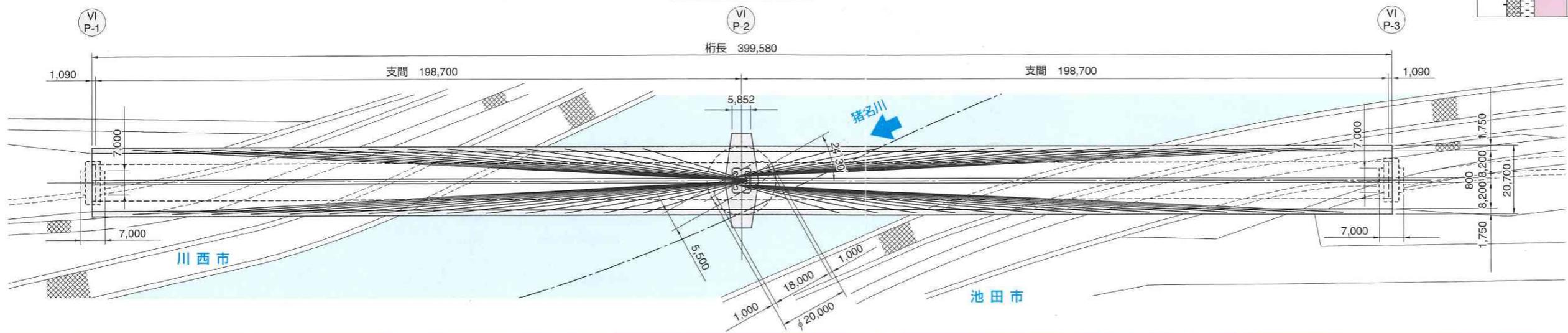
主桁断面図

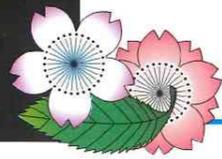


地質状況(中間橋脚)



平面図





●耐震設計

▼耐震設計の基本方針

本橋梁の耐震設計では、斜角をもつ高次不静定の橋梁として動的挙動が複雑であること、河川条件から中間橋脚の形状寸法に厳しい制約が課せられていること、主塔などの高軸力部材ではダクティリティの確保がきわめて重要であることを考慮し、入力地震動の設定とそれに対応する照査法・解析手法を一連のものとして捉え、2段階（ P_1 過程、 P_2 過程）動的耐震設計法によることを基本方針としています。さらに架橋地点での地震記録にもとづき、本橋梁が兵庫県南部地震クラスの地震動にも耐えられることを確認しています。

設計過程	入力地震動	動的解析手法	耐震性照査事項
P_1 過程	P_1 設計用応答スペクトル	応答スペクトル法	部材の耐力照査
P_2 過程	P_2 照査用応答スペクトル 適合地震波	弾塑性時刻歴 応答解析法	構造系の 変形性能照査
P_2^* 過程	兵庫県南部地震相当波 ^(※)		

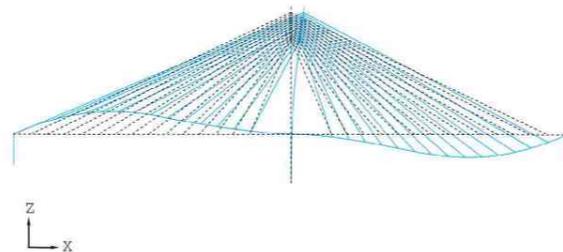
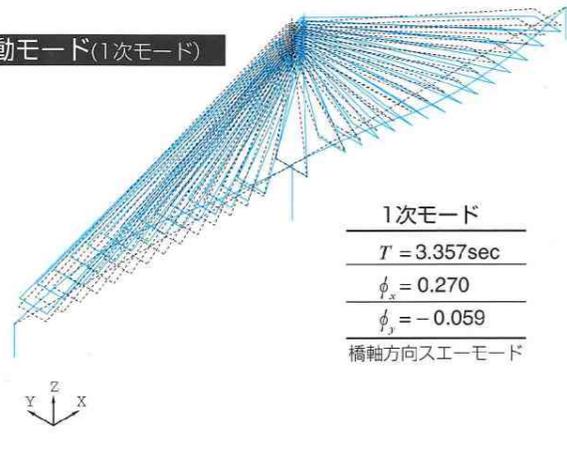
※兵庫県南部地震による新猪名川大橋地点記録を神戸海洋気象台記録の最大加速度レベルにスケールしたものを

▼2段階動的耐震設計法

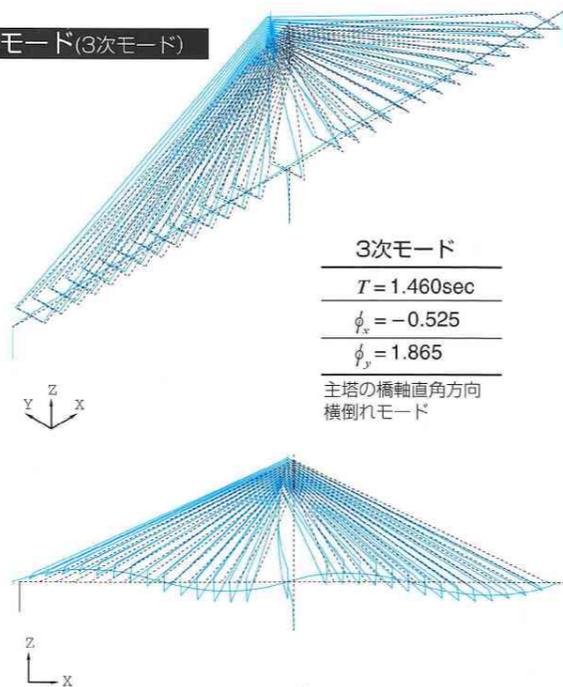
P_1 過程 供用期間中に相当高い確度で期待される地震動に対して、構造物の各部材が所要の耐力を保持し、かつ過大な変形を生じないことを確認する。

P_2 過程 架橋地点でまれにでも発生する可能性がある大地震動を想定し、この場合でも構造系が所要の変形性能を確保していることを確認する。

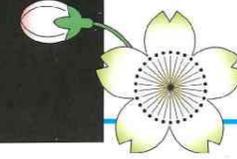
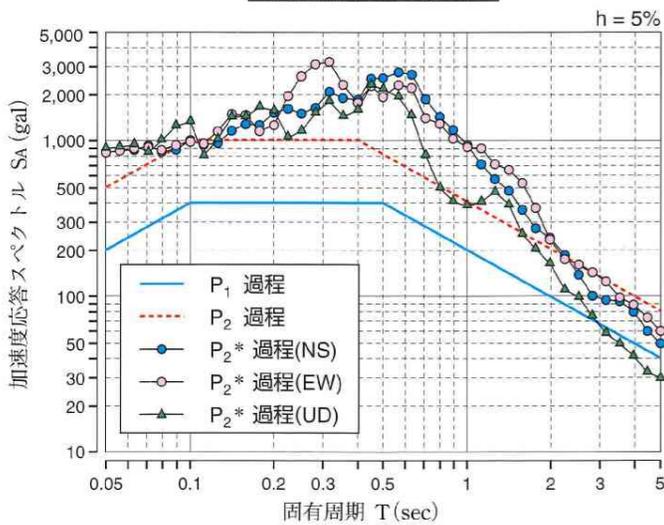
固有振動モード(1次モード)



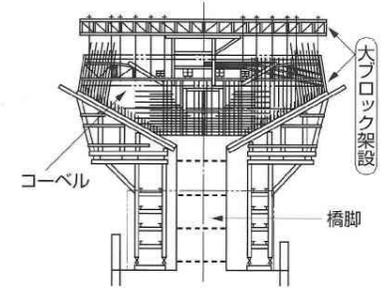
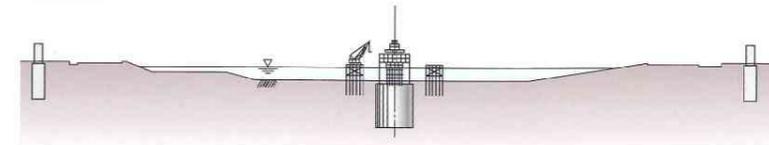
固有振動モード(3次モード)



設計用入力地震動

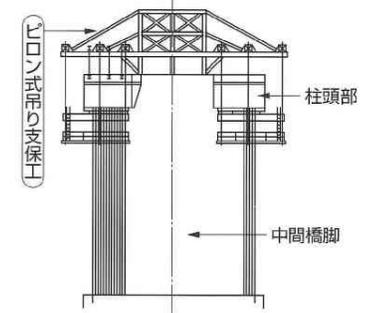
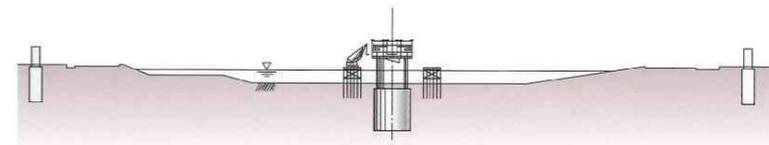


STEP 1



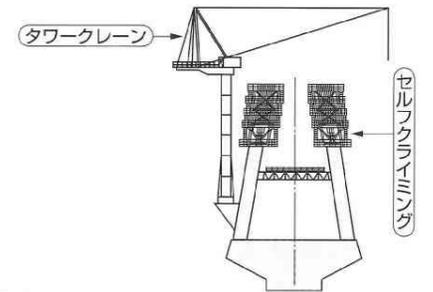
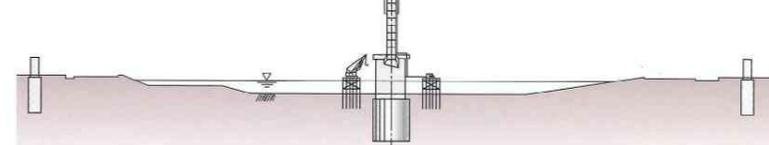
●縮切り内の大型連壁基礎の頂版上に変則的な支保工を構築し、橋脚・コーベルを「大ブロック架設工法」で施工する。

STEP 2



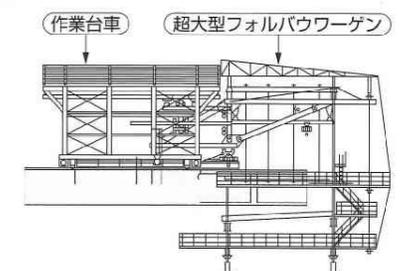
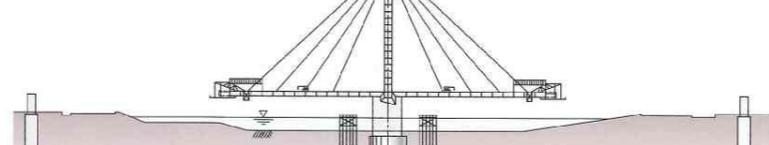
●出水期に入り河川占用ができないので、柱頭部はピロン式吊り支保工で施工する。

STEP 3



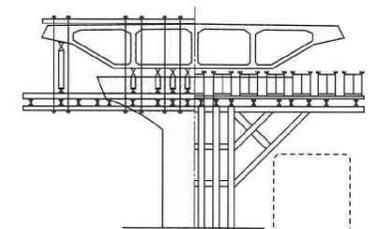
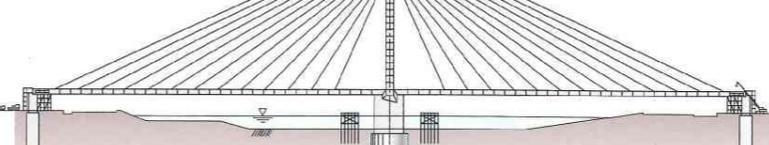
●主塔はコーベル・柱頭部を作業基地として、総足場とセルフクライミング工法で施工する。

STEP 4



●主桁片持架設部は、ブロック長6mをフォルパワーゲンおよび作業台車で施工する。斜張ケーブルは2ブロック毎(12m)に配置する。

STEP 5



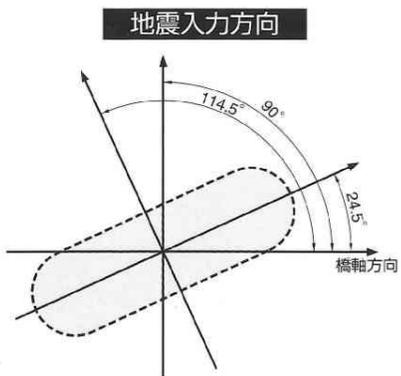
●主桁側径間部は、フォルパワーゲン撤去後、ブラケット方式の制振工および支保工を設備して施工する。



2方向同時地震入力による部材照査 (P過程：主塔基部断面の例)

▼2方向同時入力による部材設計

本橋梁では斜橋脚の影響により、1方向からの地震入力に対しても各部材には常に2方向の断面力が作用するため、一貫して水平2方向同時地震入力により得られた断面力を用いて2軸曲げ等の影響を考慮した上部構造、橋脚の部材設計を行っています。

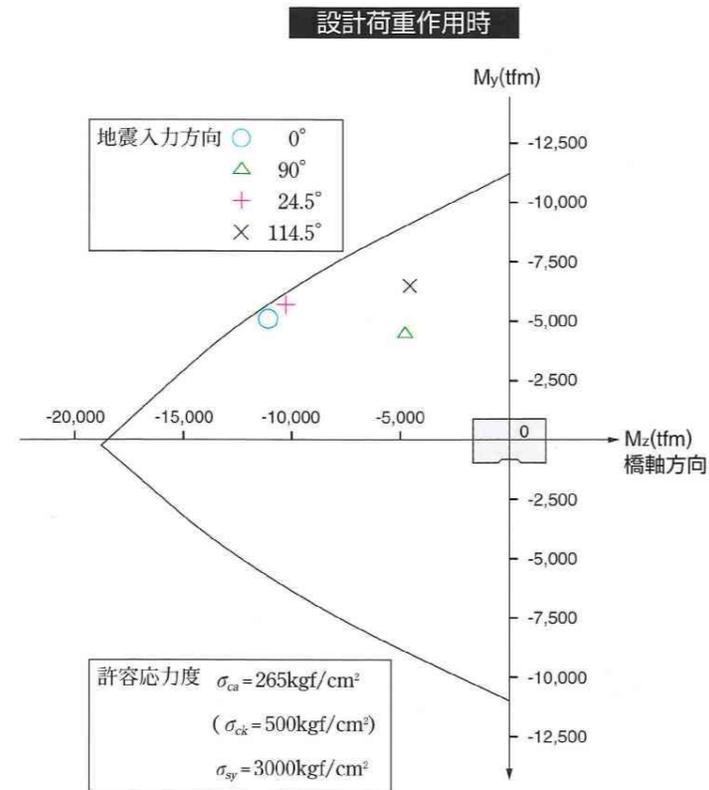


●耐風設計

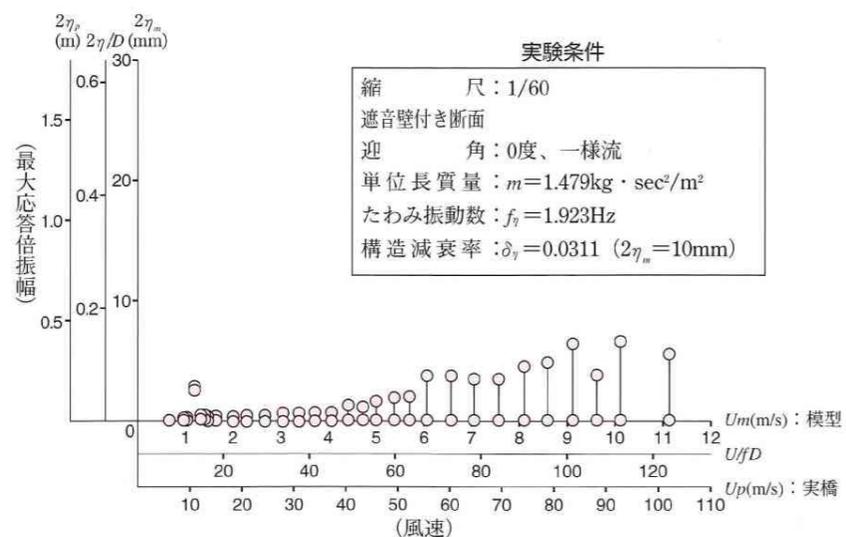
本橋梁は可とう性に富む長大支間のPC斜張橋であるだけでなく、高欄上に高さ2mの遮音壁が設置されるため、コンクリート橋としての質量効果に単純に期待するのではなく、空力安定性にもじゅうぶん配慮した耐風設計を行っています。

▼耐風設計の基本方針

- 耐風設計は静的設計とともに、PC斜張橋としての挙動を考慮した動的照査を行い、耐風安全性を確認することとしています。
- 耐風設計に用いる設計風速は、現地風の特徴や過去の強風記録にもとづく検討のうえ決定することとしています。
- 動的照査では、発現が予想される空力的現象とその発現風速域を予測し、自励振動に対しては設計風速に安全性を考慮した範囲内でこれが生じないことを、また限定振動(渦励振)に対しては発生してもその振幅が使用性・耐久性の面で許容し得る程度であることを、それぞれ確認することとしています。



2次元剛体模型による空力的曲げ応答の例

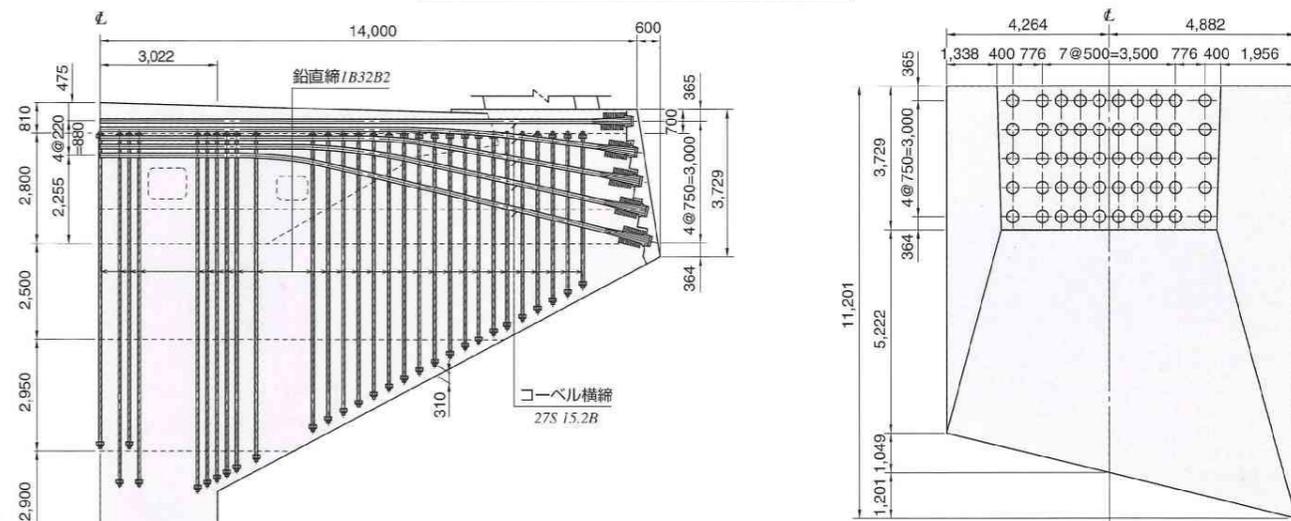


PCコーベルの設計／実験・測定

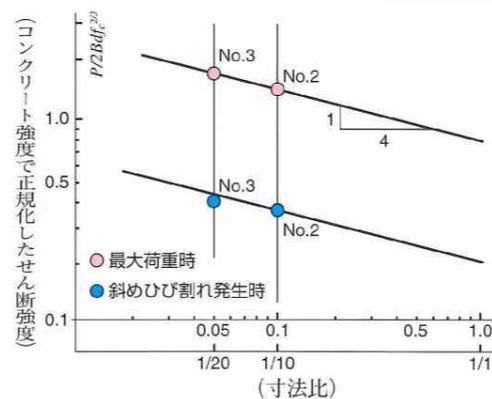
●PCコーベルの設計

主塔からの高い軸力を支持する大断面PCコーベル(受け梁)は変断面でかつ斜めに橋脚へ結合する構造となっているため、道路橋示方書とともにコンクリート標準示方書の限界状態設計法によっても検討を行っています。とくにせん断耐力の寸法効果については必ずしも明確になっていないため、PCコーベルのせん断耐力に対するプレストレス効果、寸法効果に着目した実験を実施し(縮尺1/10、1/20)、設計に反映させています。また主PCケーブル・鉛直PC鋼棒・鉄筋が入り組んだきわめて複雑な構造に対処するために大ブロック架設工法を採用しましたが、施工に先立ち、その各段階を模型製作により確認し、入念なチェックを行っています。

PCコーベルの構造とPC鋼材配置



実験によるせん断強度と寸法比の関係



模型による大ブロック架設順序の確認



●実施された各種実験・測定

耐震設計	全体模型による振動実験 主塔部材オンライン・ハイブリッド 模型実験(2軸曲げ/変動軸力)
耐風設計	現地風観測 2次元剛体模型による風洞実験
部材設計	斜材定着部耐荷性能確認実験 PCコーベル耐荷力実験

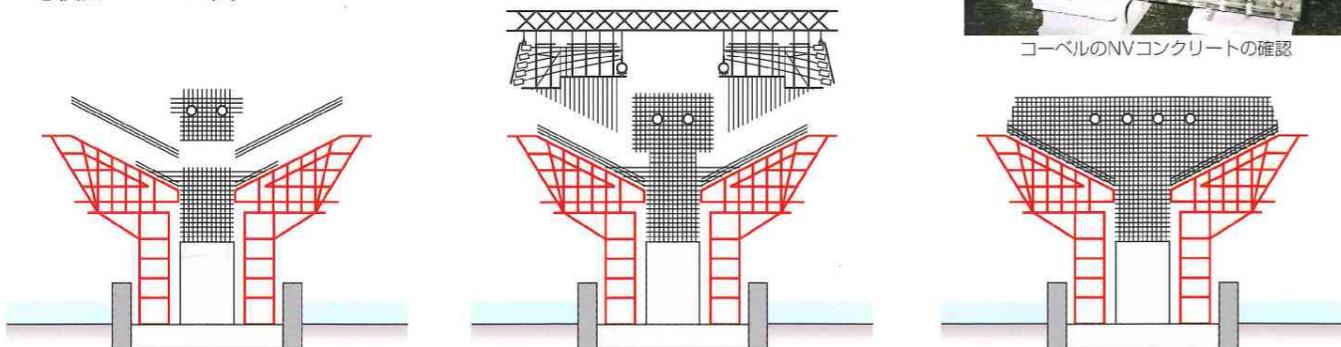
コーベル・柱頭部

大ブロック架設工法：大断面PCコーベルの施工には、あらかじめ骨組みとなる鉄骨にPC鋼材・鉄筋を精密に組込んだブロックを4分割で製作し、現地で大型クレーン2台によりこれらの鉄骨ブロックを順次積重ねて繋ぎ合わせながら、コンクリートを連続的に打設して一体化し完成させる施工方式を採用しました。

NVコンクリート：各種の鋼材が大量に錯綜して配置されること、特殊な施工法であることを考慮し、高流動性をもち信頼性の高いNVコンクリート ($\sigma_{ck}=400\text{kgf/cm}^2$) を使用しています。



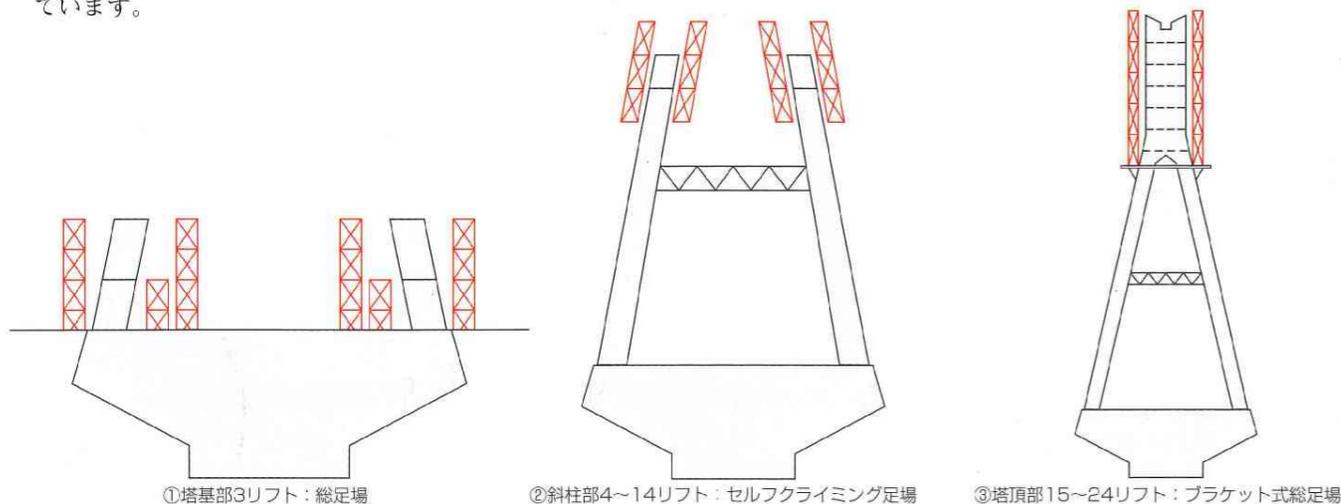
コーベルのNVコンクリートの確認



主塔

3種類の施工法による段階的構築：逆Y字形の主塔構造に対応するため、全24リフト（1リフト4mを基本）を3種類の施工法①基部：総足場、②斜柱部：セルフクライミング、③塔頂部：ブラケット式総足場により段階的に構築しています。また4×14=56本のケーブル定着部が交錯する塔頂部では、2室中空断面とするとともに、鋼製埋殺し型枠を使用し高い精度を確保しています。

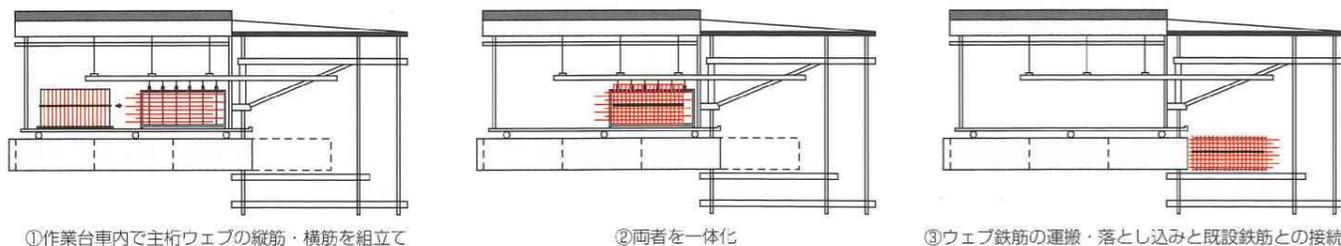
流動化コンクリート：主塔コンクリート ($\sigma_{ck}=500, 400\text{kgf/cm}^2$) には高性能AE減水剤を用いた流動化コンクリートを使用しています。



主桁

サイクルタイムの短縮：工期に占める割合の大きい主桁は、ブロック長6m、片側31ブロックを超大型フォルパワーゲンにより張出し架設で施工します。サイクルタイムの短縮をめざし、フォルパワーゲンに後続する作業台車でウェブ部の横筋と縦筋を個別に組み立ててドッキングさせる方法で製作し、これを併設クレーンにて所定位置に運搬し既設鉄筋に接続させる方式としています。

開閉式移動型枠：同様にサイクルタイムの短縮のため、主桁の内型枠の組立しを省力化する目的で、開閉式移動型枠を使用しています。



①作業台車で主桁ウェブの縦筋・横筋を組立て

②両者を一体化

③ウェブ鉄筋の運搬・落とし込みと既設鉄筋との接続

ピロン式吊り支保工

●コーベル上の鉄骨柱に横材を通し、型枠および作業足場を吊り下げる構造である。



ピロン式吊り支保工で左右同時に施工された柱頭部。



完成した柱頭部。

セルフクライミング

●押し上げ方式とし、1リフトを盛り替えなしで型枠を装備したまま4面が同時に昇降する。



型枠を装備し組み上がった状態、左面が駆動部。



横ストラット設置後の斜柱部セルフクライミング施工状況。タワークレーンにより次のリフトの鉄筋ブロックを吊下げた状態。

開閉式移動型枠

●コンクリート打設後、併設のジャッキで型枠を縮め各室のウェブ片面が解放状態にあるように型枠を互いに移動させ、クレーン後鉄筋を施工して、両面の型枠をセットする。セット後、開閉式移動型枠をフォルパワーゲンから吊り、コンクリートを打設する。

