

(153) 断面分割架設による揖斐川橋側径間部の設計と施工

日本道路公団四日市工事事務所

伊藤 正人

住友建設(株)・ドーピー建設工業(株)・三菱重工業(株)共同企業体

正会員 今泉 孝

住友建設(株)・ドーピー建設工業(株)・三菱重工業(株)共同企業体

正会員 ○大岡 昭雄

住友建設(株)

正会員 春日 昭夫

1. はじめに

揖斐川橋は、橋長 1397m(支間 154m+4@271.5m+157m)、幅員 33m の 6 径間連続の中央径間に約 100m の鋼桁を有する PC・鋼複合エクストラードロード橋である。側径間部の架設は、プレキャストセグメントを製作ヤードから海上輸送し、河川内で吊上げた後、仮設トラス桁を使用して陸上部端橋脚から河川に向けて架設する逆張出架設を基本として計画したが、揖斐川の左岸側径間については、河川堤防の主に高さについての条件が変更になったことから、超大型架設作業車を用いた場所打ちによる張出架設を採用した。張出架設は、主桁断面を3分割し、中央部を逆張出した後、両サイドの断面を折り返し施工する方法を用いた。写真-1 にサイド断面の施工状況を示す。

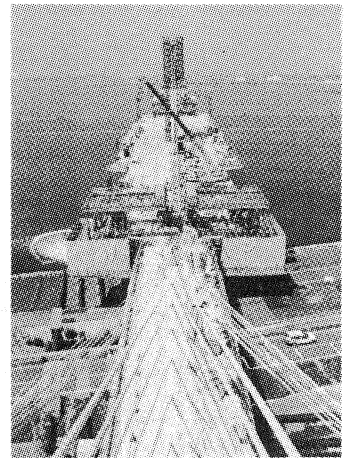


写真-1 サイド断面施工状況

本稿では、側径間の設計施工について概要を報告する。

2. 橋梁概要

橋梁諸元(表-1)、橋梁一般図(図-1)及び側径間主桁断面図(図-2)を下記に示す。

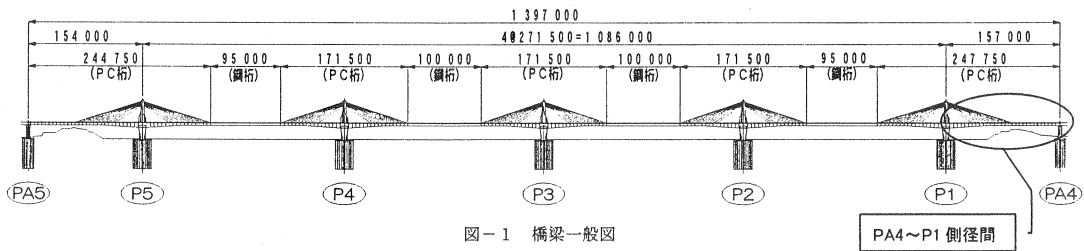


図-1 橋梁一般図

表-1 橋梁諸元

路線名	第二名神高速道路
道路区分	第1種2級
構造形式	PC・鋼複合6径間連続エクストラードロード橋
橋長	1397.0 m
支間	152.0m + 4@271.5m + 155.5m
有効幅員	2@14.000 = 28.000m~ 19.986+19.858 = 39.844 m
活荷重	B活荷重
使用材料	
主桁コンクリート	$f'ck = 60 \text{ N/mm}^2$
内ケーブル	SWPR7B 12S15.2
外ケーブル	SWPR7B 19S15.2、27S15.2
斜材	$\phi 7 \times 163$

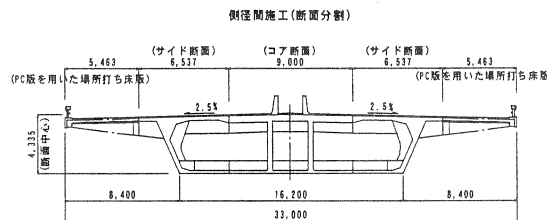


図-2 側径間施工主桁断面図

3. 施工方法および施工ステップ

側径間の施工方法は、揖斐川橋に隣接する1径間をストラット部材として利用し、ピロン柱を併用した逆張出架設とした。図-3・図-4に示すように、支保工架設・特殊ノーズによるセグメント架設・超大型架設作業車による場所打ち架設・特殊作業車を用いた張出し床版部の施工、と多くの工法を採用している。施工ステップは下記の通りとなる。

- Step-1 隣接橋およびPA4柱頭部の支保工施工
- Step-2 ピロン柱の設置
- Step-3 コア断面を超大型架設作業車により逆張出架設(16segにより順張出しと閉合)
P1側より特殊エレクションノーズによる桁下懸垂運搬順張出架設
- Step-4 サイド断面を超大型架設作業車により張出架設
- Step-5 特殊架設作業車によりプレキャストリブ、PC板を架設し、場所打ち床版の施工
- Step-6 仮斜材撤去後、PA4・P29仮固定を解放

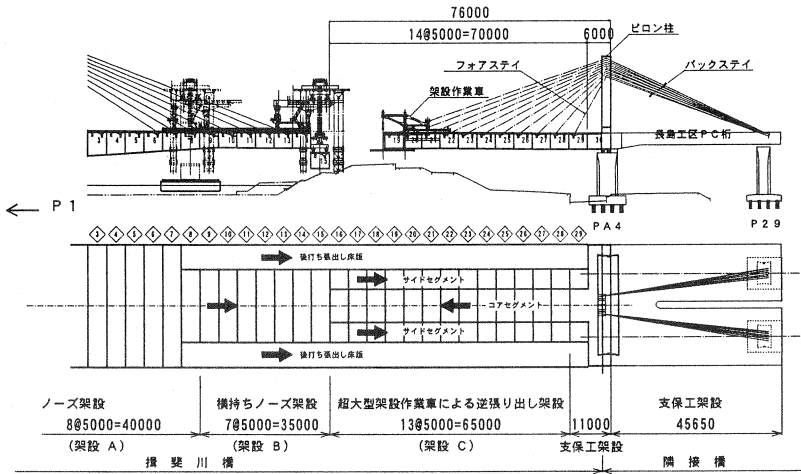
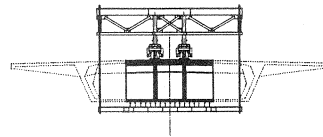


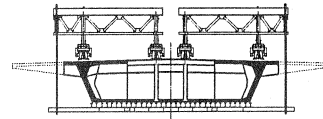
図-3 側径間施工区分

(架設 C)

- ① 超大型架設作業車による場所打ちコアセグメント逆張出し架設



- ② 超大型架設作業車による場所打ちサイドセグメント張出し架設



- ③ プレキャストリブの架設および橋出床版場所打ち施工

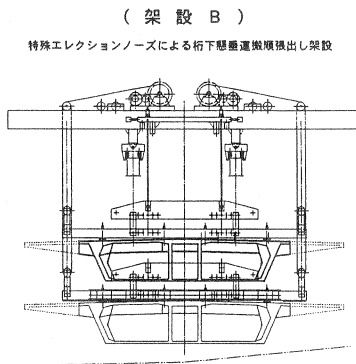
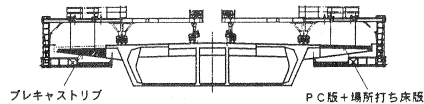


図-4 架設方法

4. 分割断面の検討

主桁を分割架設するため、主桁断面の急変部では主方向応力の流れが不明確である。そこで、3次元FEM解析により主桁応力度を把握し、FRAME解析に反映させた。FEMモデルは図-5に示すように、側径間部分をSHELL要素によりモデル化した。境界条件は、P1およびPA4ともにFIXとして、それぞれの荷重に対して主桁応力度をFRAMEモデルと比較した。

サイド断面の自重を載荷したときのFEMの解析結果とFRAME解析による主桁応力度を比較(図-6)すると、図-8のようにFRAME解析結果を断面急変部より主桁剛性を4segの間で直線補間することでFEM解析結果と良く一致することがわかった。図-7に補正後の応力度を示す。

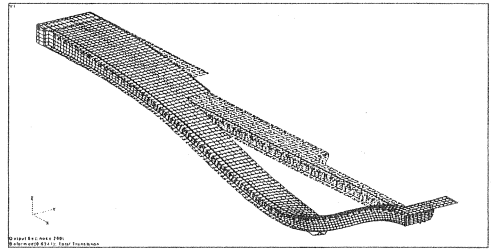


図-5 FEMモデル

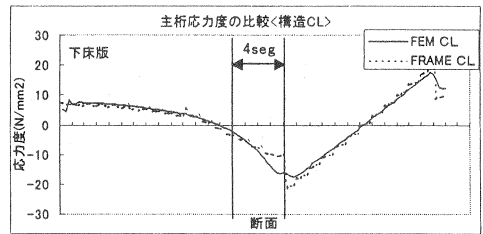
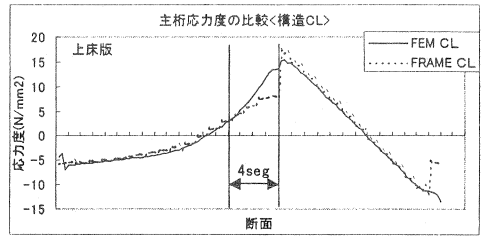


図-6 FEM解析とFRAME解析の応力度比較

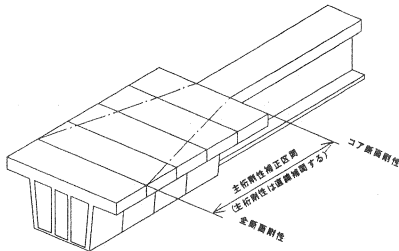


図-8 主桁応力の補正

プレストレスなどの他の荷重に対しても同様にFEM解析とFRAME解析による応力度比較を行い、断面急変部の補正を行った。(表-2)

表-2 断面急変部の応力度の補正方法

コアセグメント応力度		サイドセグメント応力度	
荷重の種類	補正方法	荷重の種類	補正方法
自重	4Seg剛性補正 (剛性を直線補正)	自重	3Seg平行補正 (応力を直線補正)
ワーゲン荷重	4Seg剛性補正 (剛性を直線補正)	ワーゲン荷重	3Seg平行補正 (応力を直線補正)
コアプレストレス	4Seg剛性補正 (剛性を直線補正)	コアプレストレス	3Seg平行補正 (応力を直線補正)

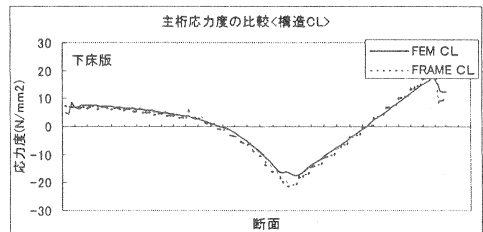
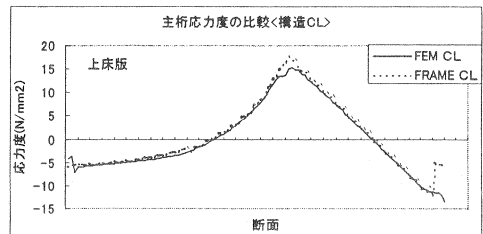


図-7 FRAME解析を補正した応力度

5. ピロン柱および仮斜材

ピロン柱は、経済性に配慮し柱部は箱型断面を有する鋼部材を用い、仮斜材定着部は、鋼板を型枠として用いコンクリート($f'_{ck}=50\text{N/mm}^2$)を充填した合成構造とした。構造図を図-9に示す。ピロン柱の検討は、柱部材・鋼殻鋼板には SHELL 要素、充填コンクリートは SOLID 要素を用いた FEM 解析を行った。応力度の制限値は、充填コンクリートが、無筋コンクリートであることからひび割れ発生限界に設定した。制限値を超えた直角方向に対して PC 鋼棒($\phi 32\text{B}$)を各斜材の中間に配置し補強を行っている。なお、補足であるが、鋼殻は、仮斜材の張力導入時には大きな応力は生じないものの、充填コンクリート打設時の腹圧力の補強を要したため、鋼重が増加した。今後の課題としたい。

仮斜材は、完成時の上縁側の圧縮応力度が大きく架設 PC 鋼棒を最小限にとどめる必要性から、各コア断面施工後に緊張し、12 段配置した。また、制限値は、本設斜ケーブルと同様に $0.6P_u$ としている。表-3 に、仮斜材の使用テンドンとその最大張力、図-10 に施工ステップ毎のフォアスティ仮斜材の張力履歴を示す。

仮斜材は、架設を容易にするために、保護管を用いない PC 鋼より線 S15.2 鋼材を採用した。また、仮斜材の設置期間が 1 年を超えることから、耐食性・耐候性に優れたポリエチレン樹脂被覆 PC 鋼より線を用い、太陽の輻射熱による温度上昇を抑えるために、被覆樹脂には白色を呈する顔料を添加した。図-11 その断面を示す。なお、PC 鋼より線の機械的性能は、通常の S15.2B と同等であり、樹脂を剥がすことなく定着することが出来る。

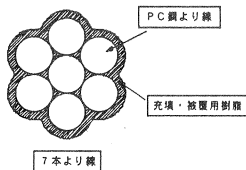


図-11 仮斜材の断面

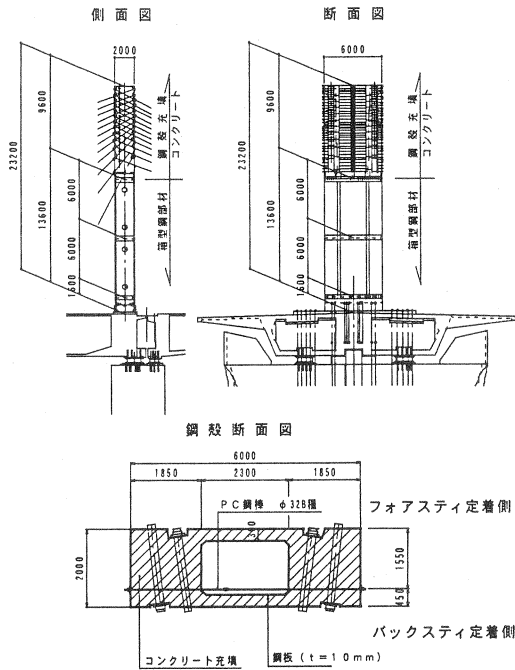


図-9 ピロン柱の構造図

表-3 仮斜材の使用テンドンおよび最大張力

フォアスティ	使用テンドン	最大張力 (kN)	バックスティ	使用テンドン	最大張力 (kN)
FS1	12S15.2 ($0.6P_u=3758$)	3701	BS1	12S15.2 ($0.6P_u=3758$)	3238
FS2		3261	BS2		2619
FS3		3153	BS3		2500
FS4		3572	BS4		3086
FS5		3727	BS5		3287
FS6		3754	BS6		3247
FS7		3756	BS7		3215
FS8		3552	BS8		3252
FS9	16S15.2 ($0.6P_u=5011$)	4501	BS9	16S15.2 ($0.6P_u=5011$)	4061
FS10		4764	BS10		4887
FS11		5782	BS11		5670
FS12		5920	BS12		5864

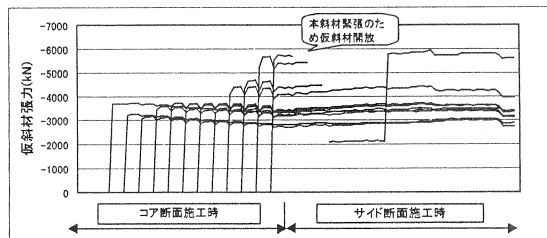


図-10 仮斜材の張力履歴

6. PC板を用いた後打ち張出し床版

P1 橋脚側より特殊ノーズによる桁下懸垂運搬架設を行うため、主桁架設後、張出し床版を場所打ち施工する。場所打ち床版の構造を図-14に示す。施工STEP(図-12)は、以下の通りとなる。

STEP-1 プレキャストリブの架設

STEP-2 間詰コンクリートの施工

STEP-3 PC板の架設

STEP-4 場所打ち張出し床版の施工

施工は、河川内・道路上となるため、特殊架設作業車を用いて行う。1回の施工長は、打ち継ぎ部の材令差・乾燥収縮の影響を少なくするため10mとし、橋面・活荷重の後荷重による負のモーメントに対して軸方向にPC鋼棒φ26を配置し継足し緊張を行う。床版横締めは、サイド断面に定着したPC鋼より線1S21.8にカップリング接続して行った。

PC板の設計は、「PC合成床版工法設計施工指針(案)」に従い行い、塩害対策としてかぶりを確保することが困難なことから、鉄筋は全てエポキシ樹脂被覆鉄筋、PC鋼材は防食性・付着性に優れたエポキシPC鋼より線フローボンド(T12.7)を用いた。

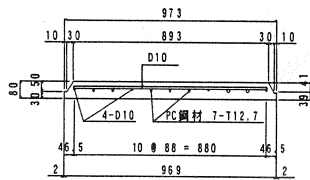


図-13 PC板断面図

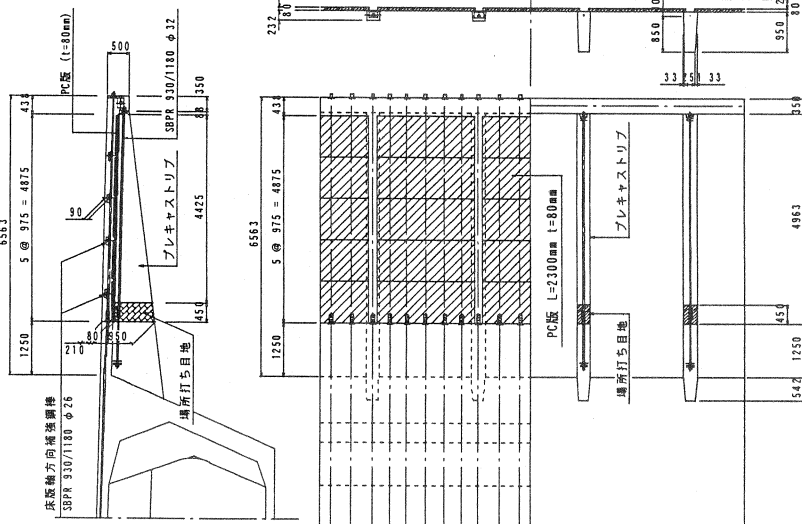


図-14 後打ち床版の構造

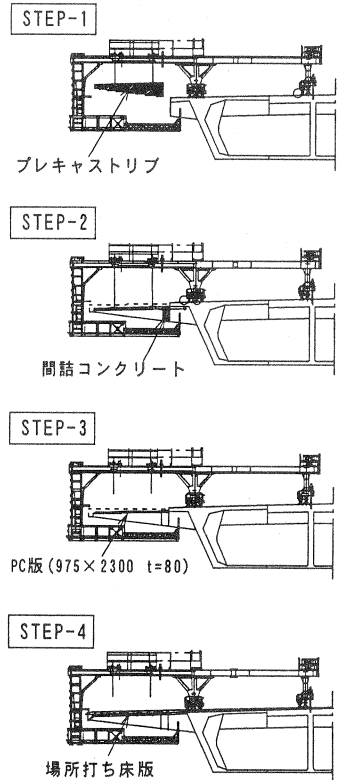


図-12 張出し床版施工ステップ

7. 施工状況

写真-2は、仮斜材の鋼殻を架設しているところである。鋼殻の全重量は約43tfで、架設は、外側の鋼殻を二ツ割(約17tf/基)、内鋼殻(約7tf)と3分割して、100tfクローラークレーンにて吊上げ架設した。この後、鋼殻内部にコンクリートを充填した。コンクリートは鋼殻内部が仮斜材のケーシングパイプが複雑に配置されていたため、高流動コンクリートも検討したが、腹圧力に対する補強が普通コンクリートに比べ多く必要となるため、普通コンクリートを用いた。

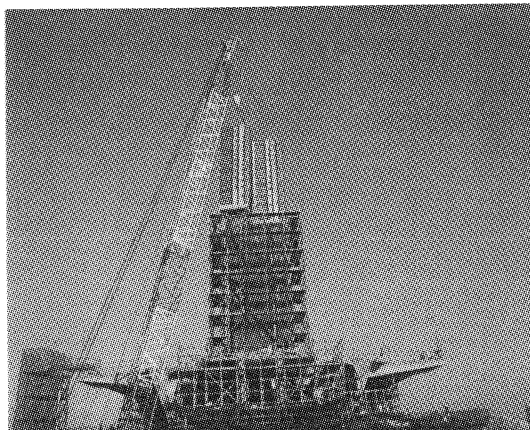


写真-2 鋼殻の架設

写真-3の左側部分は、P1橋脚からの順張出し架設区間で、台船で水深の確保できる所まで運び、そこで移動可能な横持ちノーズによりセグメントを吊上げて架設する。

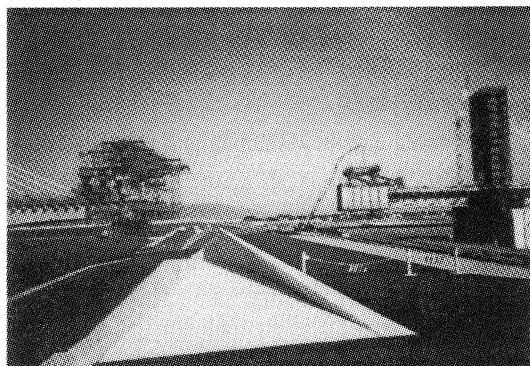


写真-3 コア断面の施工

右側部分は、超大型の架設作業車によるコア断面の場所打ち施工区間である。1ブロック長は、標準プレキャストセグメント同様に5m、1回の打設量は、約60m³となる。仮斜材の架設は、S15.2を1本毎架設した。方法は、①展開した仮斜材をクレーンでピロン側の先端付近を吊上げる、②プッシングマシンでピロン柱の定着側より挿入架設する、③ピロン柱よりウィンチにより引きこむ、などが考えられたが、②は、PC鋼より線が被覆されていることからプッシングマシン内ですべり、ポリエチレン被覆に傷をつけてしまうことから、③を採用した。

写真-4は、サイド断面の施工状況写真である。コンクリートポンプ2台を用いて左右断面の同時打設としている。(1回の打設量は約70m³)

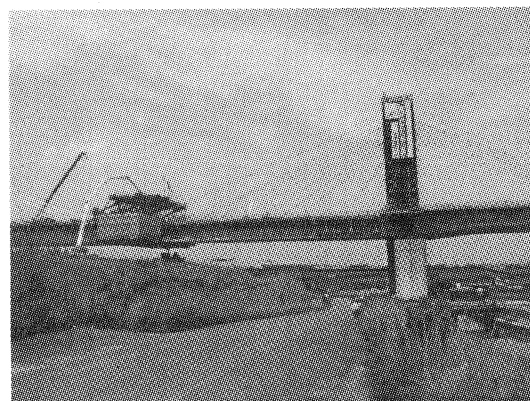


写真-4 サイド断面の施工

8. おわりに

本橋の側径間施工は、約80mの区間で架設作業車が往復するという極めて特殊な施工を行っている。断面を3分割したことにより、逆張出し施工時の自重を軽減し、また、先に繋がる中央断面部がサイド断面の荷重を受け持つため、架設時のPC鋼材の低減を図れた。平成12年7月現在、中央断面が閉合し、サイド断面の施工中である。

最後になりましたが、本橋の設計、施工にあたり多大なるご指導、ご協力を頂きました関係各位に深く感謝の意を表します。

【参考文献】

- | | |
|--|-----------------------|
| 1) 角谷・酒井: 木曾川橋・揖斐川橋の計画ー第二名神高速道路ー | プレストレストコンクリート(1997.5) |
| 2) 小松・中須: 木曾川橋・揖斐川橋の設計・施工ー複合エクストラード・スト橋ー | プレストレストコンクリート(1999.3) |