

塩害を受けたPC桁の撤去・架替

－国道一号和瀬川橋架替工事－

東京土木支店	土木技術部 (名古屋支店駐在)	若松剛臣
東京土木支店	土木工事部	堀田晋
東京土木支店	土木工事部 (名古屋支店駐在)	岡林秀勝

概要：和瀬川橋は国道1号富士由比バイパスにある橋長30mのPC橋である。既設橋は竣工後40年を経過したポストテンション方式PC単純T桁橋であったが、海岸近くに位置することから塩害による劣化が進行し、補修・補強が行われてきた。しかし、劣化の進行を食い止めることができず、撤去・架替を行うこととなった。本報告ではこの和瀬川橋の架替工事にあたっての事前検討・施工方法および新橋の長寿命化への取り組みについて述べる。

Key Words：国道1号，塩害，架替，PC鋼材突出防止板，ECFストランド

1. はじめに

和瀬川橋(以下 本橋)は国道1号富士由比バイパスの2級河川和瀬川に架かる、橋長30mの橋梁である。上部工の構造形式はポストテンション方式PC単純T桁橋であり、建設後約40年(下り線37年，上り線44年)が経過している。本橋の架設地点は和瀬川の河口部に位置しており、台風時などの荒天時には太平洋の波しぶきがかかるなど、塩害の影響を強く受ける厳しい環境下に置かれ続けてきた。このため塩害による鋼材の腐食やコンクリートの剥離が生じており、PC鋼材の腐食によるプレストレスの損失が原因であると考えられる主桁の異常なたわみの進行が観測されている。

本橋ではこれまで劣化の進行を食い止めるため、表面保護工法，断面修復工法，外ケーブル補強工法などさまざまな補修・補強が行われてきた。しかし，補修や補強の十分な効果を得ることができず，主桁のたわみが徐々に進行し，このままでは近い将来，道路交通の安全を確保することが困難な状況となることが予想された。そこでこのたび新しく，国道1号和瀬川橋の撤去，架替が行われることとなった。

2. 架替工事の概要

本橋が位置する静岡県静岡市清水区の由比地区は，かつて東海道の難所として知られたサツタ峠に程近く，山が海にせまる急峻な地形条件にある。このため駿河湾に面する海岸線に沿って国道1号，東名高速道路，JR東海道本線の三つの主要な交通幹線が並走するボトルネックポイントとなっている(写真-1)。架替工事を行うためには，国道1号を全面通行止めにする必要がある。しかし，片側2車線の富士由比バイパスの交通量は非常に多い(5.2万台/日)ため，その影響は甚大となることが予想された。そこで本橋の架替を行うにあたり，本線下流側の東名高速道路との間に仮橋を建設し，2車線の迂回道路を確保して下り線および上り線を順番に切回しながら順次，架替工事を行うこととなった。架替工事全体のフローチャートを図-1に示す。



若松剛臣



堀田晋



岡林秀勝

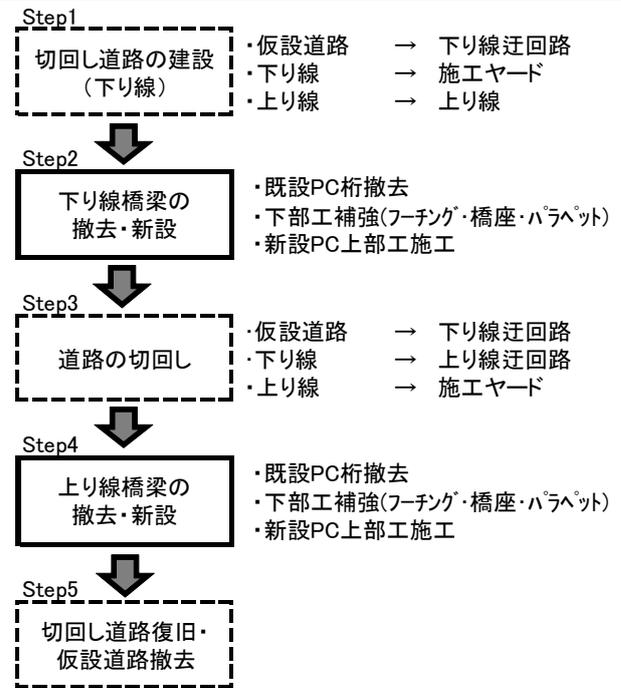
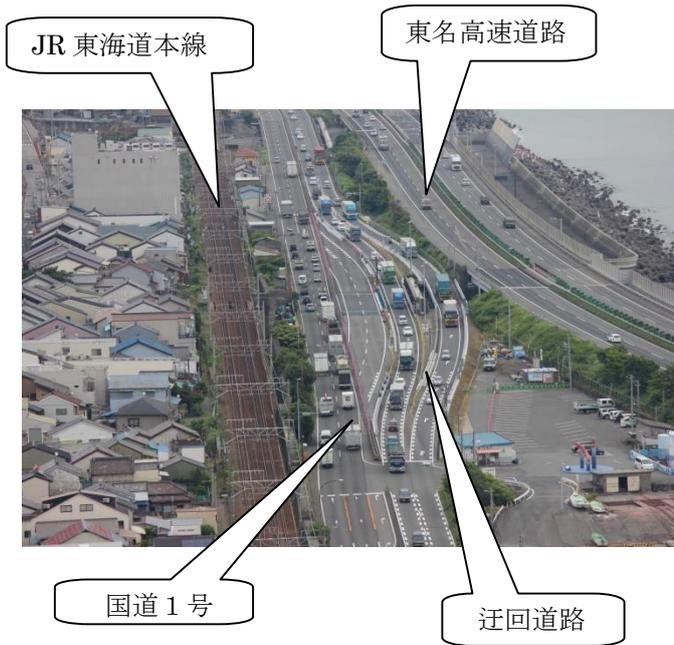


写真-1 清水区由比市街と国道1号

図-1 工事全体のフローチャート

3. 新旧の橋梁の構造形式

撤去する橋梁と新設する橋梁は、ともにプレストレストコンクリート(以下PC)橋であり、その概要は下記のとおりである。特に下り線の耳桁には補強工(平成23年施工)として外ケーブルが設置されている(写真-2)。

3.1 撤去する和瀬川橋の概要(図-2)

- 橋梁形式：ポストテンション方式PC単純T桁橋
- 完成年度：下り線 1978年竣工，上り線 1971年竣工
- 設計荷重：1等橋(TL-20)
- 橋長：L=30(m)
- 有効幅員：下り線 W=8.0(m) 上り線 W=7.25(m)
- 定着工法：フレシネー工法 (12φ7)

3.2 新しい和瀬川橋の概要(図-2)

- 橋梁形式：ポストテンション方式PC単純ホロー桁橋(プレキャストセグメント工法)
- 設計荷重：B活荷重
- 橋長：L=30(m)
- 有効幅員：下り線 W=8.0(m) 上り線 W=8.0(m)
- 定着工法：ディビダーク工法 (12S12.7)



写真-2 外ケーブル補強された和瀬川橋(旧橋)

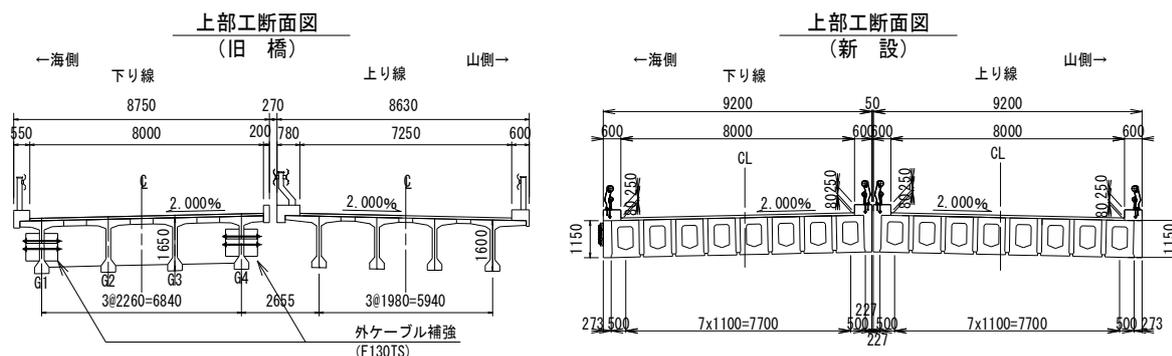


図-2 上部工断面図

4. 既設桁の撤去方法

既設桁の撤去は、油圧式クレーン（160t吊）を2台と架設桁を用いて行った(図-3)。その撤去手順は図-4のフローチャートに示す通りであるが、まず床板カッターにより橋軸方向に切断し、クレーン相吊りにて架設桁上に仮置きした。次にワイヤーソーで橋軸直角方向に運搬可能な大きさに切断し、ダンプトラックに積み込み搬出した。

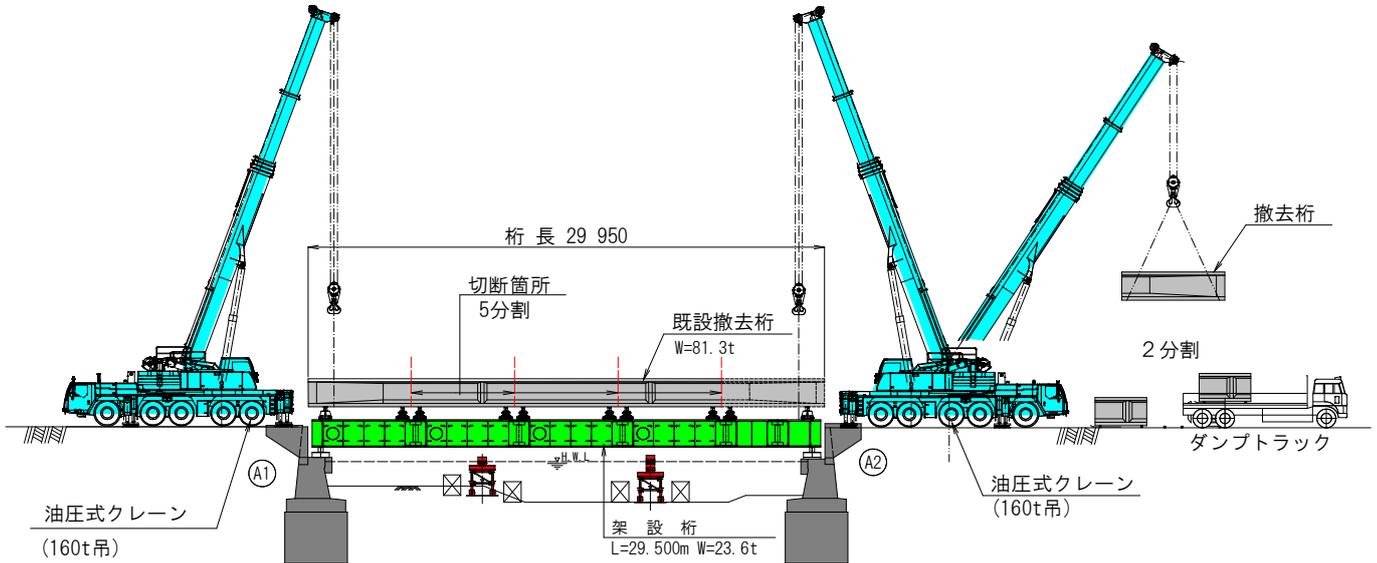


図-3 既設桁撤去概要図

5. 既設橋の復元設計と切断作業時の応力検討

PC 構造物は自重や活荷重などの外力と、それに対抗するプレストレスが均衡することによって成立している。そのため、施工中は PC 部材の切断や支持状態の変化によって、既設桁の応力状態に変化が生じる。したがって既設桁の切断・撤去作業を安全に行うためには、施工中の主桁の応力状態を正確に把握する必要がある。そのためにはまず、既設桁の建設時の構造計算書を入手することが必要であるが、本橋は建設後約 40 年を経過しており、構造計算書の所在が不明であったため、残された竣工図（構造図、配筋図）等をもとに復元設計を試みた。その際、より正確に現状の応力状態を再現するため、過年度実施された載荷試験の試験結果をもとに内部の PC 鋼材の損傷度を推定し、復元設計に反映させることとした。

復元設計より得られた既設桁の応力状態をもとに床板・横桁の切断時、既設桁吊り上げ時、仮置き時、外ケーブル解放時の各ステップにおける主桁応力度のチェックを行い、施工時の安全性の確認を行った。その結果、床板・横桁切断時に荷重の横分配効果が失われた場合、外ケーブルプレストレスの集中によって耳桁がオーバーストレスの状態となることが判明した。そこで床板切断前に外ケーブル

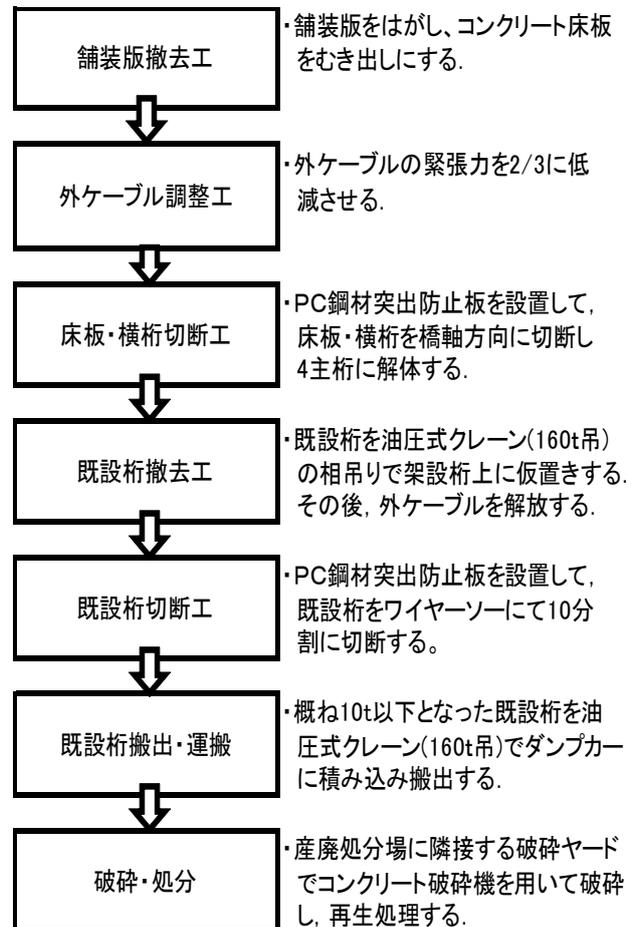
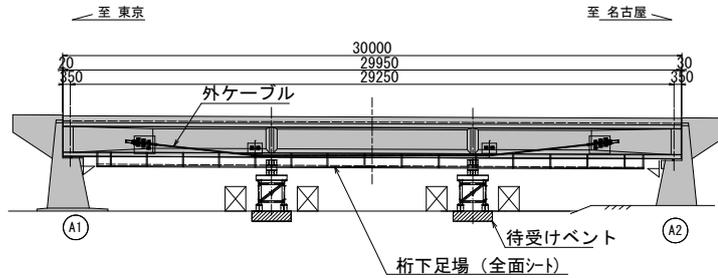


図-4 既設桁撤去工のフローチャート

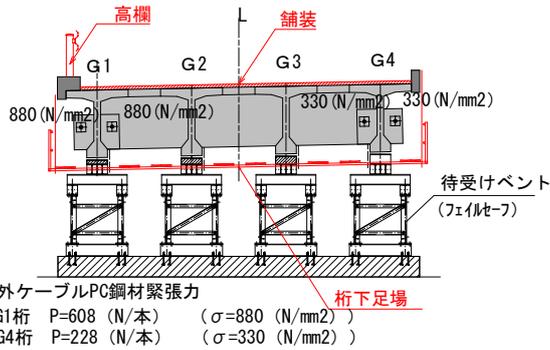
緊張力を調整(設計プレストレスの2/3に低減)して、切断前後の応力変動が最小となるように既設桁の内部応力の制御を行った。また切断作業中には既設桁のたわみ量の計算値(想定値)と実測値の比較を行い、常に作業が安全な荷重状態で進んでいることを確認した。図-5に床板・横桁切断手順図を示す。

側面図

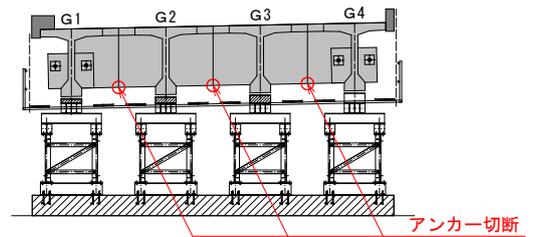


断面図

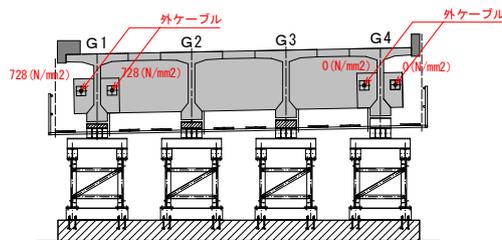
① 舗装・高欄撤去 → ② 桁下足場組立



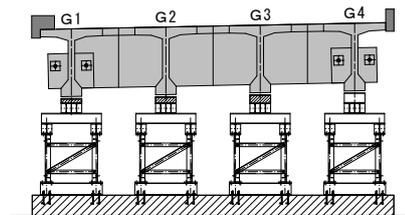
⑥ 伸縮切断 → ⑦ アンカー切断



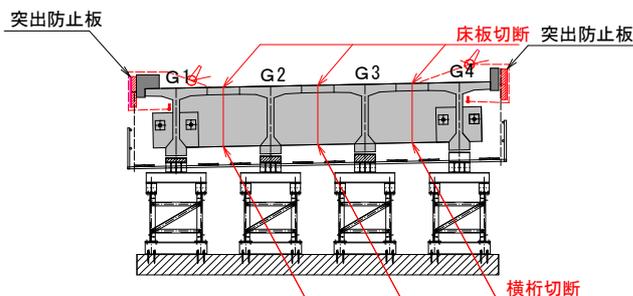
③ 外ケーブル緊張力調整



⑧ 桁下足場解体



④ 床板切断(床板カッター) → ⑤ 横桁切断(ワイヤソ)



⑨ 支承縁切り(主桁ジャッキアップ) → 主桁切断へ

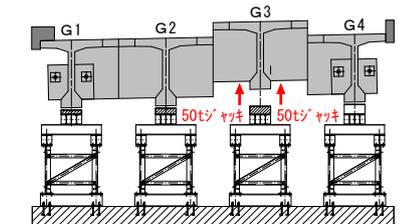


図-5 床板横桁切断手順図

6. 切断作業時の安全対策

前述のとおり、本工事の施工場所は狭小で交通幹線が集中しているため、第三者に対する安全確保には一層の配慮が求められている。また、既設桁のPC鋼材の損傷要因としてグラウトの充填不足があげられており、コンクリートとPC鋼材の付着が不十分であることが予想された。このため床板切断(写真3)や主桁切断に伴い、既設桁内部のPC鋼材が突出し、大きな事故につながる危険性があると考えられた。そこで、主ケーブルおよび横締めケーブルの定着部背面にはPC鋼材突出防止板(写真-4,5,6)を設置し、突出事故を防ぐこととした。突出防止板の構造はPC鋼材の破断エネルギーを効率よく吸収できるものとするため薄鉄板と樹脂発泡体を重ね合わせたものであるが(図-6)、現時点の知見でPC鋼材破断時のエネルギーを適切に評価し、突出防止板を設計することは困難であるため、既往の実験結果^{1),2)}を参考に同等のエネルギーを吸収できる構造として防止板の形状や板厚寸法を定めた。また、既設桁の横断方向の切断はワイヤーソーイング工法を用いて行ったが、現道に隣接した場所での作業となるため、ワイヤーソーの破断に対する安全対策として、鋼フレームに専用の防護シート(ダイマーニ)を貼り付けた既設桁切断用防護枠を新規に製作し、使用した(写真-7)。



写真-3 床板切断(床板カッター)

写真-4 PC鋼材突出防止工(横締め)

写真-5 PC鋼材突出防止工(主ケーブル上縁)



写真-4 PC鋼材突出防止工(横締め)



写真-5 PC鋼材突出防止工(主ケーブル上縁)



写真-6 PC鋼材突出防止工(主ケーブル桁端)

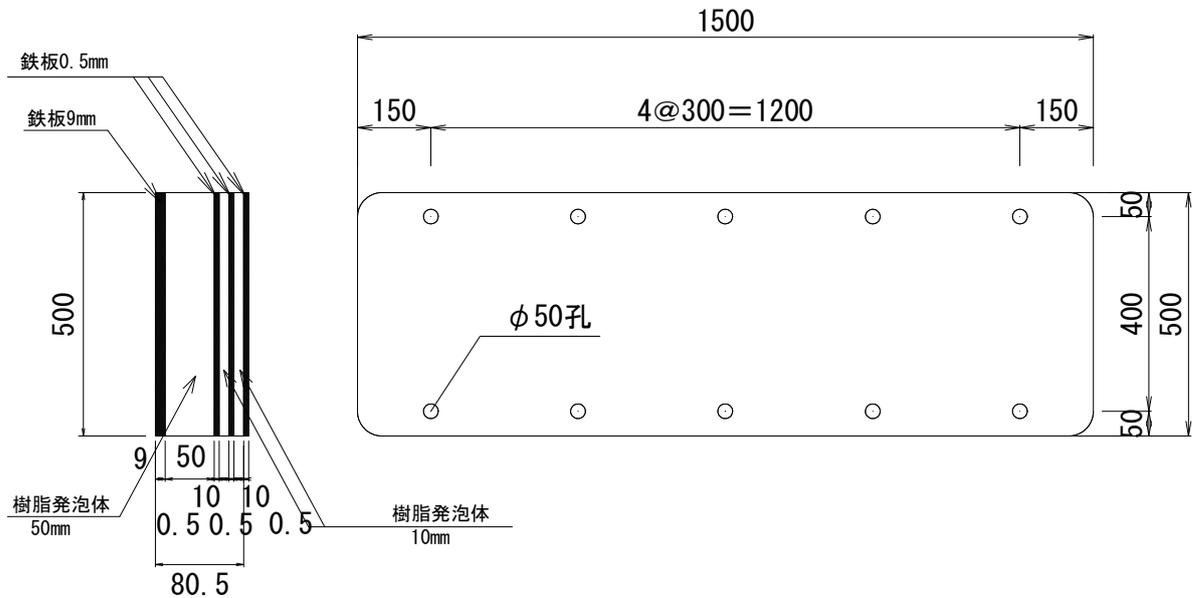


写真-7 既設桁切断用防護枠

PC鋼材突出防止板
(主ケーブル用)

突出防止板口1500×500×80.5 (W=62.5kg/枚)

鉄板0.5mm+筒×3+樹脂発泡体10mm×2+樹脂発泡体50mm+鉄板9mm



PC鋼材突出防止板
(横締め用)

突出防止板口1500×500×56.5 (W=38.5kg/枚)

鉄板0.5mm+樹脂発泡体50mm+鉄板6mm

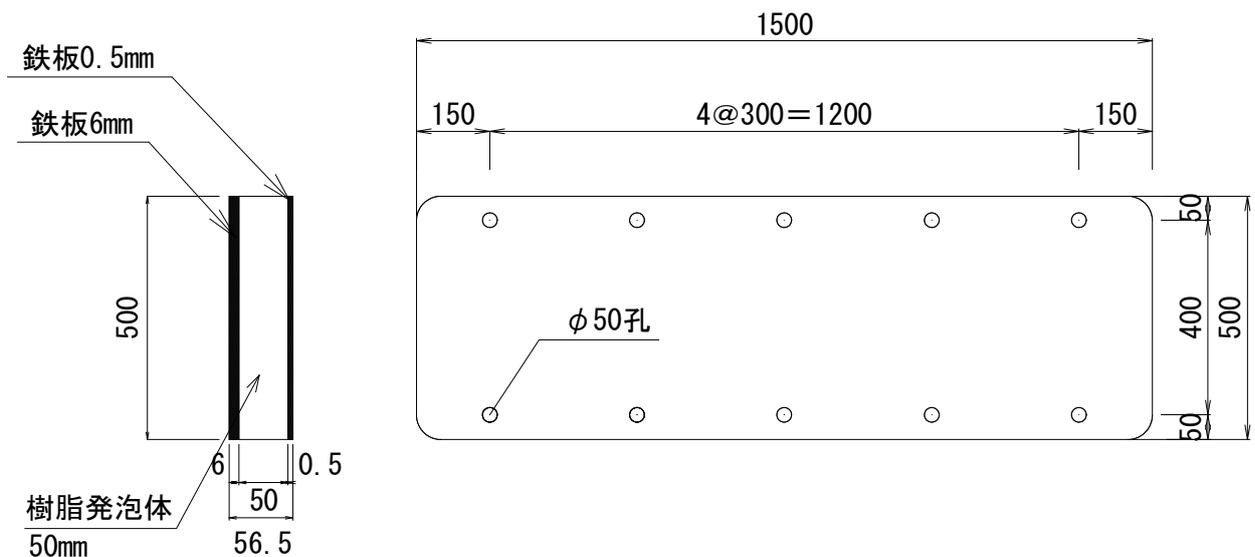


図-6 PC鋼材突出防止板

7.新設桁の長寿命化への取り組み

新しい橋は丈夫で長持ちするように「耐用年数 100 年」に向けたさまざまな取り組みが行われている。特に本橋の架替の大きな要因の一つとなった PC 鋼材の腐食に対しては下記のとおり多重の対策がなされている。

- 1) 主桁は品質管理の行き届いた専用の PC 工場で製作し、全面にシラン系含浸材を塗布する。
- 2) 定着部は塩害対策指針 C 種同等の表面被覆を行う。
- 3) PC 鋼材はエポキシ樹脂充填被覆 PC 鋼材を使用する。(主ケーブル-ECF ストランド) (図-7)
- 4) PC 鋼材はポリエチレン系樹脂充填被覆 PC 鋼材を使用する。(横締め-SUPRO ストランド)
- 5) 耐腐食性能の高いポリエチレン製シースを使用する。
- 6) 桁端定着部の漏水防止のため、伸縮ジョイントの二次止水装置を設置する。
- 7) 主桁は表面積が小さいことで外来腐食要因が侵入しにくいホロー桁形状とする。

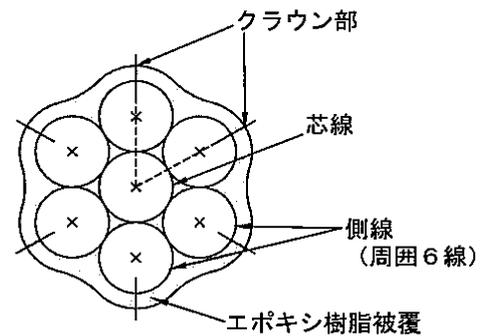


図-7 ECF ストランド³⁾

8.おわりに

平成 27 年 4 月現在、工事の進捗は約 50%で下り線の施工が一通り完了した段階である(写真-8, 9)。残る上り線についても安全に十分配慮して無事故で工事を完遂したい。橋梁の架替工事を担当して感じることは「損傷した構造物を作り直すことは新設橋梁を作るよりはるかに困難で多大な時間と人と労力を要する。」ということである。このことを肝に銘じて入念なコンクリートの施工を行い、強く美しく丈夫なライフラインとしての「新しい和瀬川橋」を構築したいと考えている。



写真-8 下り線架替完了時（橋面）



写真-9 下り線架替完了時（桁下）

謝辞

本橋の施工では、発注者の監督員の方々の多大なご支援をいただいている。これからも引き続きご指導賜りたいと考えています。これら関係各位に、心よりお礼申し上げます。

参考文献

- 1) 荒木弘祐, 木村元哉:鋼製のPC横締め対策工の開発, 土木学会第58回年次学術講演会(H15年9月)
- 2) 吉田幸司, 鳥取誠一, 新田耕司:横締め鋼棒の突出防止方法, プレストレストコンクリート技術協会 第11回シンポジウム論文集
- 3) 土木学会:エポキシ樹脂を用いた高機能PC鋼材を使用するプレストレストコンクリート設計施工指針(案)