

# 中河内川橋（下り線）拡幅工事の設計・施工

～暫定系から完成系への拡幅について～

Design and Construction of additional lanes to the Nakagouchigawa Bridge

村上 賢二  
Kenji MURAKAMI

川田建設㈱東日本統括支店  
事業推進部技術課係長

松本 徳人  
Norihito MATSUMOTO

川田建設㈱東日本統括支店  
事業企画部課長

内田 雅人  
Masato UCHIDA

川田建設㈱東日本統括支店（名古屋支店）  
事業企画部課長

今井 平佳  
Hirayoshi IMAI

川田建設㈱東日本統括支店  
事業推進部技術課係長

鈴木 博  
Hiroshi SUZUKI

川田建設㈱東日本統括支店  
事業推進部

本橋梁は、暫定系で施工し、将来完成系へ拡幅できるように設計を行ったが、暫定系断面で施工開始後に完成系への拡幅工事が決定され、暫定系の構造完成後に拡幅工事を実施した。

本報告では拡幅床版の工事において、設計に関しては、①暫定系および完成系床版の構造、②下床版部のストラット接合構造と形状、③床版橋軸方向のPC鋼材配置、施工に関しては、①移動型枠の構造、②ストラットの架設、③床版打継ぎ部の防水処理について報告する。

キーワード： 拡幅床版、下床版部ストラット接合、移動型枠、ウォータージェット

## 1. はじめに

中河内川橋は、静岡市清水区清地に位置し、鮎釣りで有名な興津川に合流する中河内川をまたぐPC3径間連続波形鋼板ウェブラーメン箱桁橋である（図1）。工事箇所を図2に示す。本橋は当初、暫定系で施工し、将来完成系へ拡幅出来るように設計した。暫定系断面で施工開始後、完成系断面への拡幅工事が決定され、暫定系の構造完成後に拡幅工事を実施した（図3）。ここでは、設計に関して、暫定系および完成系の床版構造、下床版部のストラット接合構造と形状、床版橋軸方向のPC鋼材配置について、施工に関して、移動型枠の構造、ストラットの架設、床版打継ぎ部の防水処理について報告する。



図2 工事箇所

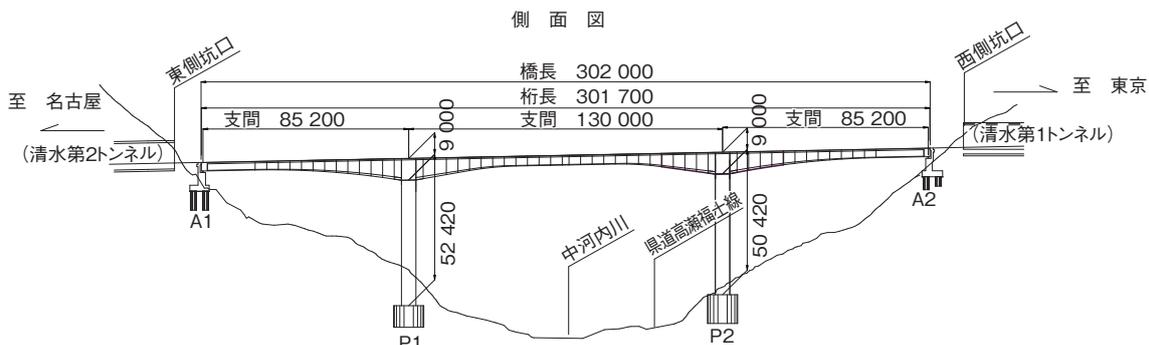


図1 側面図

## 2. 橋梁概要

工事名：第二東名高速道路 中河内川橋(PC上部工)  
下り線工事

工事場所：静岡県静岡市清水区清地

発注者：中日本高速道路(株) 横浜支社

施工者：川田建設(株)・オリエンタル白石(株)共同企業体

工期：平成16年10月～平成20年2月

構造形式：PC3径間連続波形鋼板ウェブラーメン箱桁橋

橋長：302.0m

支間長：85.2+130.0+85.2m

有効幅員：暫定系：11.66m

：完成系：16.50m

## 3. 暫定系設計時の検討

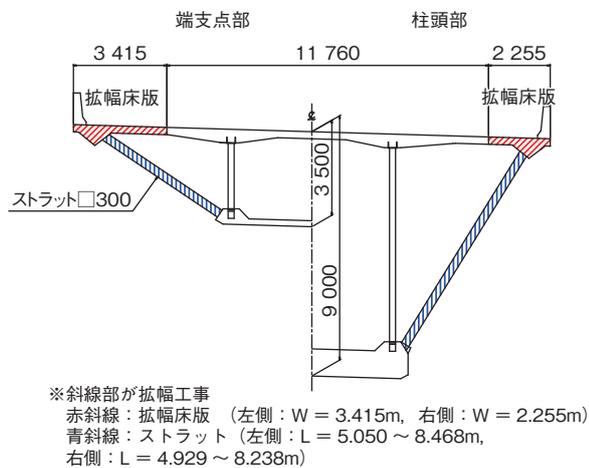


図3 断面図

### (1) 床版支間方向の構造

暫定系の床版構造はPRC構造とし、また、完成系の床版構造は4案の比較から決定した(表1)。比較の内容としては、以下の通りとする。

CASE-1: RC 拡幅案

暫定系施工時に暫定系および完成系に必要なPC鋼材(1S28.6)を配置し緊張する。完成系では、拡幅床版部をRC構造とする。床版鉄筋の継手方法は、施工性からエンクローズ溶接とする(図4)。

CASE-2: カップリング案

暫定系施工時に、暫定系に必要なPC鋼材(1S21.8)はプレグラウト鋼材として配置し緊張する。完成系はPRC構造とし、拡幅床版部に必要な本数分のPC鋼材(1S21.8)をカップリングして緊張する。

CASE-3: ポリエチレンシース案-1

暫定系施工時に、暫定系に必要なPC鋼材(1S21.8)はプレグラウト鋼材として配置し緊張する。完成系で不足するPC鋼材(1S21.8)は必要な本数分のポリエチレンシースを配置する。完成系はPRC構造とし、暫定系床版内に配置したポリエチレンシース内に、完成系床版幅のPC鋼材(1S21.8)を配置して緊張する。

CASE-4: ポリエチレンシース案-2

暫定系施工時に、暫定系に必要なPC鋼材(1S28.6)はプレグラウト鋼材として配置し緊張する。完成系で不足するPC鋼材(1S21.8)は必要な本数分のポリエチレンシースを配置する。完成系はPRC構造とし、暫定系床版内に配置したポリエチレンシース内に、完成系床版幅のPC鋼材(1S21.8)を配置して緊張する。

上記4ケースの比較より、完成系の床版は将来の拡幅工事であることから経済性を重視し、CASE-1のRC拡幅案とした。



図4 エンクローズ溶接

### (2) 下床版部のストラット接合構造と形状

本橋はウェブが波形鋼板であるため、ストラットの受け台は下床版に設置することとなる。また主桁形状が変

	CASE-1:RC 拡幅案 (D25エンクローズ溶接)	CASE-2:カップリング案 (1S21.8)	CASE-3:ポリエチレンシース案-1 (1S21.8)	CASE-4:ポリエチレンシース案-2 (1S28.6+1S21.8併用)
配置図				
概要	<ul style="list-style-type: none"> <li>暫定系時(必要ピッチ)</li> <li>暫定系床版部1S28.6 ctc 625</li> <li>完成系時(必要ピッチ)</li> <li>暫定系床版部1S28.6 ctc 625</li> <li>拡幅床版部 D25ctc125</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>暫定系時(必要ピッチ)</li> <li>暫定系床版部1S21.8 ctc 375</li> <li>完成系時(必要ピッチ)</li> <li>暫定系床版部1S21.8 ctc 375</li> <li>拡幅床版部 1S21.8 ctc 1000</li> <li>カップリング接続</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>暫定系時(必要ピッチ)</li> <li>暫定系床版部1S21.8 ctc 325</li> <li>完成系時(必要ピッチ)</li> <li>暫定系床版部1S21.8 ctc 325</li> <li>拡幅床版部 1S21.8 ctc 1000</li> <li>ポリエチレンシースを配置して後挿入する</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>暫定系時(必要ピッチ)</li> <li>暫定系床版部1S21.8 ctc 800</li> <li>+1S28.6 ctc 1000</li> <li>完成系時(必要ピッチ)</li> <li>暫定系床版部1S21.8 ctc 800</li> <li>+1S28.6 ctc 1000</li> <li>拡幅床版部 1S21.8 ctc 1000</li> <li>ポリエチレンシースを配置して後挿入する</li> </ul>
工事	1BL当たり 839(千円)(1.00) ○	1BL当たり 1743(千円)(2.08) ×	1BL当たり 1105(千円)(1.32) △	1BL当たり 999(千円)(1.19) △

表1 従来の継手部の構造

断面であることから、ストラットの角度が各々違ってくる。そのため、ストラット接合の構造と受け台形状をどの様にするか2案の比較を行った。

CASE - 1：分割施工案

構造：せん断力をアンカーバーで抵抗する。

形状：将来拡幅時に無収縮モルタルの受け台を製作する。

CASE - 2：一括施工案

構造：せん断力をコンクリートシアキーで抵抗する。

形状：突起形状を変化させ、下床版と一括施工する。

上記2ケースの比較より（表2）、実績があり、フェールセーフ機能を付加できるCASE - 2のタイプとした（図5）。

また、受け台突起部はFEM解析を行い、補強鉄筋量を決定した。

表2 形状比較

	CASE-1:分割施工案	CASE-2:一括施工案
概要	<p>コンクリート製ストラット 300×300 アンカーバーφ55 防錆を施す 無収縮モルタル 樹脂モルタル等充填 樹形φ75 (外径φ76)</p>	<p>コンクリート製ストラット 300×300 シアキーφ180 炭素繊維強化プラスチックφ20 一括施工 φ40 (外径φ43)</p>
特徴	<ul style="list-style-type: none"> <li>付け根に発生するせん断力をアンカーバーφ55(S35CN)で抵抗させる構造。</li> <li>将来拡幅時に無収縮モルタルの受け台を製作するため、暫定系時の景観を損なわない。</li> <li>モルタル厚一律とするため、ストラット長は、内外で異なる。</li> <li>型枠構造が単純となり施工性はCASE-2に比べ優れる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>付け根に発生するせん断力をシアキーφ180で抵抗させる構造(炭素繊維はフェールセーフ機能)。</li> <li>ストラット取り付け位置毎に型枠形状を変化させる必要があり、CASE-1に比べ施工性に劣る。</li> <li>暫定系時は受け台があるため、景観上CASE-1に劣る。</li> <li>突出部のコンクリート充填が困難である。</li> </ul>

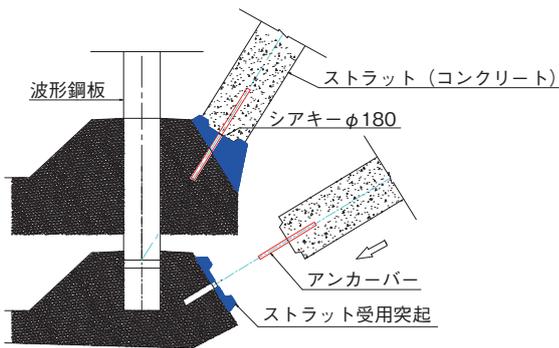


図5 突起形状図

4. 完成系設計時の検討

(1) 床版橋軸方向のPC鋼材配置

拡幅部の床版施工は、暫定系の構造完成後に移動型枠を2台使用して（写真1）、支間中央から端支点に向かってストラットを架設しながらブロック施工することとした。ブロック長は暫定系のブロック割りと移動型枠の耐力から標準14.4mとし、ブロック数は23ブロックとした（図6）。

また、詳細設計ではブロック施工に伴い床版に発生する下記の応力に対して検討した。

- ・水和熱と乾燥収縮により、拡幅床版と暫定系の床版の打継目に発生する直角方向の引張応力（図7）。
- ・床版橋軸方向に配置するPC鋼材の定着により、拡幅床版と暫定系床版の打継目に発生する直角方向の引張応力（図8）。

上記の検討の結果、床版橋軸方向の検討で決定した必要なPC鋼材8本を1断面に集中して定着させると（図8）、床版の鉄筋応力度は $\sigma_s = 139.7 \text{ N/mm}^2$ となり、鉄筋の許容応力度（ $\sigma_{sa} = 120.0 \text{ N/mm}^2$ ）を満足しなかった。そのため、定着本数を最大4本とすることで、床版の鉄筋応力度が $\sigma_s = 104.6 \text{ N/mm}^2$ となり、鉄筋の許容応力度を満足させることが出来た（図9）。

PC鋼材の定着は、架設時に必要な本数は2本であったことから、分散定着は最大4本、最小2本とし、最大4ブロックで定着するような配置とした（図10）。



写真1 移動型枠

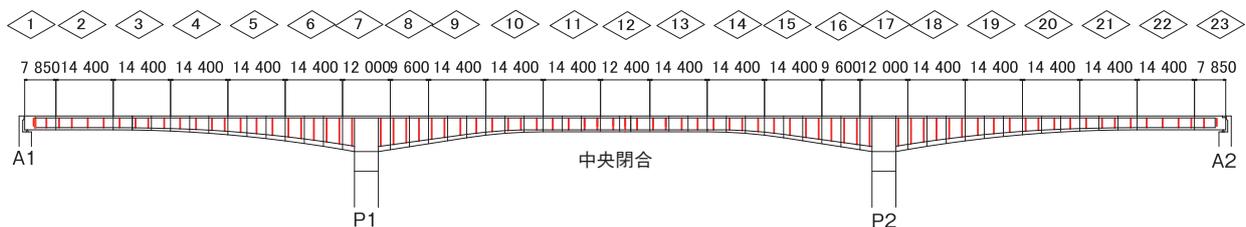


図6 ブロック割

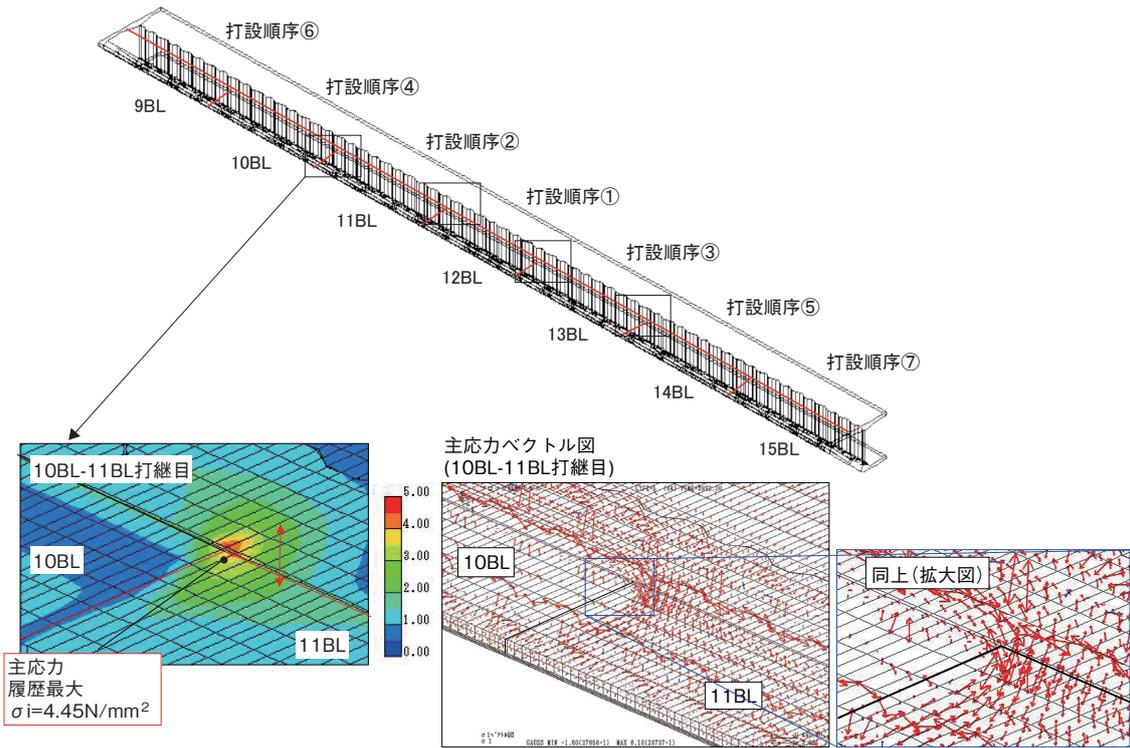


図7 温度解析結果

拡大図・ベクトル図

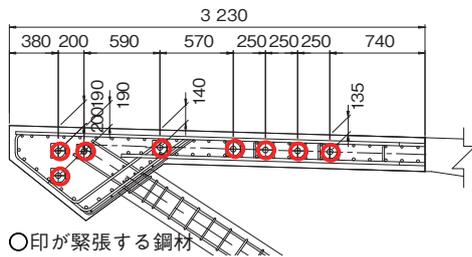
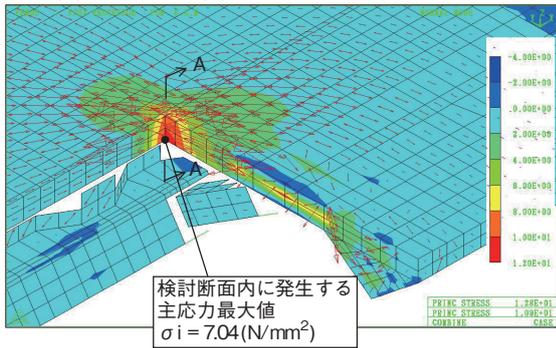


図8 集中定着のFEM解析結果(8本定着)

拡大図・ベクトル図

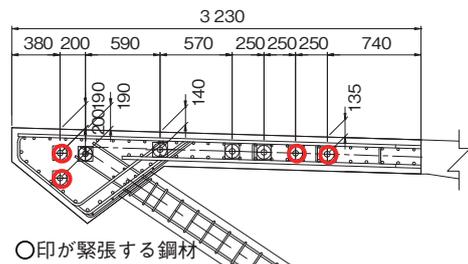
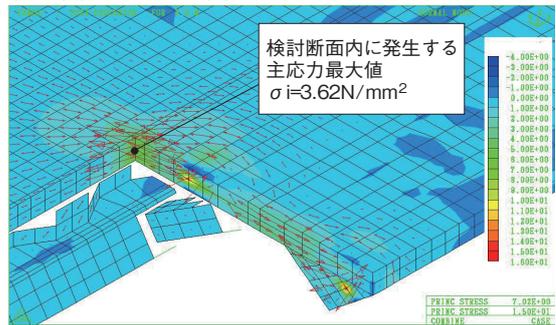


図9 分散定着のFEM解析結果(4本定着)

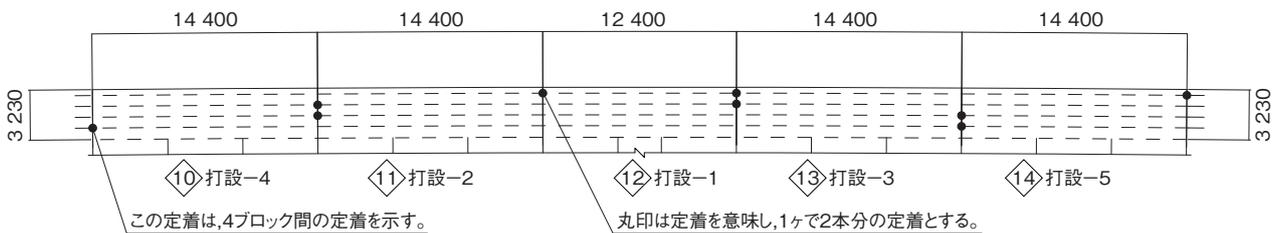


図10 PC鋼材概略配置

## 5. 移動型枠の構造

ストラットを有する拡幅床版の移動型枠は、移動の際にストラットと型枠フレームが干渉する。また、3.0m～9.0mと大きく変化する桁高に応じて作業床の設置高もブロック毎に変化する。そのため、これまで、鋼桁橋の床版や等桁高橋で使用されている移動型枠と大きく構造を変更する必要があった。変更点は、移動時に型枠フレームと作業床をストラットと干渉しない高さまで降下させ、移動後に上昇させる一括昇降方式とした（**図 11**、**写真 2**）。この方式は、移動毎にストラットと干渉する型枠フレームや足場を解体・再設置することなく、作業台は各ブロックの桁高変化に応じて最適な高さに設置することが容易となり、サイクル工程の短縮を図ることができた。また、本橋は静岡地区災害時の緊急輸送路としての役割を担っていることから、緊急車両がいつでも通行できる空間を確保した（**図 11**）。

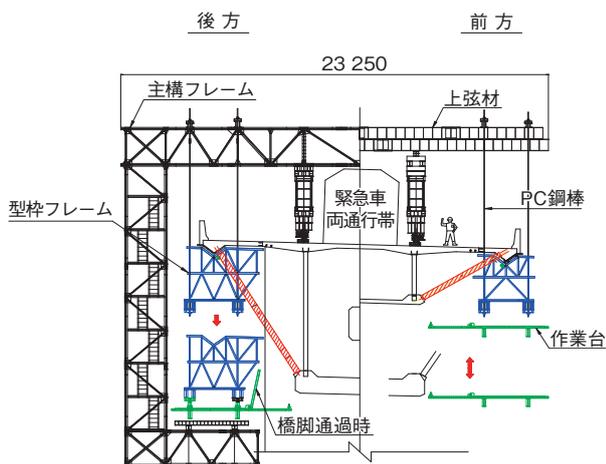


図 11 移動型枠断面図

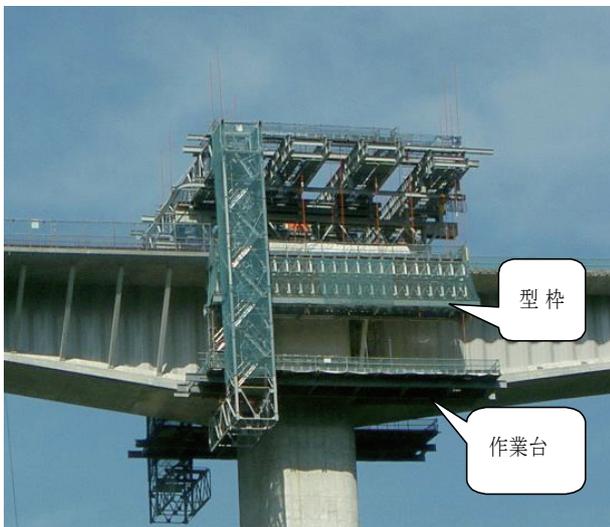


写真 2 移動型枠

## 6. ストラットの架設

ストラットの架設は、橋面上に配置した25tトラッククレーンを使用して行った。施工手順は、ストラットを25tトラッククレーンで吊り（**写真 3**）、ストラット先端部分を型枠内に挿入（**写真 4**）、波形鋼板よりチルホールにて下床版側にストラットを引き寄せ、下床版部の受け台にストラットのアンカーバーを差し込む（**写真 5**）。この架設が効率よく行えるようにするため、型枠は、ストラットを入れ込む部分だけを最小限取り除けるように、ころばしパイプを配置せずに、直接フレームで支持する構造とした（**写真 6**）。



写真 3 ストラット架設状況



写真 4 ストラット挿入状況



写真 5 ストラットのアンカーバー差し込み状況



写真6 拡幅床版型枠状況



写真7 床版打継ぎ部のコンクリートはつり状況

## 7. 床版打継ぎ部の防水処理

完成系断面への拡幅工事が決定され、不要となった暫定系壁高欄鉄筋と床版打継ぎ部のコンクリートに以下の処理を行った。床版打継ぎ部のコンクリートの耐久性を考慮して、ウォータージェットにてはつりの施工を行った(写真7)。施工手順は、先ず壁高欄鉄筋を30mm残して切断し、拡幅床版の施工後に打継ぎ部回りをウォータージェットではつり、鉄筋をプラズマカッターで切断した。はつり深さは、定着工法の縁端距離を確保するために、管理値を40～15mmとした。切断後の鉄筋には防錆材(エポキシ)を塗布してから、高弾性樹脂モルタルで断面修復し、その上に防水層(ウレタン層)を施工し(写真8)、高弾性樹脂モルタルの耐候性を確保するとともに、打継ぎ部の防水性を確保した(図12)。実績の少ない施工であることから、ウォータージェットで床版を削りすぎないように施工実験を行い、水圧・パス間距離・走行速度のパラメーターを決定してから、施工した。



写真8 防水層塗布状況



写真9 完成写真

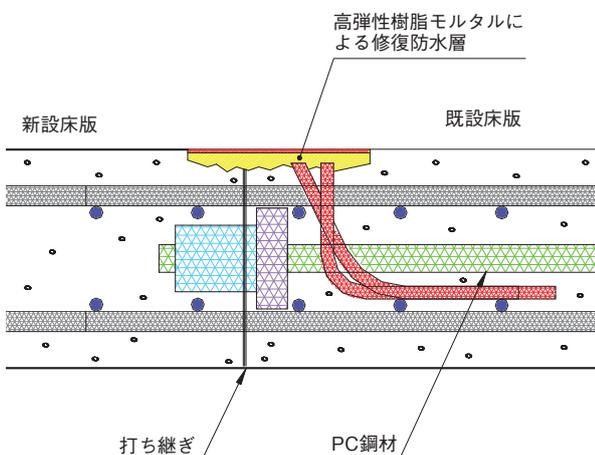


図12 はつり断面図

## 8. まとめ

本橋の業務は、当初、暫定系での設計施工であったが、最終的には拡幅床版の施工が追加となり、完成系での詳細設計も行った。暫定系施工時に下床版部のストラット接合の受け台突起を一体施工したため、拡幅工事が円滑に施工が行え、1ブロック7日で6ヵ月で施工することが出来た(写真9)。

設計業務ならびに本稿執筆にあたり、多大なるアドバイスをいただき関係者各位の皆様にご感謝の意を表し、本稿の終わりとする。