

### 三坂道路つづら川第8橋の施工における諸検討

(株) 富士ピー・エス 土木本部 正会員 熊屋 厚希  
 (株) 富士ピー・エス 施工本部 朝垣 航  
 (株) 富士ピー・エス 施工本部 正会員 江藤 彰彦

#### 1. はじめに

つづら川第8橋は、愛媛県松山市に整備中の一般国道33号「三坂道路」における、橋長311mのPC3径間連続ラーメン箱桁橋である。「三坂道路」は、高知市から愛媛県松山市へ至る主要幹線道路である一般国道33号において、松山市と久万高原町の境に位置する三坂峠(標高720m)付近の交通安全対策および防災対策を目的とし、地域高規格道路「高知松山自動車道」の一環として平成8年度より事業が進められている。

「三坂道路」は全長7.6kmの自動車専用道路であり、橋梁9箇所、トンネル2箇所および土工部で構成されている。本橋はつづら川地区に建設される「三坂道路」の中で橋長、支間長ともに最大の橋梁である。

以下、本橋の施工にあたり、構造物の品質・性能および施工時の安全性を確保するために行った諸検討の内容について報告する。

#### 2. 橋梁概要

本橋の工事概要を表-1、標準断面図を図-1、側面図を図-2に示す。

表-1 工事概要

工事名	平成21-23年度 つづら川第8橋上部工事
発注者	国土交通省 四国地方整備局
工事場所	愛媛県松山市久谷町つづら川
工期	平成21年9月1日～平成23年9月30日
橋長	311.0 m
支間長	74.0 + 126.0 + 109.0 m
有効幅員	10.050 ~ 9.250 m
平面線形	R=400(右) ~ A=200 ~ R=
縦断勾配	-4.000% ~ -2.902%
横断勾配	7.00% ( \ ) ~ 1.50% ( / \ )
構造形式	PC3径間連続ラーメン箱桁橋
架設工法	張出し架設(仮支柱併用)

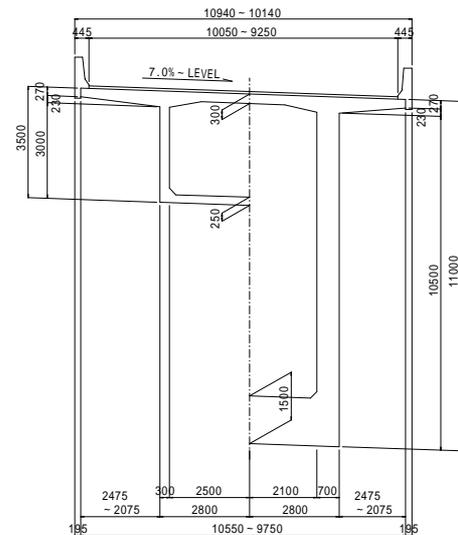


図-1 標準断面図

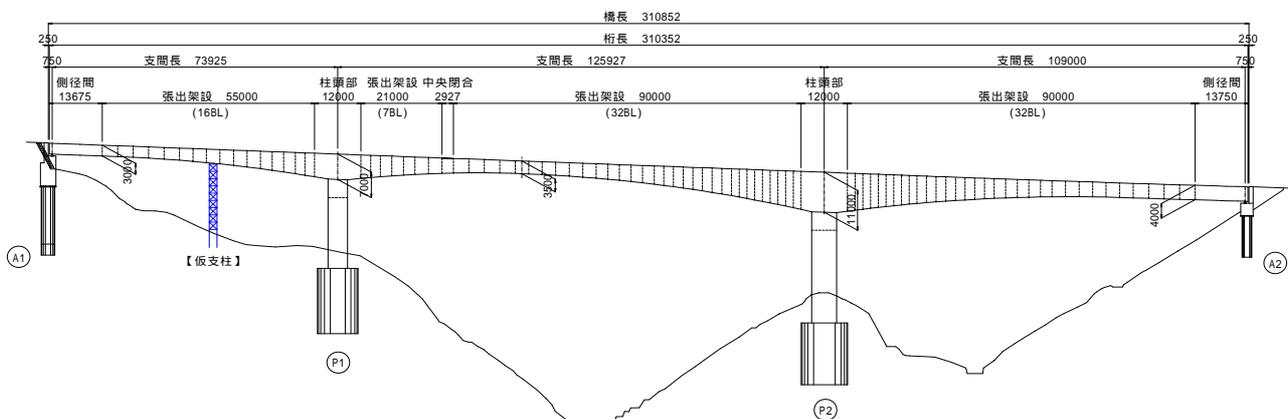


図-2 側面図

### 3. 施工概要

本橋は山間部に位置し2つの谷を横過するため、橋脚位置に制約があり、アンバランスな支間割となっている。P2 橋脚からの張出し架設長が最大 90m(32BL)と長く、中央径間側では支間中央を越えてP1 橋脚の近傍までP2 橋脚からの張出し架設となっている。これに伴い、P1 橋脚からの張出架設長が左右で大きく異なるため、A1 橋台側は仮支柱を併用した片張出しとなっている。施工ステップを図 - 3 に示す。

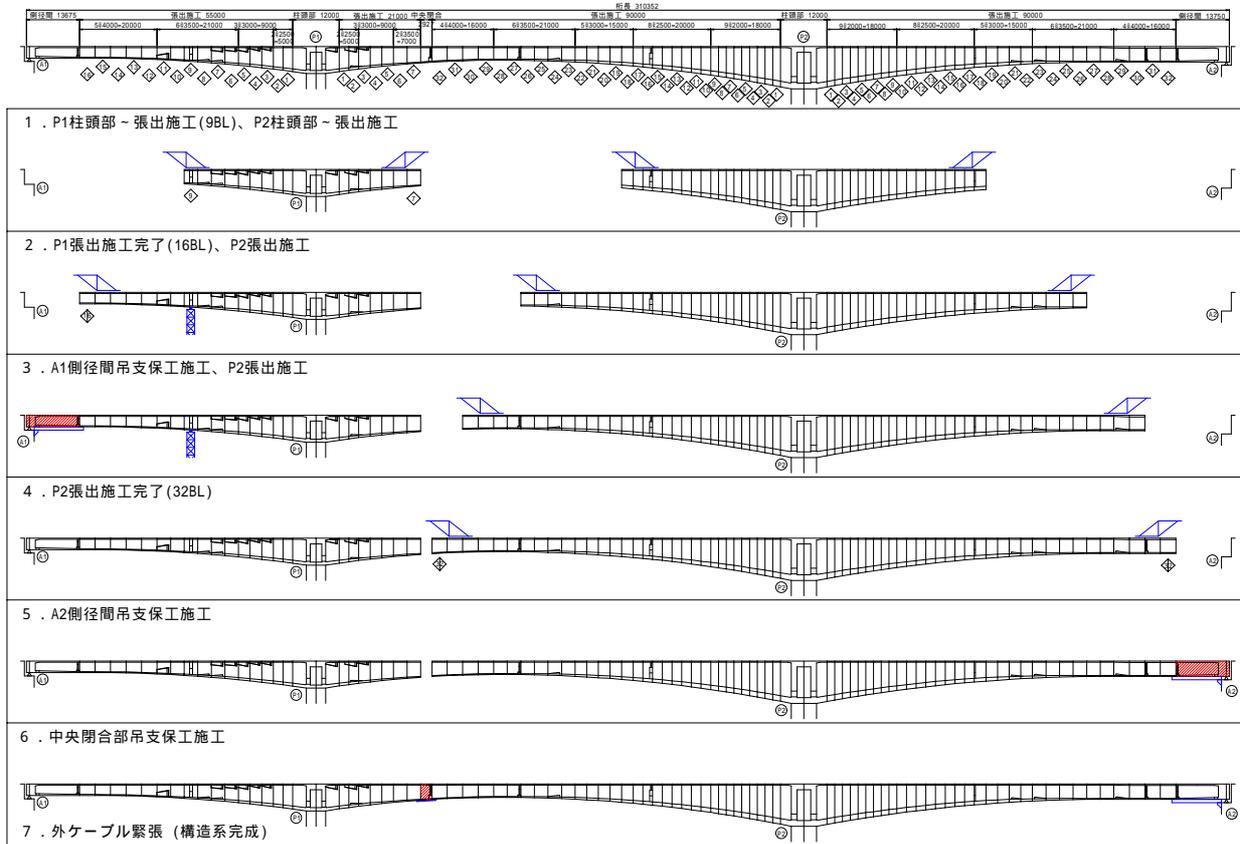


図 - 3 施工ステップ

### 4. 検討内容

#### 4.1 温度応力解析によるひび割れ抑制対策

本橋のP2 柱頭部における桁高は 11.0m, 下床板厚は 1.5m であり、部材厚が大きいことから、柱頭部および張出し施工部において温度応力によるひび割れの発生が懸念された。そこで、施工計画におけるコンクリート配合、養生条件、打設時期などの現場条件に従って温度応力解析を行った結果を基に、発生する引張応力に対して補強鉄筋の配置を行った。張出し施工部の下床版の最大主応力に対するひび割れ指数カウンター図を図 - 4 に示す。下床版に発生する引張応力は橋軸直角方向に卓越しており、これに対して図 - 5 に示すように補強鉄筋を配置した。補強鉄筋は、発生応力度に対するひび割れ指数が 1.0 未満となる範囲について配置した。

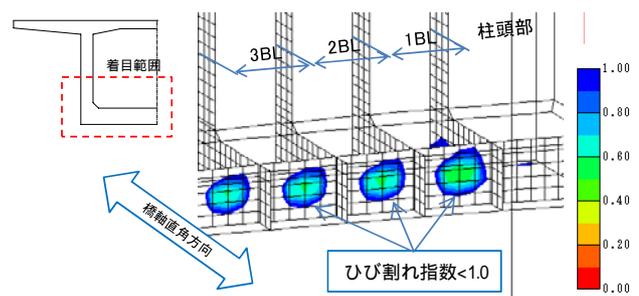


図 - 4 ひび割れ指数カウンター図(経験最小値)

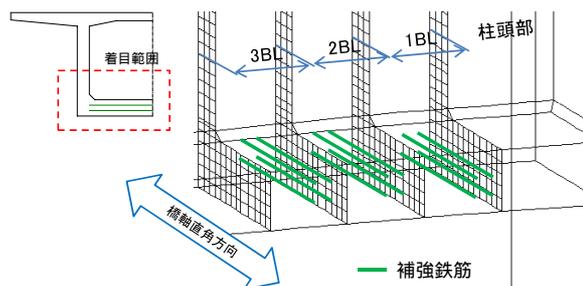


図 - 5 補強鉄筋配置要領図

#### 4.2 内ケーブル定着突起の安全性に対する検討

本橋のPC鋼材配置は、架設ケーブルに内ケーブル12S15.2、連続ケーブルに外ケーブル19S15.2および内ケーブル12S15.2を用いた内外ケーブル併用方式である。このうち、内ケーブル12S15.2の一部は突起定着で1箇所複数本が定着されており、定着圧力により発生する引張応力によってひび割れの発生が懸念されたことから、FEM解析により定着突起の安全性に対する検討を行い、形状寸法の変更および補強鉄筋の配置を行った。

FEM解析はPC鋼材の定着圧力のみを考慮し、既に多くの施工実績があり安全性が確認されている一本定着の場合を基本ケースとし、その場合に定着突起背面に発生する局部応力を制限値とした。

定着突起形状を図-6、FEM解析モデルを図-7、解析結果を図-8に示す。複数本定着される突起に対する解析の結果、設計図面の形状寸法(定着間隔:350mm)では、定着突起背面に発生する局部応力が一本定着の場合よりも1.3N/mm<sup>2</sup>程度大きくなることがわかった。そこで、定着間隔を大きくして隣り合うPC鋼材の定着圧力の影響を分散させることにより、定着突起背面に発生する局部応力を低減した。FEM解析結果を基に、補強鉄筋の配置スペースも考慮して定着間隔を600mmとし、発生する引張応力に対して配置鉄筋量を決定した。

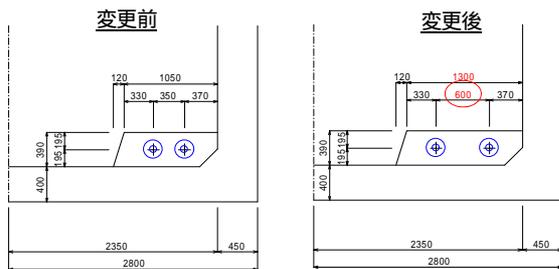


図-6 定着突起断面図(二本定着)

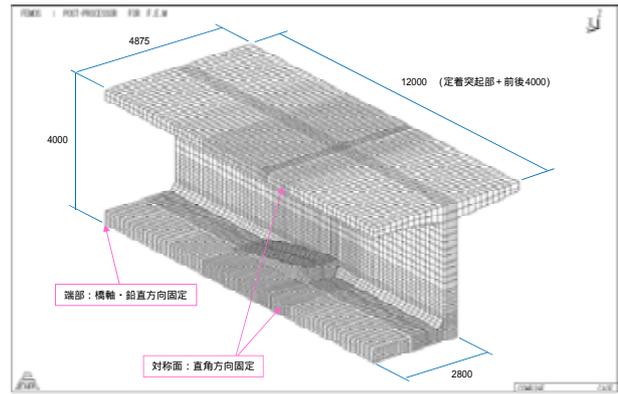


図-7 FEM解析モデル

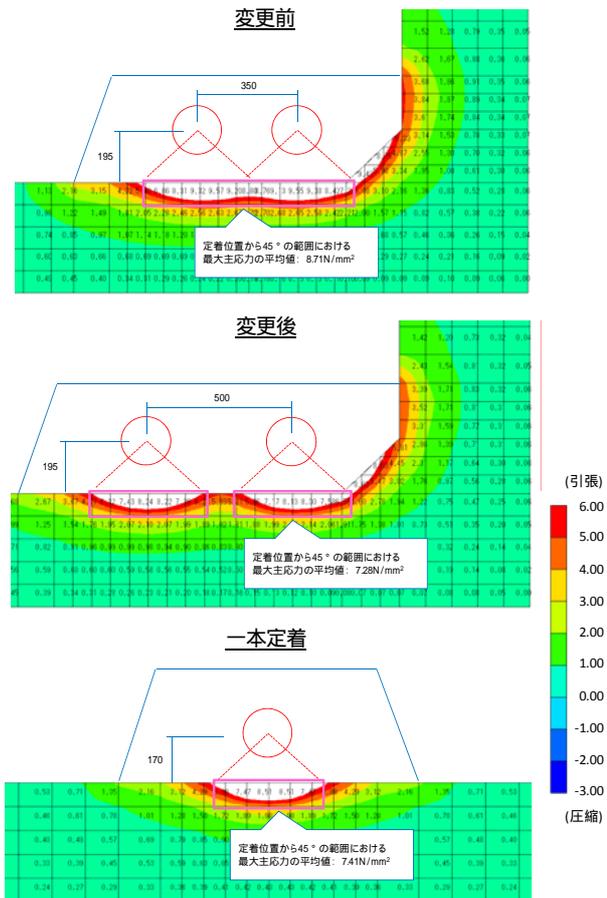


図-8 FEM解析結果  
(定着背面位置の最大主応力コンター図)

#### 4.3 仮支点反力に対する検討

仮支柱を設置するA1-P1径間は、平面線形R=400mの曲線区間となっており、左右の支点反力に差が生じることから、立体格子解析により仮支柱設置期間の各施工ステップにおける左右各支点の反力を算出し、施工時における反力の管理値の目安とした。解析モデルを図-9に示す。荷重は主桁自重および移動作業車や吊支保工の施工時荷重を考慮した。

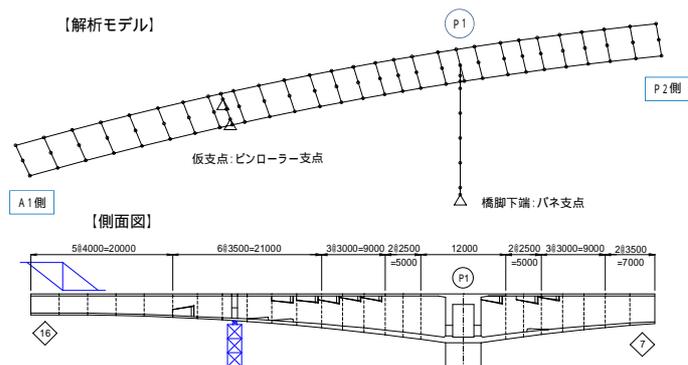


図-9 立体格子解析モデル

仮支点反力の最大値を表 - 2 に示す。仮支点反力は A1 側径間吊支保工施工時に最大となり、左右各支点的反力は 0.37 : 0.63 の分担率となった。

表 - 2 仮支点反力(最大値)

左側支点反力	右側支点反力	合計反力
3800	6400	10200
( 0.37 )	( 0.63 )	( 1.00 )

( )内は合計反力に対する割合を示す。

4.4 仮支点横桁の安全性に対する検討

仮支柱設置位置(9BL 中央)には支点横桁が設けられているが、4.3の立体格子解析により算出した支点反力の最大値に対して FEM 解析により安全性の確認を行った。仮支点横桁部断面を図 - 10, FEM 解析の結果を図 - 11 に示す。解析の結果、下床版と横桁の隅部に  $3.4\text{N/mm}^2$  の局所的な引張応力が発生することがわかったため、これを緩和させるためにハンチを設けることとした。ハンチを設置した場合の表面における引張応力は最大  $2.9\text{N/mm}^2$  であり、発生する引張応力度に対して補強鉄筋を配置した。

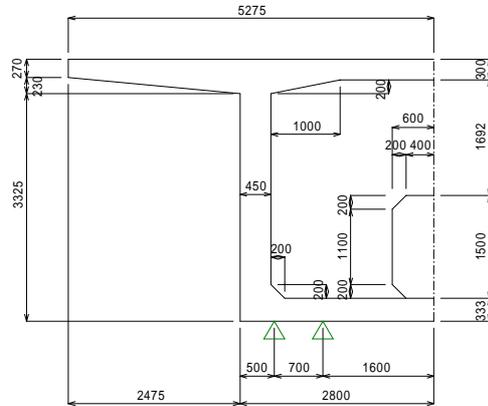


図 - 10 仮支点横桁断面図

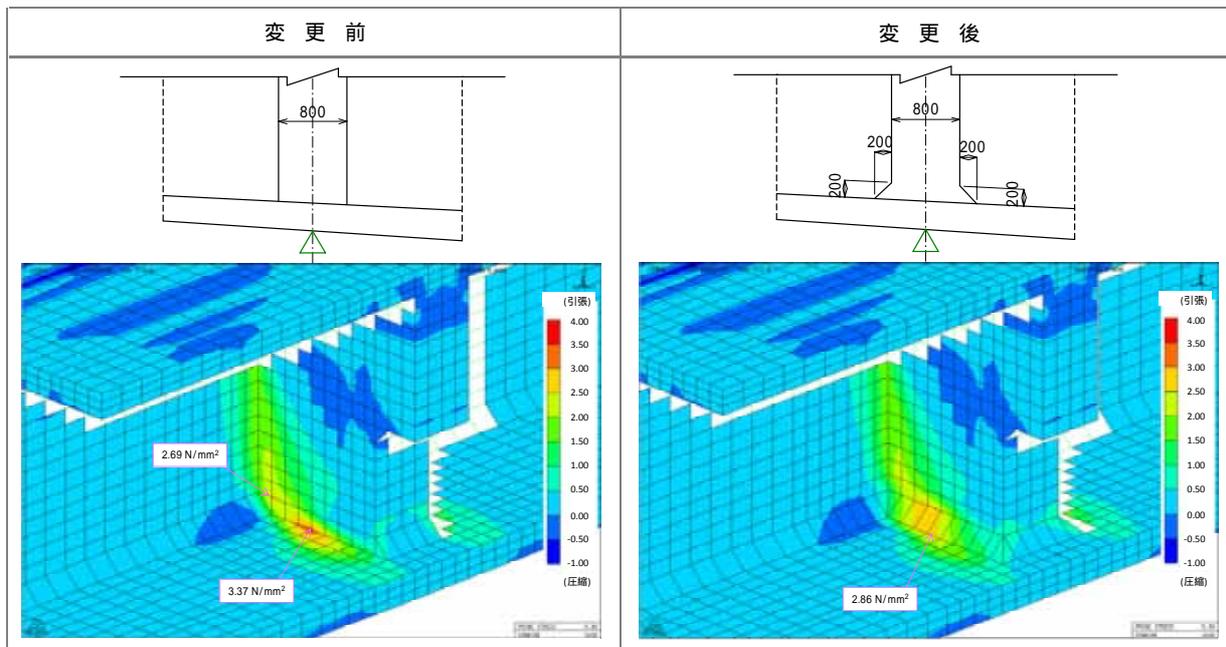


図 - 11 FEM 解析結果(最大主応力コンター図)

5. おわりに

本工事は、2011年5月末現在、すべての径間の閉合を完了し、橋体工は連続外ケーブルの施工を残すところである。写真 - 1 に現在の施工状況を示す。

最後に、本報告における検討にあたり、ご指導・ご協力いただいた関係各位の皆様へ深く感謝の意を表すとともに、本報告が同種工事の参考となれば幸いです。



写真 - 1 施工状況