

新名神菟野第二高架橋の計画・設計

(株)オリエンタルコンサルタンツ
 (株)オリエンタルコンサルタンツ 正会員
 中日本高速道路(株) 名古屋支社 四日市工事事務所

○田中 誠
 林 克弘
 戸田 光彰

1. はじめに

本橋は、地域有数の観光地である湯の山温泉への入り口に位置し、将来的に4車線から6車線に拡幅する可能性がある橋梁である。観光地であること、エクストラードロード橋（以下ED橋と称す）を有することから景観検討を実施し、橋脚及び上部工は、地域に生息するマコモ（イネ科の植物）をモチーフにした形状とすることで、地域性を反映した。本稿では特殊な橋脚形状に対しFEM解析を用いた設計と、将来拡幅への配慮を提案した上下部構造について報告するものである。

2. 設計概要

2.1 橋梁諸元

本橋の橋梁諸元を表-1に示す。また、図-1 に標準断面図、図-2 に側面図を示す。

表-1 橋梁諸元

橋梁形式	西側アプローチ部	11 径間連続 PRC 箱桁橋
	ED 橋部	3 径間連続 ED 橋
	東側アプローチ部	5 径間連続 PRC 箱桁橋
橋長	西側アプローチ部	526.000 m
	ED 橋部	341.000 m
	東側アプローチ部	236.000 m
有効幅員	上り線	暫定 9.76m, 完成 16.81m
	下り線	暫定 9.81m, 完成 16.81m
斜角	90° 00' 00"	
下部構造	壁式橋脚(Y型橋脚)	
基礎形式	アプローチ部	直接基礎
	ED部	ケーソン基礎
地域区分	A2 地域 (C _z =1.0, C _{Iz} =1.0, C _{IIz} =1.0)	
適用基準	設計要領	第二集 (平成 24 年 7 月)
	道路橋示方書-同解説	(平成 24 年 3 月)

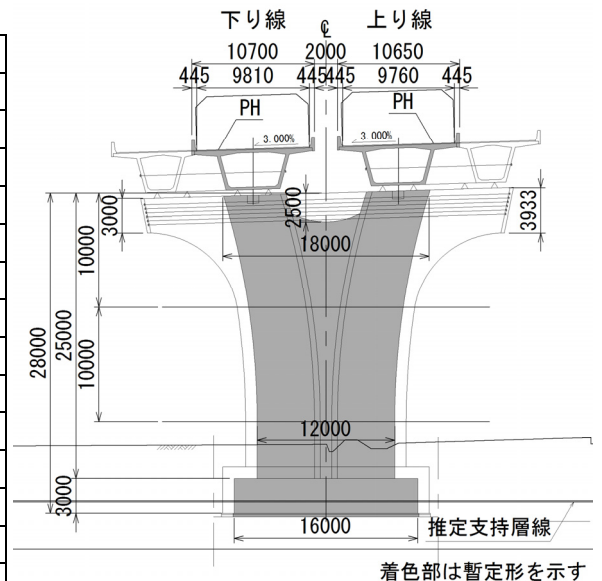


図-1 標準断面図

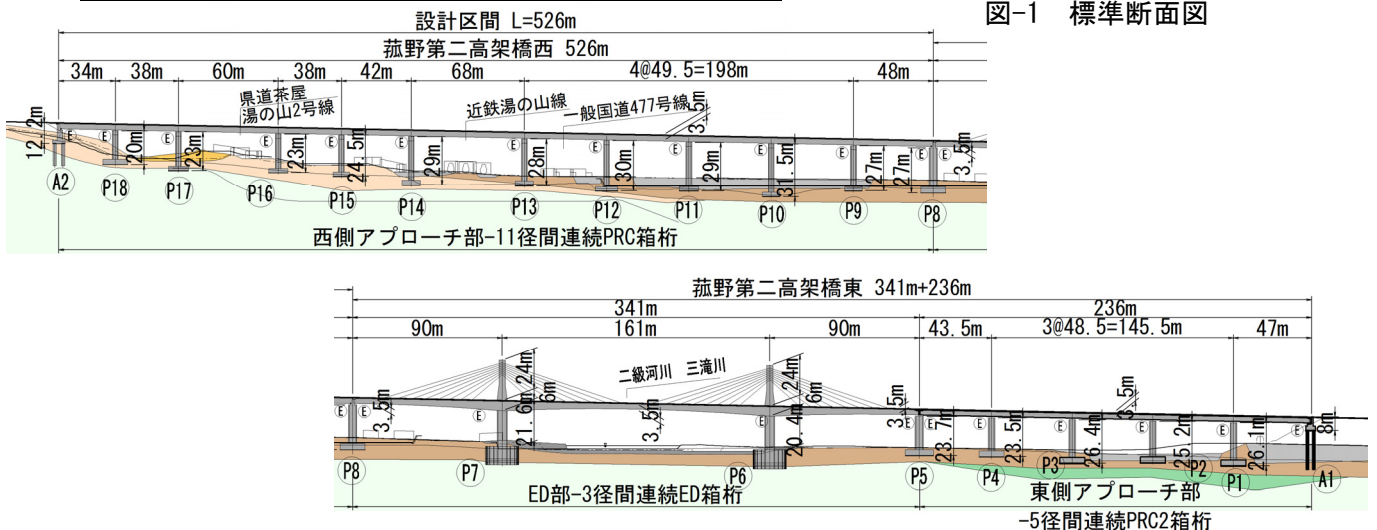


図-2 側面図

3. FEM解析による下部工配筋計画

3.1 橋脚形状

橋脚形状は図-1に示すように「マコモ」(菰野という地名の語源となっているイネ科の植物)をデザインモチーフとした形状とした。また、橋脚天端は図-3に示すように、狭い橋座に2点支承が設置される。H24年NEXCO設計要領に準拠し、支承点検用の箱抜きを橋脚天端に設ける必要があるが、橋脚天端の空間が狭いため、標準的な平面寸法1.5m×1.0mから1.0m×0.8mに縮小した(図-3)。

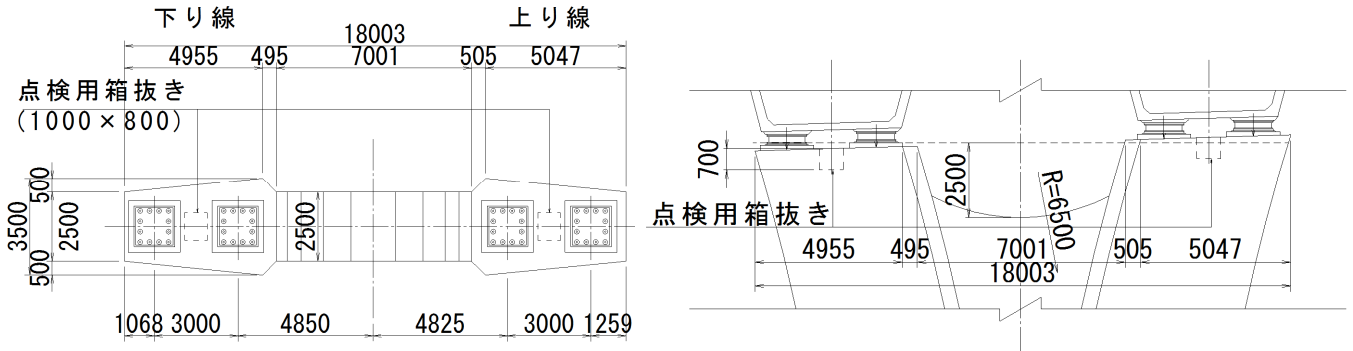


図-3 橋脚天端形状図

3.2 主鉄筋の配筋方向

特殊形状の橋脚であるため、柱の主鉄筋の配置を決めることを目的に、二次元FEM解析を実施した。主応力図を図-4に示す。主応力図から支承反力が伝達する直下と上下線の支承からの応力が重複する橋脚中心部は応力の方向が乱れていると判断できる。また、橋脚側面の曲線部付近はおおむね曲線に沿った向きに応力が生じている。主応力の方向により、側面の曲線付近を曲線に沿って配筋し、その他の範囲については鉛直配置することとした。

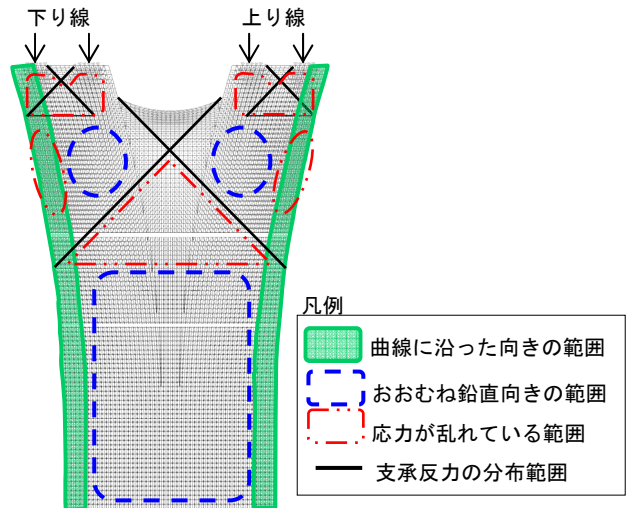


図-4 二次元 FEM 解析の主応力図

3.3 割裂に対する補強

橋脚の凹部天端および橋座支承間には割裂する方向に引張応力が発生するため、この応力を把握するための二次元 FEM 解析を実施した。二次元 FEM 解析の最大主応力コンター図を図-5に示す。これらの引張応力に対して補強筋を配置した。

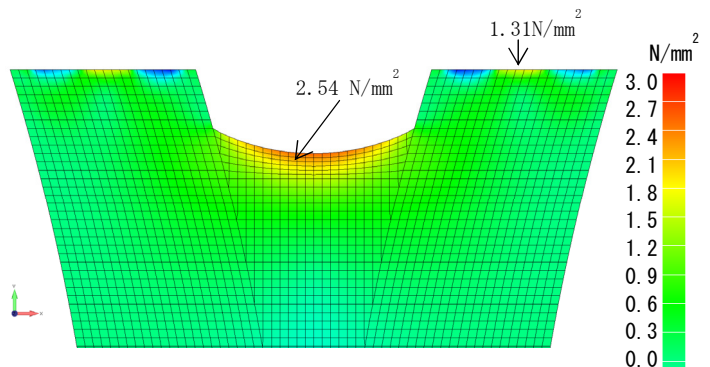


図-5 二次元 FEM 解析の最大主応力コンター図

3.4 地震時の欠け落ち

橋座が狭いことに加え、点検用箱抜きを設けていることから、L2 地震時に橋軸直角方向へ欠け落ちてしまうことが懸念される。このため、欠け落ちに対する照査を目的として図-6 のように点検用箱抜きをモデル化した三次元 FEM 解析を実施した。図-7 の応力コンター図の示すように箱抜き周辺に橋軸直角方向の引張応力が発生しているが、箱抜きに対する補強筋 D38@125 で耐力を満足するため、新たに補強は行う必要がなかった。

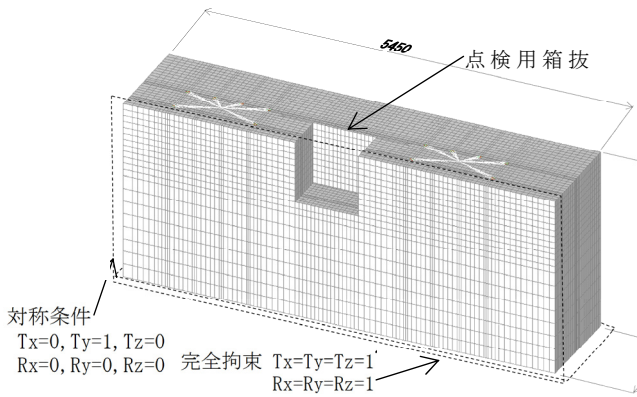


図-6 三次元 FEM 解析のモデル図

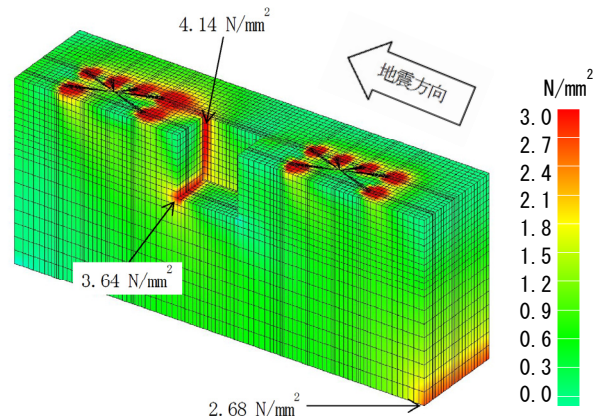


図-7 三次元 FEM 解析の応力コンター図

4. 将来拡幅計画に配慮した上下部工計画

4.1 上部工構造概要 (暫定時)

図-8に上部工断面図を示す。本橋は景観性への配慮から、桁高は橋梁全体で等桁高の3.5mとしている。また、斜めウェブの傾きは、橋脚正面から見た曲線部と同程度の傾き (1 : 0.267) を採用し、上部工と下部工の一体性を考慮している。

PC鋼材には19S15.2Bを採用した外ケーブル構造とし、主桁断面の軽量化、維持管理性の向上を図っている。また、予備ケーブルの配置孔を設けることでケーブルの追加および取り替えができ、将来の要求性能の変化への対応を可能とした。

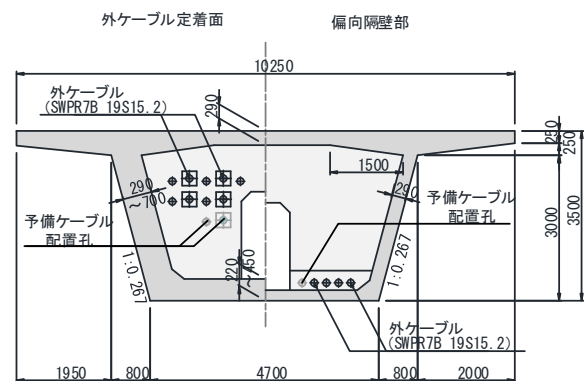


図-8 上部工断面図

4.2 主桁断面における配慮

将来拡幅方法は、既設主桁断面への影響が少ない単独箱桁の増設による方法とした (図-9)。また、既設桁と増設桁が連結する床版には、以下の点から後打ち部を設けた。

- ① 増設桁の弾性変形、クリープ、乾燥収縮を既設桁で拘束させないため。
- ② 鉄道および国道を跨ぐ区間は片持ち架設としていることから、移動作業車の吊材を通過させるため。

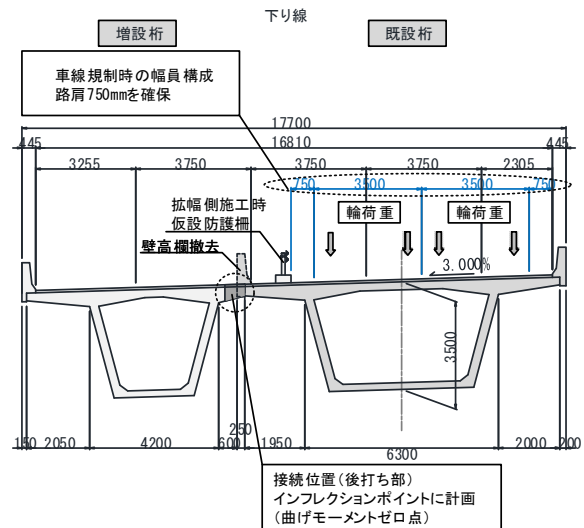


図-9 将来拡幅方法

なお、床版接合位置は、拡幅後の床版曲げモーメントのインフレクションポイント (曲げモーメントゼロ点) 近傍とした。

既設桁のウェブ位置は、完成拡幅時に行う車線規制による路肩750mmを確保した幅員構成に対し、拡幅側の張出床板に輪荷重が載荷しない位置として設定し、将来6車線化に配慮した。また、既設桁拡幅側の張出床板下縁には、拡幅施工中に壁高欄および遮音壁の撤去により、荷重が除荷されることで引張応力が発生するため、その照査を行った。配置鉄筋量はD13ctc125で満足していることを確認した。

4.3 PC床板接合方法

将来拡幅時は、既設桁の拡幅側の張出床板に増設車線の輪荷重が載荷されるため、耐久性を考慮して、暫定時の床版はPC構造とし、PC鋼材は1S21.6を採用した。増設桁の床版がRC構造で構成可能であることから、基本設計時には床版先端に接続鉄筋を埋め込んだRC接続とした(図-10)。

RC接続とすると、増設桁は橋軸方向に変形し溶接する鉄筋にズレが生じるが、鉄筋定着・継手指針より、橋軸方向に $370\text{mm}/10=37.0\text{mm}$ までズレを許容できる。

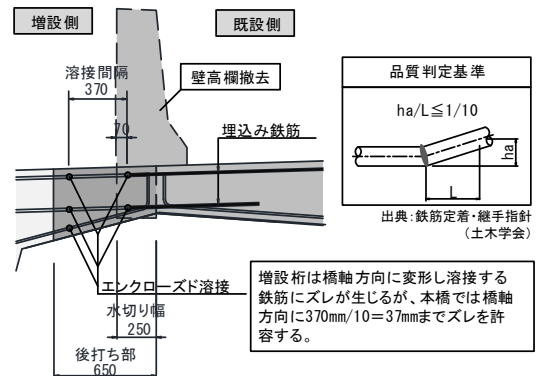


図-10 RC接続による床版接合方法

4.4 下部工拡幅方法

図-11に下部工の拡幅方法概要図を示す。暫定形の梁にはシースを予め配置し、完成形ではPRC構造とすることで梁を拡幅する。柱の配筋概要図を図-12に示す。柱は完成形において、巻き立てる必要があるため、飾り化粧コンクリート部分を撤去しやすいように、帯鉄筋はコア部分のみを囲い、飾り部はコア部とは分離して配筋した。将来施工時には増設部分が中空断面橋脚と同様の構造細目とすることで中間拘束貫通鉄筋を省略できる計画とした。

フーチングの将来拡幅についてはRC構造による増設とPRC構造による増設が考えられるが、将来に対する配慮を最小限とする計画としてRC構造による増厚を採用した。

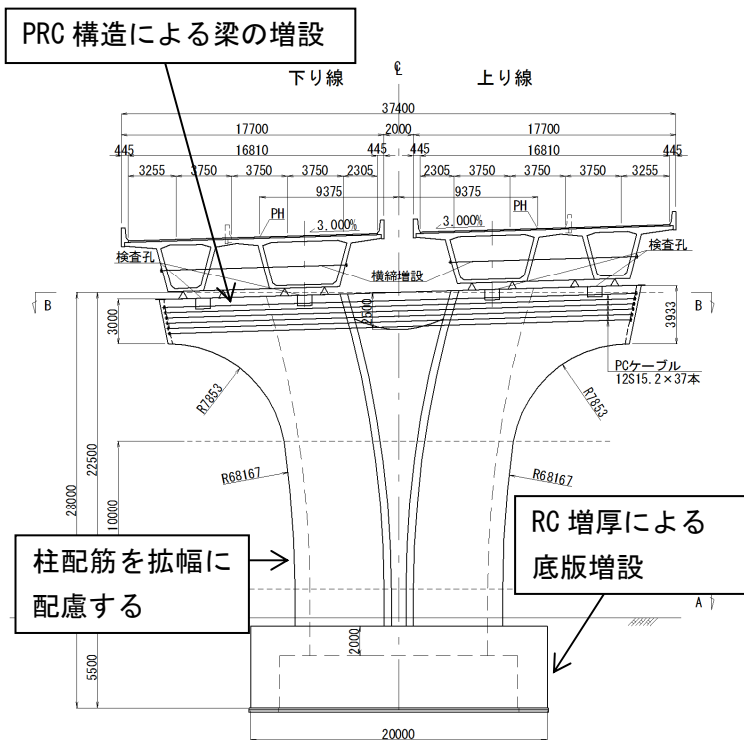


図-11 下部工拡幅方法概要図

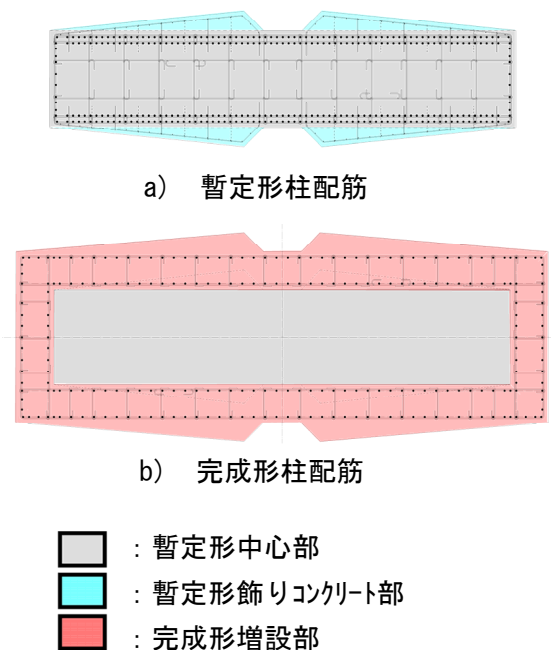


図-12 柱配筋概要図

5. おわりに

本稿は菰野第二高架橋の複雑な橋脚形状に対し FEM 解析を用いた設計と将来拡幅に対する提案について報告した。従来通りの設計手法では評価できないような構造物に対して、応力状態を適切に評価できる FEM 解析は今後も有効な手段であると考えている。本計画の成果が今後の橋梁設計に参考になれば幸いである。