

新名神高速道路 八幡ジャンクション Aランプ1号橋(その2)の設計・施工

(株)ピーエス三菱 正会員 ○河中 涼一
 (株)ピーエス三菱 正会員 長井 吾朗
 西日本高速道路(株) 松本 正司
 西日本高速道路(株) 野田 翼

1. はじめに

本稿の対象となる新名神高速道路 八幡JCT Aランプ1号橋(その2)は、平成28年度開通予定の新名神高速道路 城陽JCT～八幡JCT 間のうち、第二京阪道路と新名神高速道路を接続する八幡JCTの一部である。路線図および架橋位置を図-1および図-2に示す。

本稿では、ポータルラーメン橋のLv2地震時の耐震設計方法、ポータルラーメン橋のプレストレス有効伝達長確認および横断勾配が大きな曲線橋における養生管理手法について報告する。



図-1 新名神高速道路における八幡JCTの位置

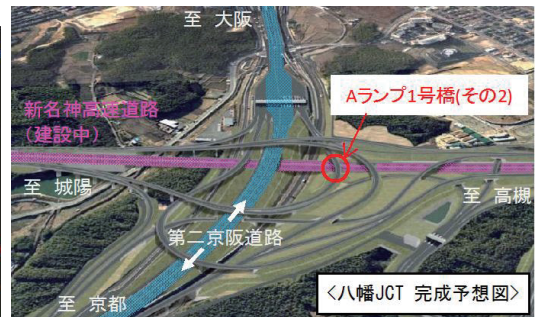


図-2 Aランプ1号橋(その2)架橋位置

2. 工事概要

本橋はPRCポータルラーメン2主版桁橋であり、最小半径130m、最大横断勾配8.0%を有する曲線橋である。以下に、八幡JCT Aランプ1号橋(その2)の概要を示す。また、本橋の一般図を図-3および図-4に示す。図-3に示すとおり、本橋は新名神高速道路の本線上に架橋されるものである。

発注者：西日本高速道路(株) 関西支社

工 期：平成25年12月28日～平成27年12月17日

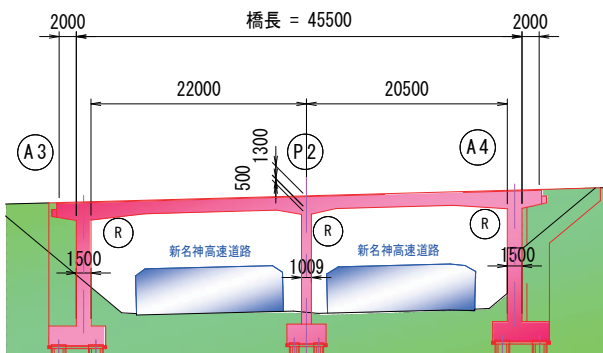


図-3 側面図

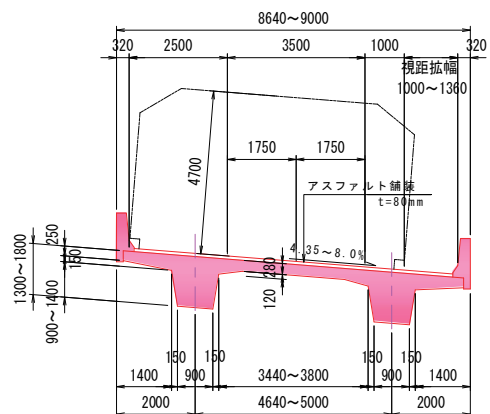


図-4 断面図

3. レベル2地震時の耐震設計

3.1 設計方法の検討

株式会社高速道路総合研究所が発行する設計要領第二集 3章 耐震設計¹⁾によると、ポータルラーメン橋の耐震設計において、レベル2地震動に対する耐震性能照査は省略してよいとの記載がある。しかし、本橋は新名神高速道路の本線上に架橋されることや、中間橋脚を有する2径間の比較的橋長の長い橋梁であることなどを勘案して、レベル2地震動に対する耐震性能照査を実施する方針とした。

昨今、レベル2地震動に対する耐震性能照査には、動的解析を用いた検討が一般的である。しかし、動的解析では、地震時に橋台背面の土圧に橋体が支持される本橋のような場合、その土圧を動的なバネとして評価することが難しい。そこで、本橋のレベル2地震動の設計については、背面土圧の影響を静的なバネとして評価できるプッシュオーバー解析を用いた。

3.2 堅壁背面の地盤バネの設定

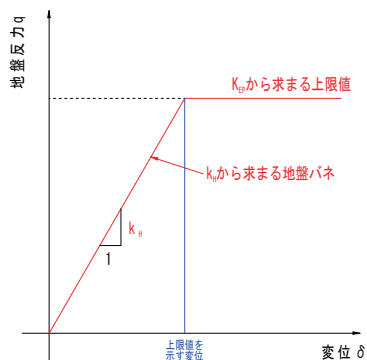
弾性域における堅壁背面の水平方向地盤バネ k_H の算出には、道路橋示方書IV 下部工編の第11章・ケーソン基礎の設計²⁾に従い、基礎前面の地盤反力度係数を求める式(1)を用いた。なお、変形係数 E_0 は $2,800 \times N$ 値とし、 N 値には締固め土の $N=10$ に安全率2を考慮して $N=5$ と仮定した。

$$k_H = \alpha_k k_{H0} \left(\frac{B_H}{0.3} \right)^{-3/4} \cdot \cdot (1)$$

3.3 堅壁背面の地盤反力度の上限値

水平方向の地盤バネの上限値は、ケーソン基礎の前面抵抗の考え方を踏襲し、その受動土圧係数²⁾を式(2)から求め、これに橋台幅と各節点の深度を乗じて求めた。なお、土のせん断抵抗角 ϕ および単位体積重量 γ は、設計要領第2集の「橋台に作用する土圧」の項に記載されている値として、それぞれ $\phi=30^\circ$ ， $\gamma=19\text{N/mm}^2$ とした。

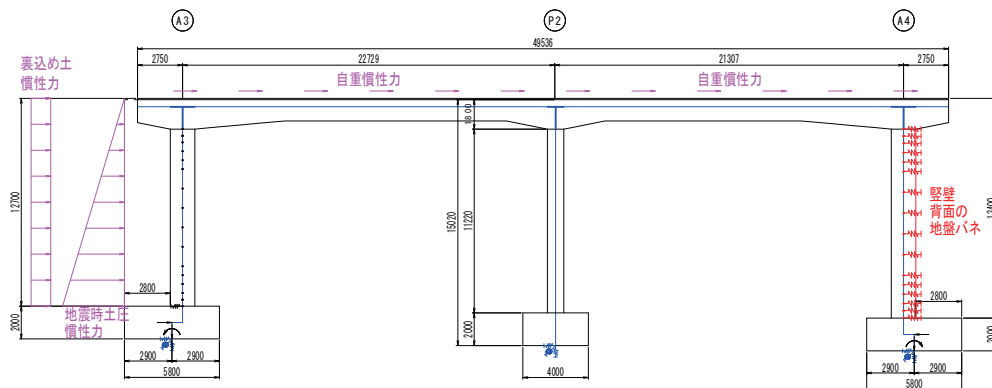
$$K_{EP} = \frac{\cos^2 \phi}{\cos \delta_E \left(1 - \frac{\sin(\phi - \delta_E) \sin(\phi + \alpha)}{\cos \delta_E \cos \alpha} \right)} \cdot \cdot (2)$$



図－5 地盤バネのバイリニアモデル

3.4 解析モデル

レベル2地震時の耐震設計における堅壁背面の地盤バネのバイリニアモデルの概念図を図－5に、解析モデルを図－6に示す。



図－6 レベル2地震時の耐震設計における解析モデル

3.5 動的解析とプッシュオーバー解析の断面力

レベル2地震動に対する耐震性能照査において、地盤バネを考慮したプッシュオーバー解析で求めた断面力と、地盤バネを考慮していない動的解析のそれぞれから算出した断面力を比較した結果を図-7に示す。この図より、本橋のケースでは、起点側の負曲げ領域において、動的解析よりもプッシュオーバー解析の方がやや安全側に配慮できたことが分かる。これ以外の範囲においては、動的解析とプッシュオーバー解析の差は小さかった。

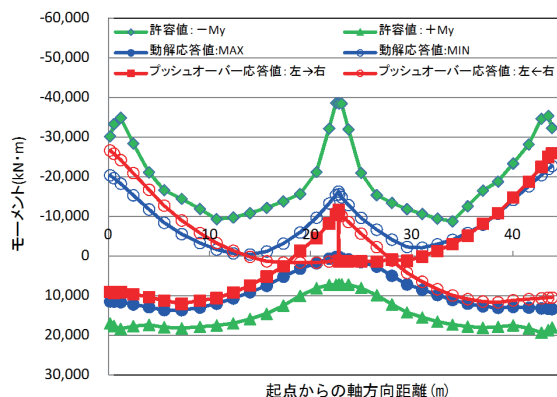


図-7 解析方法による断面力比較

4. 主ケーブルのプレストレス有効伝達長確認

4.1 概要

本橋は、緊張端部付近で上部工と下部工が剛結される構造であり、主桁に導入されるプレストレス力が下部工に拘束されるため、PC鋼材の定着位置からプレストレスが有効に作用するまでの有効伝達長を通常の梁解析で評価すると、危険側の設計になる可能性がある。そこで、三次元FEM解析を用いて、上部工に導入されるプレストレス力の分布範囲を算出し、これを梁解析で想定する有効伝達長と比較することで、その妥当性を検証した。

4.2 梁解析における分布範囲の算出

梁解析において、PC鋼材の定着位置からプレストレスが有効に作用するまでの有効伝達長 L は、通常、道路橋示方書Ⅲ コンクリート橋編の第6章・形状および鋼材の配置³⁾に従い式(3)を用いて算出する。

$$L = \frac{h + b_f}{2} \cdot \cdot (3)$$

ここに、 h ：桁高、 b_f ：上フランジ幅である。本橋で計算した結果、 $L=3.065\text{m}$ となる。

4.3 三次元FEM解析を用いた有効伝達長の算出

三次元FEM解析を用いて、上部工に導入されるプレストレス力の分布範囲を算出した。解析モデルは1/2モデルとし、プレストレス荷重は 165mm の支圧板に 532.4mm^2 (鋼材断面積)× $1,000\text{N/mm}^2$ (鋼材応力度)を等分布荷重で、設計どおり16本分載荷した。解析結果として得られた橋軸方向応力度のコンター図を図-8に示す。

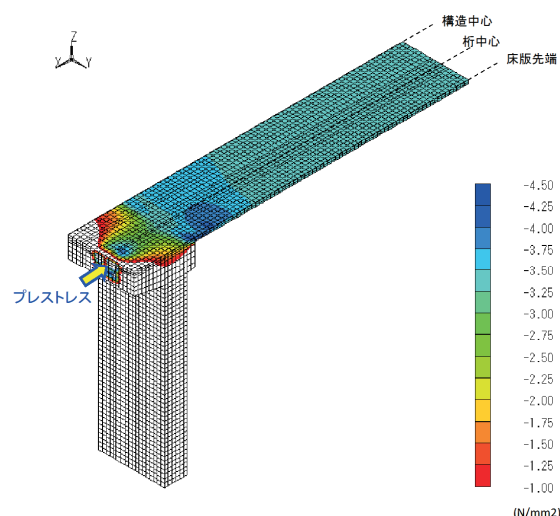


図-8 三次元 FEM 解析結果

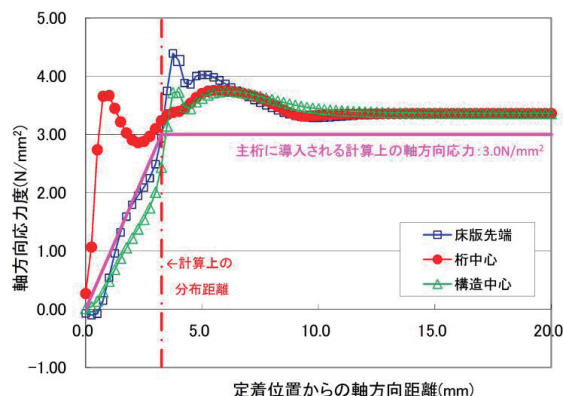
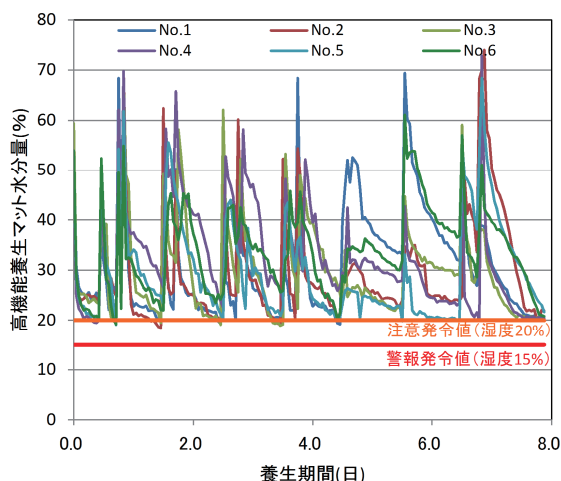


図-9 梁解析と三次元 FEM 解析の結果比較

4.4 梁解析と三次元FEM解析の結果比較

解析結果から、桁中心、張出先端および構造中心の軸方向応力度を抽出した結果を図－9に示す。この図に示すように、各照査位置におけるプレストレスによる軸方向応力度が均一になる分布距離は、道路橋示方書から求まる有効伝達長と概ね一致していることが分かる。また、桁に導入される軸方向応力度も計算値と概ね一致していることが分かる。よって、ポータルラーメン構造である本橋にも、プレストレスが有効に作用するまでの有効伝達長は、通例どおり道路橋示方書から求まる値を適用して設計を行った。



図－10 養生管理システム計測結果

5. 曲線橋における湿潤養生管理

本橋は、約3%の縦断勾配と最大8%の横断勾配を有する曲線橋であるため、打設後の湿潤養生時に養生水が勾配の低い側へ流下することで、橋面上の湿潤状態が不均一になる可能性がある。そこで本橋では、打設後の床版上面に保水性能に優れる高機能養生マットを敷設して湿潤養生を行った。

湿潤状態の管理は、橋梁の縦断および横断勾配から養生水の流下方向を確認し、上流側に水分量センサーを設置することで、湿潤状態のモニタリングを行った。水分センサーは、約10m毎の計6点設置し、計測した水分量などは、パソコンや携帯電話と通信できる体制とした。また、高機能養生マットの水分量が20%を下回ると携帯電話に注意メールが、15%を下回ると警報メールが届くシステムとし、湿潤状態の維持に配慮した。計測の結果を図－10に示す。この図より、終始乾燥面である上床版上面の湿潤が保たれ、養生期間中は適切な湿潤管理が施されたことが確認できる。



写真－1 橋体完成状況

6. 終わりに

Aランプ1号橋は執筆時点において、付属物の施工を残して橋体は完成した状態である。完成後の外観を写真－1に示す。本工事報告が今後の同種工事の参考となれば幸いである。また、ご指導頂いた西日本高速道路株式会社および関係各位の皆様に深く感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 株式会社高速道路総合研究所:設計要領 第二集 橋梁建設編, p. 3-45, 平成25年7月
- 2) 公益社団法人日本道路協会:道路橋示方書同解説IV下部構造編, pp. 335-341, 平成24年3月
- 3) 公益社団法人日本道路協会:道路橋示方書同解説IIIコンクリート橋編, pp. 200-202, 平成24年3月