与島高架橋（道路鉄道併用 PC 箱桁橋）の耐震補強検討について

本州四国連絡高速道路株式会社　正会員　○平山　靖之
本州四国連絡高速道路株式会社　正会員　西谷　雅弘
本州四国連絡高速道路株式会社　正会員　田村　正

１．はじめに

瀬戸中央自動車道の瀬戸大橋は，昭和 63 年 4 月に供用を開始した，上層に道路，下層に鉄道を通す道路鉄道併用橋であり，現在，耐震補強工事を実施中である．本文は，瀬戸大橋の中間に位置する，4 径間及び 7 径間連続 PC 箱桁形式の与島高架橋の耐震補強検討について報告するものである．

２．対象橋梁

与島高架橋は道路 4 車線（完成形），鉄道 2 線（暫定形）を通す，橋長 717.3m の 4 径間，7 径間連続 PC 箱桁橋である（写真-1，図-1）．各橋脚は 2～3 層ラーメンの鉄骨鉄筋コンクリート構造で，道路桁・鉄道桁を支持しているが，4 径間部と 7 径間部の間に位置する YVa4P は，与島 PA へ繋がるループ桁も支持していることから，橋軸方向・橋軸直角方向ともにラーメン構造となっている．道路桁支承は各径間の端部のみに設置されており，橋軸直角方向のみ固定である．基礎形式は全て直接基礎である．

写真-1　橋梁全景

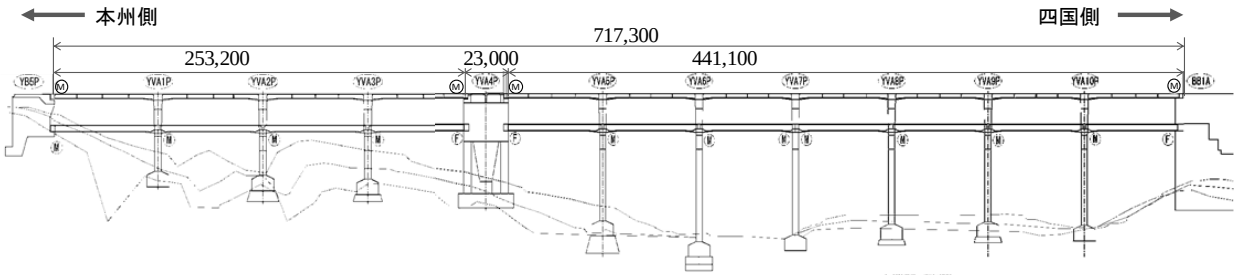

図-1　与島高架橋一般図

３．解析条件と全体系モデルを用いた耐震性能照査

耐震性能照査では，構造的特徴や材料非線形性等を適切に評価して，3 次元立体骨組みモデルを作成した．入力地震動は，工学的基盤面で設定された地震動を基に，各基礎底面位置の地震動を算出し，各橋脚に対して橋軸方向と橋軸直角方向それぞれに入力して，地震応答解析を実施した．YVa4P 基礎底面位置の入力地震動の加速度応答スペクトル及び本橋梁の主要モードの固有周期を図-2 に示す．

橋脚ではほとんどの梁部・柱部でせん断損傷が生じ，全ての道路桁支承が橋軸直角方向で耐力不足という結果となった．各径間部の代表橋脚として YVa1P，YVa5P 及び両径間部の掛け違い橋脚 YVa4P の橋軸直角方向の照査結果を図-3 に示す．YVa4P の一部の柱部・梁部では，せん断耐力に対して 3，4 倍の応答値が発生していた．一方で，本照査で用いた 3 次元骨組みモデルでは立体橋脚である YVa4P のように各部材が一体となって地震慣性力に抵抗する影響を考慮することが困難で

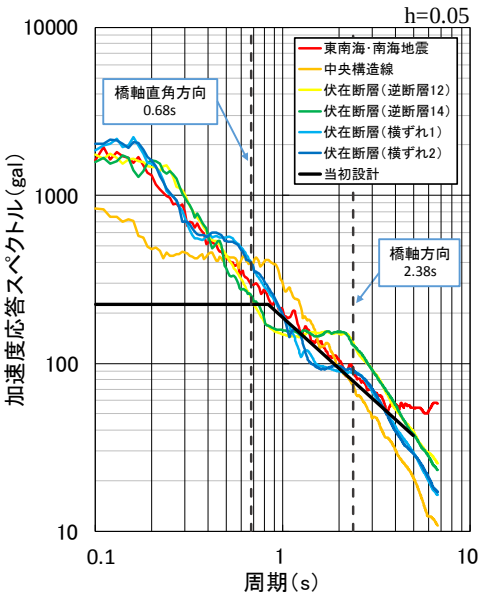

図-2　加速度応答スペクトル（YVa4P）

キーワード　道路鉄道併用橋，PC 箱桁橋，耐震補強，本四連絡橋
連絡先　〒651-0088　兵庫県神戸市中央区小野柄通 4-1-22　ＴＥＬ078-291-1071　ＦＡＸ078-291-1087

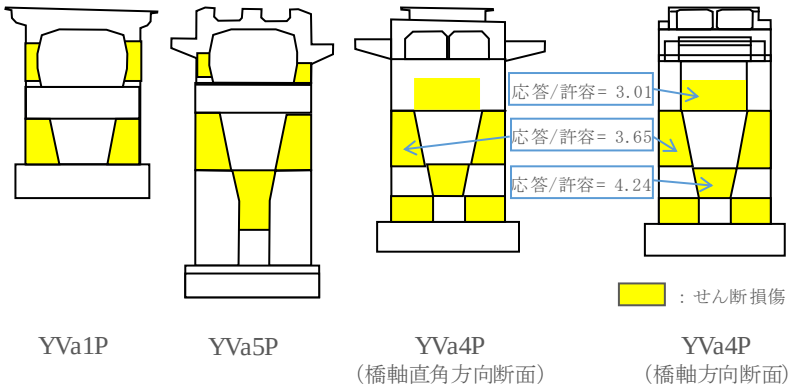

図-3　耐震性能照査結果（橋軸直角方向入力時）

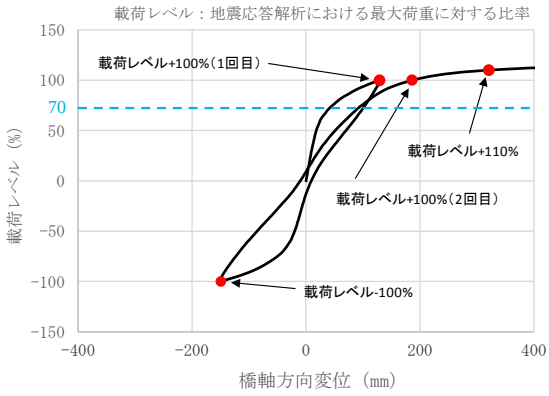

図-4　載荷レベルと橋軸方向変位（道路桁）

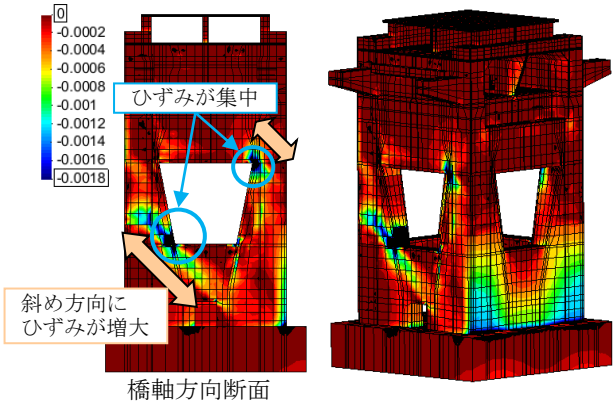

図-5　載荷レベル+100%（2 回目）の圧縮コンター図

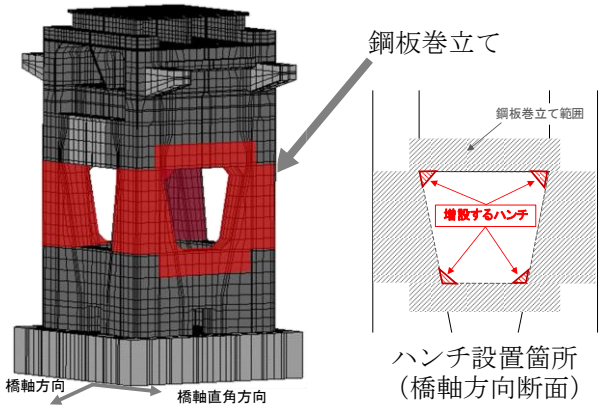

図-6　YVa4P の耐震補強イメージ

ある．そこで，YVa4P 全体を対象に 3 次元非線形 FEM 解析を実施して，耐力を適切に評価した．

4．立体ラーメン橋脚の FEM 解析を用いた耐震性能照査

解析においては，地震応答解析における最大荷重を繰り返し載荷した．照査では地震荷重に対して安定して抵抗でき，コンクリートの圧縮破壊が生じないことを目標とし，損傷の判定にはコンクリートひずみを用いた．

橋軸方向の解析結果として，図-4 に載荷レベルと橋軸方向変位の関係を示す．地震応答解析における最大荷重の 7 割程度から橋軸方向変位が急増していることが確認できる． 2 回目の載荷レベル+100%時の圧縮コンター図（図-5）より，中層柱の上下端の付け根付近では斜め方向に圧縮ひずみが生じていることから，せん断圧縮破壊が生じていると考えられる．一方で，橋軸直角方向の解析ではいずれの部材にも許容値以上のひずみは生じていなかった．

従って，YVa4P の耐震対策は橋軸方向に対してせん断補強を行うこととした．

5．耐震補強検討

YVa4P の耐震対策は，圧縮力にも引張力にも抵抗できる補強構造案として，RC 巻立て，鋼板巻立て，耐震壁設置の 3 案を比較検討し，既設構造物への影響が小さく，施工性に優れる鋼板巻立てを採用した．YVa4P の耐震補強イメージを図-6 に示す．補強設計では，FEM 解析により，板厚を変化させた時の応答の違いを整理し，最適な板厚を決定した．また，鋼板巻立てを行う柱と梁の角部については，圧縮力を伝達するのに十分な断面積がないため，圧縮ひずみが集中する範囲にハンチを設けることとした．

6．おわりに

与島高架橋の立体ラーメン橋脚については，3 次元非線形 FEM 解析でせん断耐力を評価することで，最適な補強量を決定した．今回紙面の都合で紹介できなかったが，3 層ラーメン構造の橋脚についても，FEM 解析により一部の部位で補強が不要となった．補強工法は 2 層，3 層ラーメン構造の橋脚ともに繊維巻立てを採用した．各径間の端部にある道路桁支承については補強を行うとともに，段差防止構造を設置することとした．与島高架橋の耐震補強工事は平成 32 年度末の完成を目標としている．