

第二名神高速道路 栗東橋の設計 波形鋼板ウェブPCエクストラードズド橋

大阪支店 PC事業部 森 拓也
大阪支店 PC事業部 張 建東
大阪支店 PC事業部 橋野哲郎

1. 橋梁概要

栗東橋は、琵琶湖の南端から東南東に約10km、第二名神高速道路の大津JCTと信楽ICの中間付近に建設される橋梁である。構造的には、波形鋼板ウェブとエクストラードズド橋という二つの新しい技術が組み合わされている。主桁断面は、波形鋼板ウェブ橋としては世界初の3室箱桁断面であり、斜材定着部に鋼・コンクリート複合構造を採用するなどの新しい取り組みがなされている。

- ・工事名： 第二名神高速道路 栗東橋（PC上部工）工事
- ・施主： 日本道路公団関西支社
- ・工期： 平成13年7月～平成17年2月
- ・形式： 4径間および5径間連続波形鋼板ウェブPCエクストラードズド橋
- ・支間割： 上り線（A-Line） 140+170+115+70 橋長 495m
下り線（B-Line） 155+160+75+90+75 橋長 555m

2. 側径間閉合部の検討

A 2側径間部に支保工が立てられないという制約条件から、約30mの側径間部の施工において、波形鋼板を先行架設し、主桁コンクリート荷重を波形鋼板に負担させるという新しい施工方法を採用した。それによって、既存ガーダーの使用が可能となり、コスト縮減を図っている。

図-1にAライン側径間閉合部の施工手順を示す。各施工段階を考慮した平面骨組解析および3次元FEM解析を行い、側径間部の床版コンクリートおよび鋼フランジの応力度を照査した。

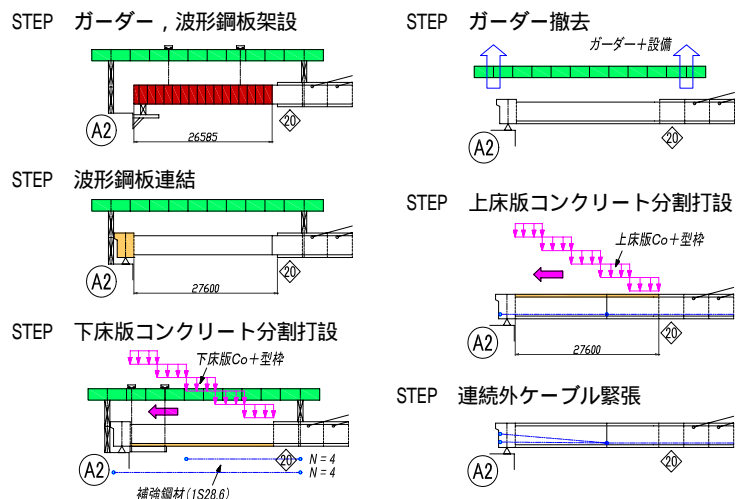


図-1 A 2側径間部の施工手順

3. 斜材定着部の検討

斜材の主桁側定着部は、主桁自重の軽減を図るため鋼製ダイヤフラム構造（図-2）を採用した。以下の要求性能を満足するように設計を行う。

斜材鉛直分力に対して、鋼製ダイヤフラムだけでも抵抗できること（平面骨組解析）。

鋼製ダイヤフラムと合成されるコンクリート床版に有害なひび割れが生じないこと（3次元FEM解析）。

せん断力が外、内ウェブに良好に伝達されること。

ねじりに対して十分な剛性を有すること。

なお、3次元FEM解析より最大張出し時まで逐次解析を行い、内・外ウェブのせん断力分担を検討した。波形鋼板の設計では、このせん断力分担率を考慮して検討を行った。

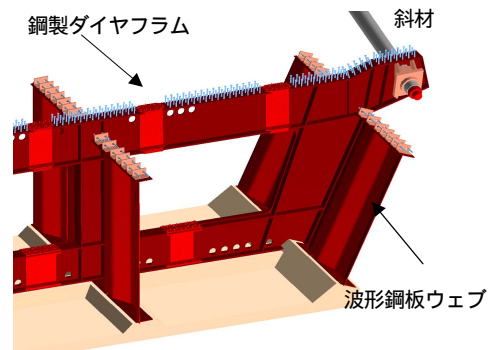


図-2 鋼製ダイヤフラムCG

キーワード：波形鋼板ウェブPC橋，エクストラードズド橋，鋼製ダイヤフラム，鋼制定着体

4. 主塔の設計

栗東橋の主塔は、全高さ30.5mの独立2本柱形式である。構造は、基本的にはRC構造であるが、斜材定着部は、維持管理性に優れ、定着スペースをコンパクトにできる鋼製定着体構造(図-3)を採用している。

RC部分の設計では、斜材張力および主塔自重による軸力・曲げモーメントに対して鉄筋応力度およびコンクリート応力度を照査した。

鋼製定着体部分は、巻立てコンクリート施工前は、鋼製定着体のみを抵抗部材として応力度を算出し、巻立てコンクリート施工後はコンクリートとの合成を考慮したRC部材として応力度を算出した。また、終局荷重時および大規模地震時においては、鋼・コンクリート合成断面としての照査の他に、両者が独立して抵抗すると仮定した累加強度設計によっても照査を行った。

また、FEMによる鋼製定着体基部下面の支圧応力度の照査を行った。全14斜材のうち第7斜材を緊張した後に基部付近を巻立てることにより、支圧応力度の緩和を図った。

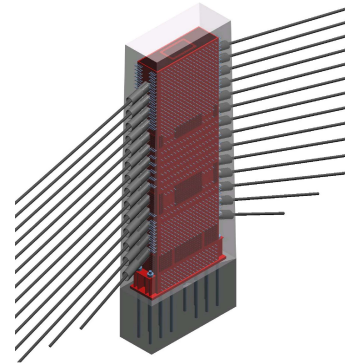


図-3 鋼製定着体CG

5. 耐震設計

耐震設計については、主桁のせん断変形による影響を確認するため、せん断変形を無視したケースと考慮したケースについて比較検討を実施した。その際、主桁のせん断剛性は、上下床版コンクリートと波形鋼板ウェブのせん断力分担を考慮して設定している。

部材のモデル化については、主塔および橋脚はファイバモデルとした。さらに、主塔については、時刻歴応答解析における初期状態には2軸曲げを考慮している。また、斜材は、導入張力による幾何剛性を考慮するため、梁要素でモデル化を行った。

橋軸方向の主桁の曲げ応答については、主桁のせん断変形が応答に与える影響は小さく、両ケースでほぼ同等の応答値となっている。一方、主塔は、主桁のせん断変形が応答に与える影響が大きく、せん断変形を考慮したケースの方が主塔基部で30%程度応答が大きくなっている。また、橋脚の応答は、主桁せん断変形による影響は小さく、全橋脚とも地震時の応答は弾性範囲内となっている。

橋脚のモデル化については、Mモデルでの比較解析を実施したが、橋脚基部の応答曲率では約10%程度、応答変位では約1%程度の差であった。

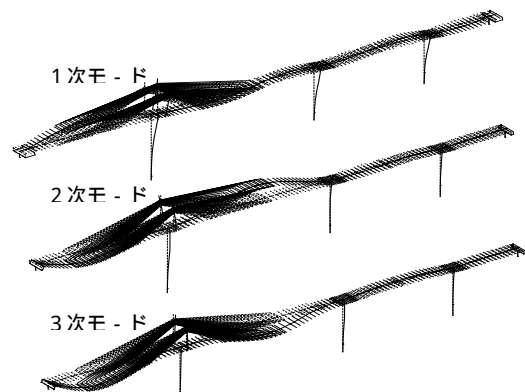


図-4 振動モード

6. おわりに

栗東橋では、これまでに例のない構造や施工方法が随所に採用されている。このため、従来の設計のルーチンワークだけでは検討しきれない点も多く、実験による検証や、3次元FEMを初めとする膨大なコンピュータ解析を積み重ねることになった。ここでの報告は、それら検討の一部である。これらの検討が、単に栗東橋だけにとどまらず、今後の当社の技術的財産となり、さらに改善が加えられていくことを願う次第である。

謝辞：本橋の設計では、JH関西支社構造技術課および大津工事事務所信楽工事区の方々の多大なご支援をいただいています。また、『栗東橋に関する技術検討委員会』（委員長：池田尚治横浜国大名誉教授）の各委員には、貴重なご助言をいただいています。これら関係各位に、心よりお礼申し上げます。