

図-3 支承取替要領図

2. 現場における問題点

2-1 支承取替の部材取付けについて

支承取替の要領図を図-3に示す。支承取替にあたり、橋体の荷重をジャッキに受け替えるために、ジャッキ設置位置の上部工側にはジャッキアップ補強部材、下部工側には下部エブラケットを設置し、既設部材の補強・改良を行った。また、支承部においては、図-4の概要図に示すように、主構から免震支承への反力伝達を確実にを行うために、主構と支承の間に鋼製台座を設置した。ただし、これらの部材取付けについて、下記の課題があった。

(1) ジャッキアップ補強

既設トラス橋は、主構高が11mと大きく、特にP1、P2支点部は変断面のため主構高さが橋軸方向に変化する構造であった。また、曲線トラスのため、弦材は平面的に格点で折れ曲がった複雑な構造となっていた。そのため、如何に既設トラス橋の形状を正確に実測し、それを補強部材の製作に精度良く反映させるかが課題となった。

(2) 鋼製台座

図-4の概要図に示すように、幅970mmの下弦材から幅2,670mmの免震支承に、高さ350mm程度の鋼製台座で20,000kNの反力を円滑に伝達させる必要があった。鋼製台座と下弦材下面の支圧

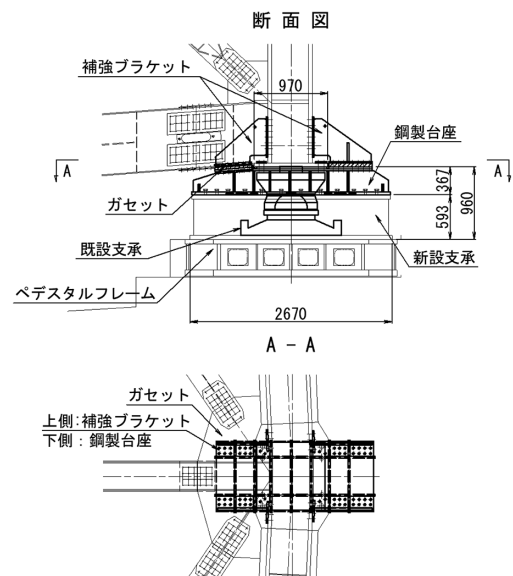


図-4 支承部概要図

のみでは反力伝達が不十分であったことから、下弦材ウェブに設けた補強ブラケットのせん断力により、鋼製台座に反力を伝達できる構造に改良した。ここで、鋼製台座との接触面となる下弦材下面とガセットには、曲線トラスのため図面に表記のない縦横断勾配や折れ線により、3次元的なねじれが生じていたことから、如何にその形状を把握し、鋼製台座を精度よく密着させるかが課題となった。

2-2 部材取込み設備について

支承や補強部材の取込みおよび撤去した既設支

承の搬出は、地上からは困難であるため、供用中の橋面上から実施する計画とした。部材取込みを供用中に行うことから車線規制を行ったが、その際、車線規制は一般車両の事故を防止するため、車両進行方向が上り勾配となる上り線側で行うよう発注者側から要望があった。そのため、上り線側の橋面から部材を橋脚上に取り込み、下り線側へ部材を横移動させる方法を検討することとなった。ここで、支承の重量が最大で10tを超えることから、通常の吊り替えによる部材移動が困難であり、それ以外の対策を検討する必要があった。

2-3 支承取替中の安全性について

支承取替中の安全性を確保するにあたり、下記の課題があった。

(1) 上部工の安定性の確保

新設支承はペダスタルフレームに現場溶接とするため、ジャッキアップ中は水平力に抵抗できない状況となる。また、上部工は、A1・A2橋台の固定支承以外はフレキシブルなハイピアに支持された構造である。そのため、ジャッキアップ中は上部工と橋脚の相対変位が生じやすく、支承の取替順序によっては、上部工が橋軸方向に固定されていない不安定な状態となるリスクがあった。

(2) 1 支承線内での水平力の確保

1 支承線あたり（計4 支承）の支承取替は、概ね2 カ月の期間を有することから、その期間中に作用すると考えられる水平力に対して、安全性を確保する必要があった。ここで、支承取替中に確保する水平力としては、「鋼道路橋施工便覧（道路協会）」や「鋼構造架設設計施工指針（土木学会）」および同種工事の実績を参考に、L1地震動の1/2とした。

3. 工夫・改善点と適用結果

3-1 3次元レーザースキャナーの活用

支承取替の部材取付けを精度よく行うため、3次元レーザースキャナー（以下3DLSと略す）により、既設桁の形状を計測した。

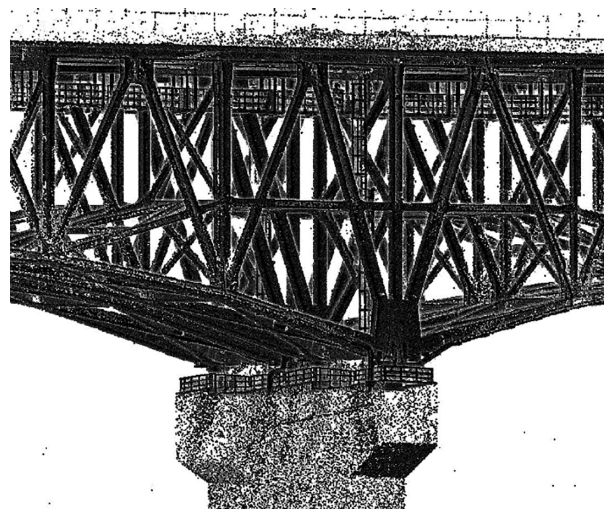


図-5 3DLSによる点群データ

3DLSにより得られた支点部の点群データを図-5に示す。ジャッキアップ補強については、全支点にて点群データを得た後、設計図との誤差量を確認したうえで、部材の製作、施工に反映した。

鋼製台座との接触面となる下弦材下面とガセットについても同様に、3DLSによる計測を行い、ねじれを含めた平面形状を把握した。ただし、接触面のねじれ形状を鋼製台座の製作に完全に反映させるのは困難であるため、密着性が期待できる補強ブラケットのみで反力を伝達できるように鋼製台座の形状を決定した。さらに、図-6に示すように、鋼製台座の3次元モデルと既設桁3次元モデルを重ね合わせ、部材どうしの密着性をモデル上で確認したうえで製作、施工を行った。

その結果、ジャッキアップ補強、鋼製台座ともに、現場で精度よく取り合うことができた。

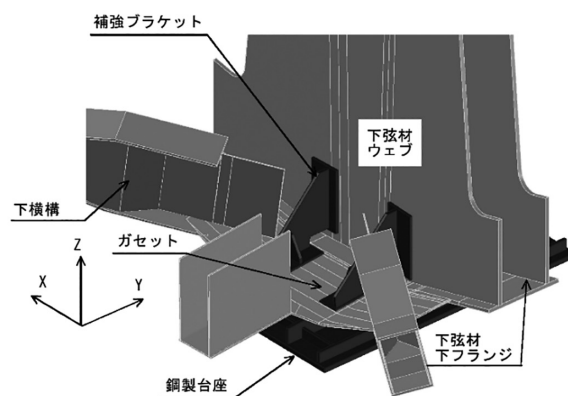


図-6 3次元モデルによる取り合い確認

3-2 軌条台車設備の設置

部材取込み設備として、橋脚前面に設置した支持ブラケット上の軌条設備により、上り線側より取込んだ部材を下り線側の所定の位置まで台車で横移動させた。部材取込み設備の概要図を図-7に示す。軌条設備を使用することで、重量物の部材を安全かつ効率よく移動させることができた。

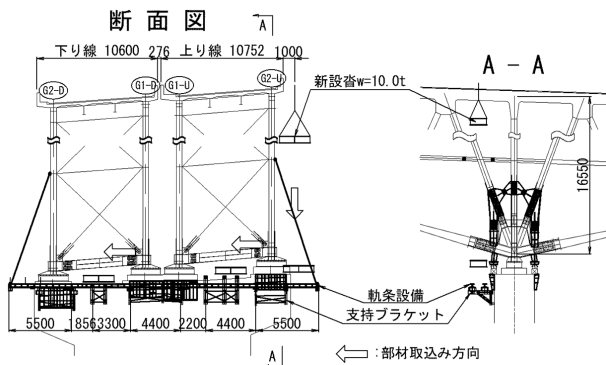


図-7 部材取込み設備図

3-3 安全性に配慮した支承受替順序の決定

(1) 橋梁単位での施工手順

上部工の安全性を確保するため、橋梁単位での支承受替順序は下記のとおりとした。

(A1-P3橋梁) P2→P3※→P1→A1

(P3-A2橋梁) P3※→P5→P4→P6→A2

※P3支点部では2橋梁同時施工とした。

まず、ジャッキアップ時に上部工に作用する水平力をなるべく均等に橋脚に負担させるため、隣り合う橋脚どうしがジャッキアップ状態とならないような取替順序とした。また、1橋梁単位で支承受替順序を考えた際に、必ずどこかの支点で上部工が橋軸方向に固定されている状態とするため、A1-P3橋梁およびP3-A2橋梁ともにA1・A2橋台部（固定支承）の支承受替を最後に行うこととした。さらに、2橋梁の掛け違い部となるP3支点部については、2橋梁同時施工として供用中である橋面の段差が生じないように配慮した。

(2) 1支承受替線単位での施工手順

1支承受替線単位の施工ステップを図-8に示す。各施工ステップで安全性に配慮した事項は下記のとおりである。

【ステップ1(7)】ジャッキアップ（ダウン）は両主構を同時に行い、橋体のねじれなどの影響を最小限に抑えた。

【ステップ2～6】既設支承の撤去や新設支承の設置は片主構ずつ行い、取替対象と反対側の支承で支承受替中に考慮する水平力（L1地震動の1/2）を確保した。先行して取替を行う新設支承は、上記水平力を考慮した仮固定（溶接）を行ってから、反対側の既設支承を撤去した。

上記のような施工ステップとすることで、支承受替中の水平力に対する安全性を確保した。

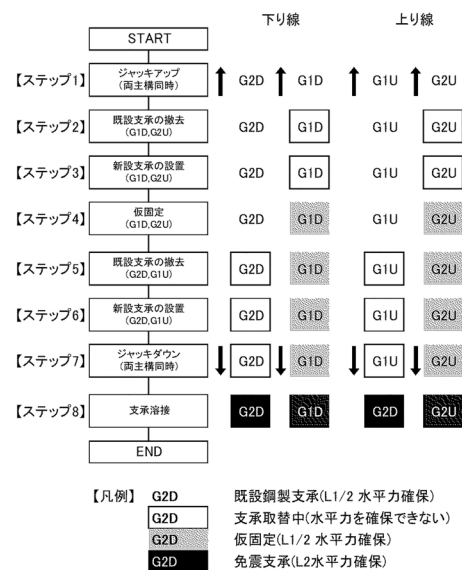


図-8 支承受替 施工ステップ

4. おわりに

本工事は、支承受替36基を含む難易度の高い耐震補強工事であったが、3DLSの活用した3次元モデルによる取合い確認や、橋梁の諸条件に即した施工計画を入念にシミュレーションして、品質・施工性・安全性に配慮したことにより、無事故無災害で工事を終えることができた。本稿が今後、本工事と類似する耐震補強工事の一助となれば幸いである。

最後に、本工事の施工にあたり多大なるご指導を頂きました、西日本高速道路株式会社の皆様方に厚くお礼申し上げます。