

施工労力の低減が可能な鋼・合成橋りょう 支承取替工法の開発

鉄道本部
構造技術室

丹羽 雄一郎



01 はじめに

鋼・合成橋りょうにおいて、支承部の機能低下や支承本体の破損・摩耗等の変状が生じた場合、対策として支承取替が行われます。支承取替では、桁仮受けを行い既設支承と新規支承を取り替えるのが一般的な方法（以下、従来工法という）です。しかし、従来工法の場合、桁仮受けや既設支承の撤去等にかかる施工労力が大きく、工期・コストが増大するため、施工労力の低減が大きな課題となっています。そこで、施工労力の低減が可能な新たな支承取替工法として、図1に示

すように、左右の既設支承の間に1つの新規支承を設ける工法（以下、1線1支承形式という）を開発したので、その検討概要や試験施工の結果を紹介します。

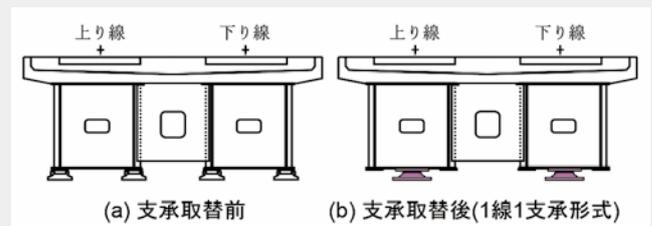


図1：1線1支承形式での支承取替

02 1線1支承形式の概要

(1) 適用対象

1線1支承形式では、支承から桁に反力を伝達させるために、新規支承位置に端ダイアフラムおよび下フランジがある橋りょう形式、すなわち箱断面桁を適用対象としています。また、1支承となった際の桁の転倒防止のため、図1に示すように、桁が左右に並んで配置され相互に連結されている構造であることも適用条件となります。

(2) 構造概要

図2に1線1支承形式の構造概要を示します。新たに支点反力を受けることとなる端ダイアフラムには支点上補剛材、および、座屈防止やせん断補強を目的としたウェブ補強板を取り付けることとしました。ウェブ補強板は

左右部分を斜めに切欠いた形状としていますが、これにより主桁ウェブから伝わる力がよりスムーズに新規支承に伝達されます。また、桁内にブレース材を設けることで、水平方向の力を新規支承に効率的に伝達させることや、端ダイアフラムと主桁ウェブの面外変形を抑えることができます。

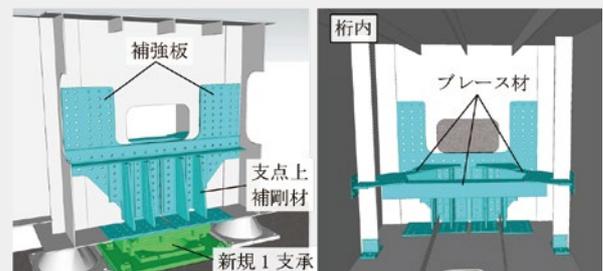


図2：1線1支承形式の構造概略

03 有限要素解析による評価

(1) 解析概要

今回採用した1線1支承形式の構造はこれまでに採用例がなく、応力性状も不明であるため、設計計算による構造評価が難しいことから、3次元有限要素解析により各部材の応力評価を行いました。モデル化範囲は橋りょう全体とし、支承部周辺およびRC床版はソリッド要素で、それ以外の部分はシェル要素でモデル化しました。考慮する作用（荷重）については、文献2）に準じて設定しました。

(2) 解析結果

解析結果の例として、図3に耐荷性評価における作用組合せ時のミーゼス応力分布を示します。使用鋼種はSM490で降伏応力は 325N/mm^2 ですが、各部材の応力は全般的に降伏応力以下となっていることがわかります。また、座屈検討のための解析や弾塑性解析によるごく局所領域の降伏有無などについても検討を行い問題がないことを確認しています。

耐疲労性については、端ダイアフラムと下フランジ

の溶接部（すみ肉溶接）が弱点となるため、この溶接止端部のホットスポット応力¹⁾、ルート部ののど断面応力¹⁾について疲労限以下となることが確認できました。

なお、今回の測定では、死荷重反力の移行により新規支承周辺に導入された応力は測定できていませんが、本橋梁の支点反力の計算上の死・活荷重比率が死荷重：活荷重（測定列車、衝撃含む）＝3.1：1程度であることから、死荷重を含む応力（死荷重＋列車荷重＋衝撃荷重）の最大値は、端ダイヤフラム開口部隅近傍における -140N/mm^2 程度と試算できます。これは使用鋼種 SM490 の降伏応力 325N/mm^2 より十分に小さいため、その他の荷重（ロングレール縦荷重や風荷重等）が付加された場合においても降伏応力に達することはないと考えられます。

04 実橋応力測定

有限要素解析により構造の妥当性が確認できたので、1線1支承形式支承取替を実橋りょうで行うこととしました。この施工では、解析において比較的応力が大きかった部位を中心に、列車通過時の応力測定を行いました。図4に測定結果の代表例を示します。図中の数値は発生応力のピーク値を示しています。図に示すように、端ダイヤフラム開口部隅近傍の発生応力は $-20.9 \sim -33.8\text{N/mm}^2$ 、新規支点上補剛材下端の発生応力は $2.9 \sim -23.6\text{N/mm}^2$ でした。また、疲労上懸念していた端ダイヤフラム下端溶接部近傍の発生応力は $7.1 \sim -12.2\text{N/mm}^2$ で、疲労限に対し全く問題ない応力レベルであることが確認できました。

図3は有限要素解析の結果を示した応力分布図です。主桁鋼種はSM490で降伏応力は 325N/mm^2 です。色分けされた領域が応力の分布を示しており、赤や黄色の領域が応力が高くなる箇所を示しています。

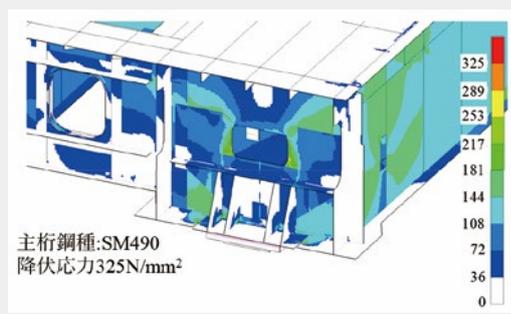


図3：解析結果の例（耐荷性評価）

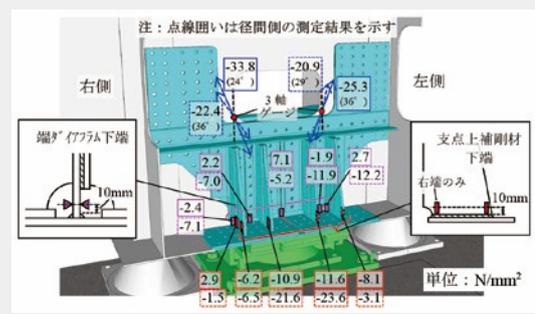


図4：応力測定結果

05 まとめ

施工労力の低減が可能な新たな支承取替工法として、1線1支承形式による支承取替を検討・開発し、実施工を行いました。写真1に支承取替前後の状況を示します。1線2支承形式の既設橋りょうにおいて、1線1支承形式に変更した事例はおそらく本事例が初と思われます。施工状況の詳細については、紙面の都合上割愛しましたが、1線1支承形式支承取替では、桁仮受け、ジャッキアップ、既設支承の沓座はつり等の作業が省略できるため、大幅な工期短縮が可能となります。今回の施工では、過去に行われた同程度の規模の橋りょうにおける従来工法による支承取替事例と比較し、本体外部分で20日間程度の工期短縮（33%短縮）を達成しています。



(a) 支承取替前



(b) 支承取替後

写真1：支承取替前後の状況

今後は、設計・施工に関する標準仕様を整理し、他の橋りょうへの水平展開を図っていくこととしています。

【参考文献】

- 1) 日本鋼構造協会：鋼構造物の疲労設計指針・同解説－付・設計例－2012年改定版，2012。
- 2) 鉄道総合技術研究所：鉄道構造物等設計標準・同解説－鋼・合成構造物，丸善，2009。