

## 支承交換手法の一考察

ジェイアール西日本コンサルタンツ(株) 井口 真一  
ジェイアール西日本コンサルタンツ(株) ○松浦 圭吾  
西日本旅客鉄道(株) 丹羽 雄一郎

### 論文要旨

近年、鉄道橋においては、鋼製支承の可動機能低下の対策として支承取替が一部で進められている。可動機能が低下して応力集中が生じた場合、疲労亀裂等変状の危険性が高まるためである。今後の経年劣化が懸念される鉄道橋の維持管理においては、鋼製支承の機能改善が求められている。

一方、列車を運行させながらの作業が求められる鉄道橋においては、支承交換時に死活荷重を仮受けする大掛かりな設備が必要となる。しかし、既設橋りょうの多くは、支承周辺に十分な作業空間が確保されておらず、狭隘箇所での施工を余儀なくされる。一般的な支承取替工法では、仮受け支承の設置、既設支承の撤去、支承新設、仮受け支承の撤去が必要であるため、今後の維持管理を踏まえると作業性や経済性に課題がある。

本稿では、既設鉄道合成桁を対象とする支承取替工法について、主桁間に設置した仮受け支承の本設利用化に着目し、支承周りの応力確認によりその可能性を検証した。

キーワード：鋼鉄道合成桁、支承取替、1線1支承、FEM解析、応力伝達

### まえがき

近年、鉄道橋においては、経年による劣化や雨水侵入による腐食などに起因する鋼製支承の可動機能低下の対策として支承取替が一部で進められている<sup>1)</sup>。既設鉄道合成桁の場合、一般的に主桁ウェブ直下に支承が配置されており、1主桁断面に2支承（以降、1線2支承と称す）が配置されている。そのため、支承取替を行なう場合、当夜での作業が困難であるため、死活荷重の仮受けし、その間に既設支承の撤去、新設支承の設置、新設支承への荷重移行が必要となる。もとより狭隘な支承周りに、仮受けブラケットやジャッキなどが配置されるため、非効率な作業を強いられることになる。今後、支承取替が必要な鉄道橋の増加が予想されるため、作業の効率化が求められている。

一方、北陸新幹線など最近の整備新幹線で設計されている合成桁では、2主箱桁の横断方向に各主桁を1支承で支持する構造が基本になっている。本構造は各上下線の主桁に対して1支承であるため横断方向に不安定ではあるものの、横桁で主桁同士を連結することにより、システムとして安定構造となっている。

上記のような背景を踏まえ、本稿では、1線2支承の既設桁を1主桁断面1支承（以降、1線1支承と称す）とする仮受け支承の本設利用化に着目し、支承周りの応力確認により、その可能性を検証した。

### 1. 対象橋梁

検討対象とする橋梁は、鉄道橋における一般的な合成桁を選定した。対象橋梁（1線2支承）を図-1に、これを1線1支承とした場合のイメージ図を図-2に示す。また、対象橋梁の各種諸元を表-1に示す。

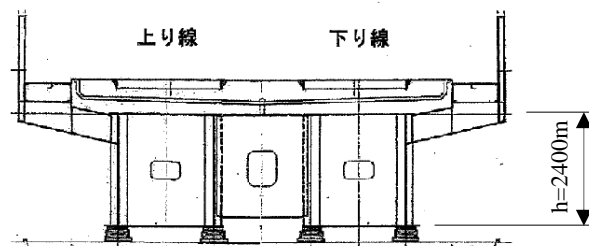


図-1 対象橋梁（1線2支承）

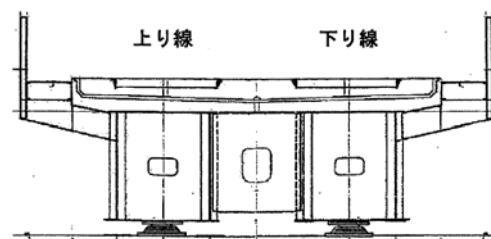


図-2 対象橋梁（1線1支承）

表-1 対象橋梁

項目	単位	諸元
構造形式	—	単純合成桁(箱桁)
支間	m	40.0
軌道構造	—	バラスト軌道
曲線半径	—	直線
桁高	mm	2400
主桁間隔	mm	2200
軌道中心間隔	mm	4300

## 2. 検討内容

1線2支承から1線1支承とする場合、1線2支承時における支承周りの応力状態と1線1支承時における支承周りの応力状態を確認する必要がある。本稿では、両者の現況モデルおよび1線1支承における3ケースの補強モデルを検討した。ここに、補強モデルとはダイヤフラムに対する補剛材補強を意味する。

また、実際に1線1支承で受け替える場合、支点位置を変更することよりダイヤフラムに変形が生じ、桁の沈み込みが発生する。支承取替においては、1線1支承の状態で既設支承を撤去するため、桁の沈み込み以上のジャッキアップが必要となる。施工時におけるジャッキアップ量の目安とするため、既設支承周辺の変位量も確認する。

## 3. 解析条件

解析モデルを図-3に示す。桁端部は、RC床版をソリッド要素、鋼桁をシェル要素でモデル化した。支間部は、線形梁要素でモデル化し、対象性から支間中央までの1/2モデルとした。荷重条件は、死荷重、列車荷重、衝撃荷重を集中荷重として支点直上より与える。支点条件は、1線2支承ではウェブ直下に2基配置、1線1支承ではダイヤフラム中央に1基配置する。解析ソフトは、ABAQUS/CAE 2016を使用した。主な解析諸元を表-2に示す。

表-2 主な解析諸元

### (a) 使用材料

項目	諸元
上下フランジ	SM490
ウェブ	SM490
ダイヤフラム	SM400
補強工	SS400

### (b) 材料特性

項目	単位	諸元
弾性係数	コンクリート	N/mm <sup>2</sup> 28000
	鋼材	N/mm <sup>2</sup> 200000
ポアソン比	コンクリート	— 0.2
	鋼材	— 0.3

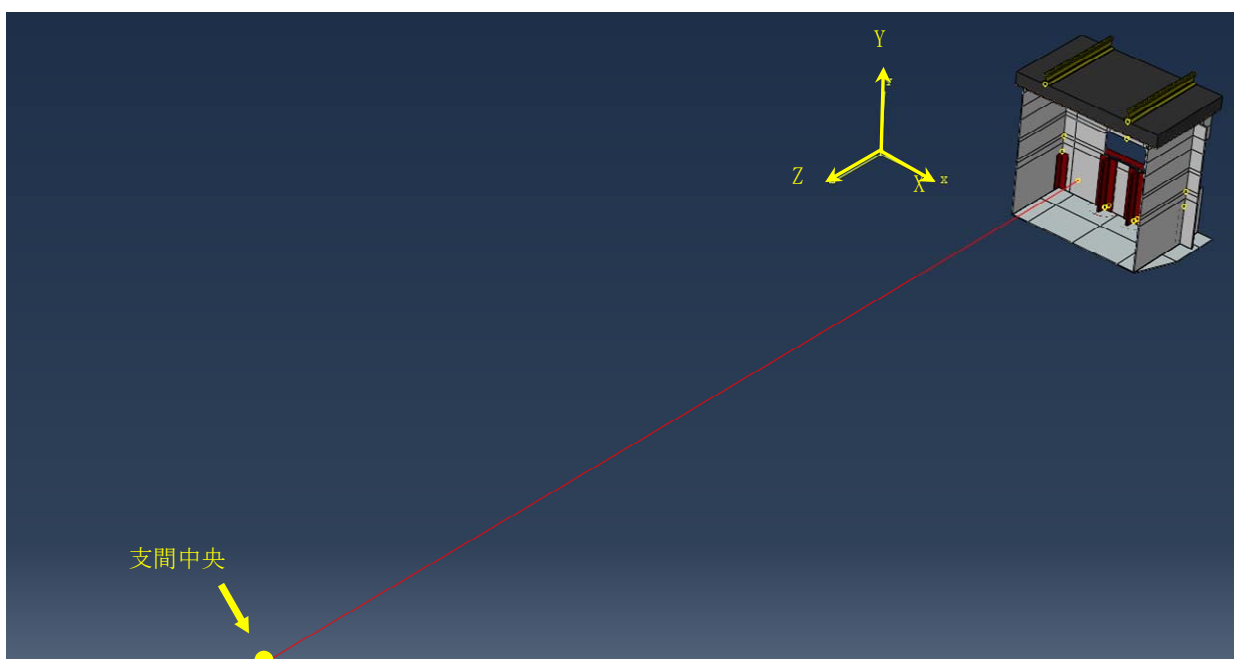


図-3 解析モデル

#### 4. 検討結果

検討結果を表-3に示す。今回、1線1支承を意識した解析としたため、現状の1線2支承モデルにもダイヤフラムに主体的な応力が発生しているが、降伏以下の応力であることから以降の補強モデルでも同様の解析モデルを使用する。現状モデルを無補強の状態での1線1支承とした場合、新設支承部からマンホール横まで広範囲にわたり降伏していることがわかる。したがって、1線2支承から1線1支承に変更する際には、適切なダイヤフラム補強が必要であることが確認された。

次に、1線1支承での補強モデルを検証する。補強A案は新設支承位置にマンホール部まで補剛材補強を行なったものである。無補強時と比較して支点部直上の応力状態は改善されるものの、無補強時と同程度の範囲が降伏していることがわかる。補強B案は、傾向確認のためにマンホールを無視して、RC床板付近まで補剛材を延長したものである。結果、応力が上手く流れ、ダイヤフラムも降伏しないことが確認されたが、マンホールを埋めてしまうため将来の維持管理が困難であり現実的ではない。

以上を踏まえ、補強C案では、マンホール下の範囲でA案に補強板を追加した。想定通り、応力はウェブ側へ伝達されることが確認できた。マンホール部に降伏箇所が一部残る結果となったが、マンホール周囲に補強板を追加することで対応可能であるため1線1支承の可能性を確認することができた。なお、この時の既設支承部の沈み込み量は1.1mm程度であった。

#### 5. まとめ

1線2支承の既設桁を1線1支承とする仮受け支承の本設利用化に着目し、支承周りの応力確認によりその可能性を検証した。以下に結果を示す。

- (1) 無補強の状態での1線1支承に変更した場合、ダイヤフラムが広範囲にわたり降伏する。また、ダイヤフラムの応力状態のみ考慮すれば、RC床板付近まで補強板を延長することでダイヤフラムの降伏が抑えられる。
- (2) マンホール下の範囲で桁補強した場合、マンホール部に降伏箇所が一部残る結果となったが、補強板の追加により対応可能であり、1線1支承の可能性を確認することができた。

#### あとがき

本稿において、1線1支承へ変更すること自体は、補強C案にマンホール周囲に補強板を追加することで対応可能であることが確認できた。しかしながら、本来1線2支承で設計されていたものを1線1支承とするには、上下線を繋いでいる横桁の検討や、箱桁内部の補強方法など、多くの課題が残されている。今後はこれら領域の検討を深度化していく必要がある。

#### 参考文献

- 1) 丹羽, 木村, 矢島: 既設鉄道合成分桁へのBP-B支承の適用, 平成25年年次学術講演会。

表-3 解析結果

