

施工計画

斜角を有する新幹線の下路橋梁の支承反力調整について

日本橋梁建設土木施工管理技士会

株式会社横河ブリッジ

監理技術者

現場担当

小宮山 智[○]

徳田 浩一

Satoshi Komiyama

Koichi Tokuda

1. はじめに

有道床スルー桁の第一友定 Bv は滋賀県近江八幡市友定町に位置し、東海道新幹線が県道を跨いでいる斜角右45度の下路橋梁である（図-1）。本橋は長期にわたる活荷重の影響もあり支点沈下が発生し一部の支承が浮いた状態となり、列車通過時に浮いている支承部の桁が下がり支承を叩いている（バタツキ）状態となっていた。

応急復旧として、ソールプレートと支承の間に調整プレートを挿入し、叩いた状態を回避する施工を実施したが、本格的な復旧でないため支承取替工事に伴い、全支承の高さを調整することで支承の反力を調整し状況の改善を行った。

ここでは平成26年11月に実施した支承反力調整

の解析と現場施工について報告する。

工事概要

- (1) 工 事 名：新幹線大規模改修工事(第一友定 Bv)
- (2) 発 注 者：東海旅客鉄道株式会社
- (3) 工事場所：滋賀県近江八幡市友定町地内
- (4) 工 期：平成26年11月～平成27年 3 月

2. 現場における問題点

本工事における問題は、以下の2点である。

- 1) 東京方鈍角部（M3 沓）で支点の沈下により、ソールプレートと下沓との間に隙間が生じ、列車通過時に桁がバタツキ、ソールプレートと下沓で叩き合い異音が発生していた（図-2）。一方、新大阪方鈍角部（M1 沓）では、東京方鈍角部の影響から桁がひねった形となりソールプレートと下沓との間に若干の隙間が生じ、反力を受け持たない状態となっていた。図-3に橋梁平面を示す。



図-1 第一友定 Bv 橋梁の写真

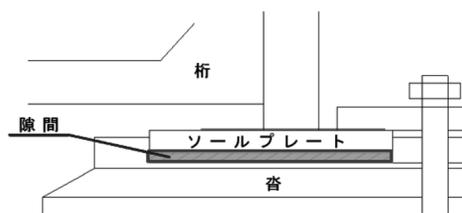


図-2 東京方鈍角部（M3 沓）の状況

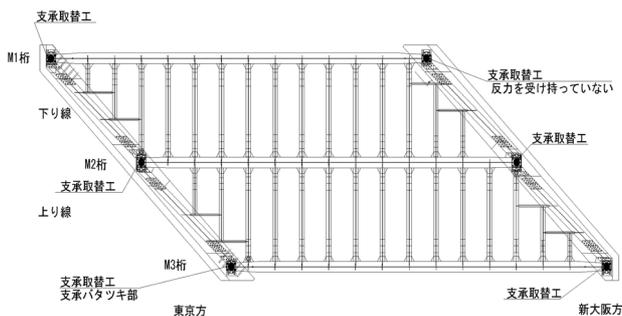


図-3 橋梁平面図

2) 沈下が生じている支承に対して、安全な施工方法で反力を導入する工法の検討。

3. 対応策と適用結果

本橋では支承を取り替える工事（東京方、新大阪方とも）が予定されていたので、その取替施工時に東京方支点と新大阪方支点で反力調整を行うことで、列車通過時の異音と、桁のバタツキ解消を目指した。作業の手順を以下に示す。

(1) 構造解析による反力分布の算出・比較

本橋は斜角右45度を有する橋梁であるため、各支承における反力は鋭角部と鈍角部では同一の反力とならない。標準設計では（コンサルにて算出した反力）鋭角部と鈍角部の反力を同一としているため（標準化のため）、鋭角部と鈍角部の反力を算出し比較を行った（図-4）。

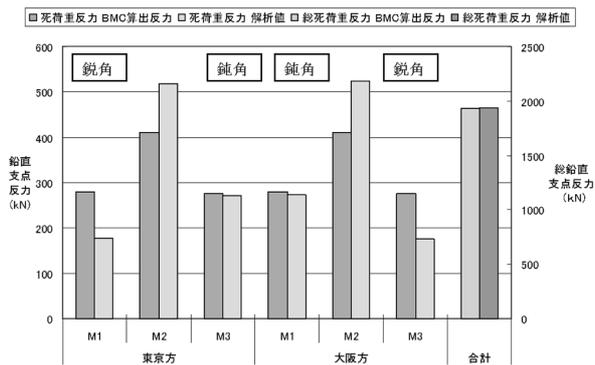


図-4 死荷重反力の比較

現地における各支承の状況を調査し、調査結果と三次元有限要素モデルを作成し反力の分布状況の解析を行った結果を比較し確認を行った。解析のポイントは、①列車通過時の各支承の反力および負反力発生の確認、②鈍角部支承をジャッキア

ップした場合の反力の変動の確認、これらの結果から適切なジャッキアップ量（反力導入量）の検討を行う。

荷重条件は死荷重+列車荷重の静的荷重とした。支間長が17.5mと短いため列車が橋梁に進入時、通過途中、列車退出時が再現できる列車編成で列車荷重の載荷を行った。東京方鈍角部（M3沓）での負反力の発生を見るために、下り線（M1-M2間）に列車荷重を載荷した場合の列車位置と支点反力の関係を図-5～6に示す。図-5は解析結果そのままの値として、図-6は死荷重による反力を減算して、活荷重の変動分のみを示した。P荷重とH荷重（P荷重：標準活荷重、H荷重：平成16年以降の新幹線列車標準荷重）を比較するとP荷重の方が大きいことから、ここではP荷重で比較した。これらの図の横軸は、橋梁中心を原点とした時の列車の先頭位置を表しており意味が無いため最大値および最小値に着目する。

図-6を見ると列車荷重により東京方鈍角部（M

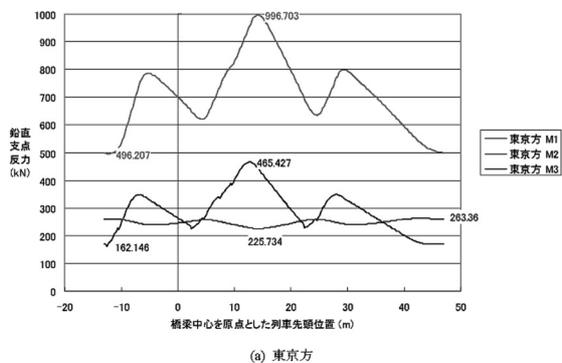


図-5 下り線走行時の鉛直支点反力（P活荷重）

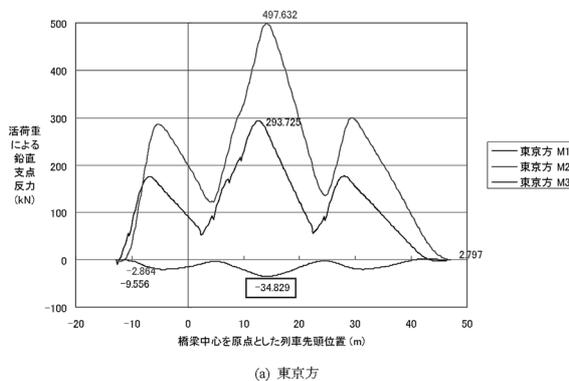


図-6 下り線走行時の鉛直支点反力（P活荷重変動分のみ）

3 沓) で負反力が発生 (P 荷重で 34.829kN) している。図-5 と図-6 を比較すると、死荷重による反力に比べ負反力はさほど大きなものでないため、支点部のバタツキを発生させた原因として可能性が低いと考えられる。このため、何らかの原因により支点部が沈下しバタツキが発生しているものと仮定し、バタツキする支承をジャッキアップもしくは、バタツキの無い支承を下げることで死荷重による鉛直支承反力の変化について解析を行った。鉛直方向変位は正負ともに 0.5mm ピッチで 10mm まで変化させて解析を行った。東京方鈍角部 (M3 沓) に鉛直変位を与えた場合の結果を図-7 に示す。図の横軸はジャッキアップに対応する支承の鉛直方向強制変位量、縦軸は各支承の鉛直反力を示す。

図-7 の結果から、ジャッキアップによる死荷重反力の変化を抽出したものを、図-8 に示す。

これらの結果から以下のことがわかる。

① ジャッキアップによる反力の変動は、ジャッキ

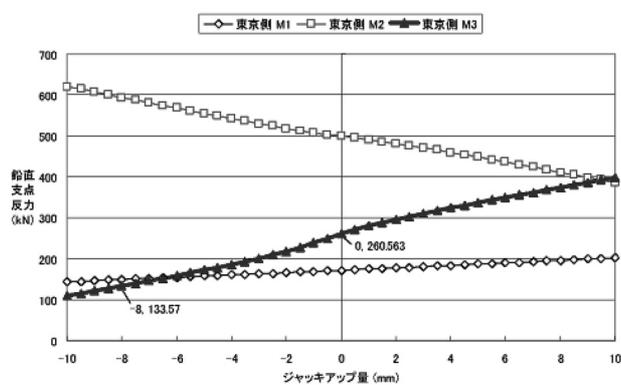
アップを行わない側にも影響を与える。また中央主桁 (M2 沓) で影響が大きい。

② 鈍角部のジャッキアップにより、鋭角部の支点反力が増加する。

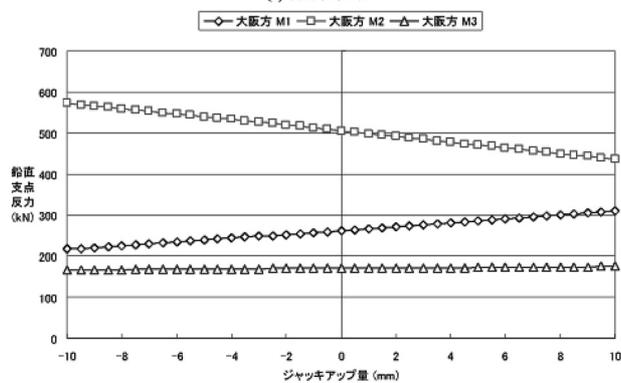
③ ジャッキアップ側の支点反力の増加率は大きい。そのため、支承の耐力に注意が必要。

解析結果から、列車走行時に発生する最大負反力 (34.829kN) は死荷重に比べて非常に小さく、支承が健全な状態であればバタツキは発生しないと考えられる。東京方鈍角部 (M3 沓) において、列車走行時のバタツキを防止するために、最低限必要な追加で導入するジャッキアップの量は、前述の最大負反力量と図-8 から求めることができる。浮き上り防止に必要なジャッキアップ量を推定した結果を図-9 に示す。

この図より、浮き上りを防止するには P 荷重で 2mm 程度のジャッキアップ量が必要であることがわかる。ジャッキアップ量と鉛直反力の変動量の関係を 0mm から 3mm の間を線形で回帰し、

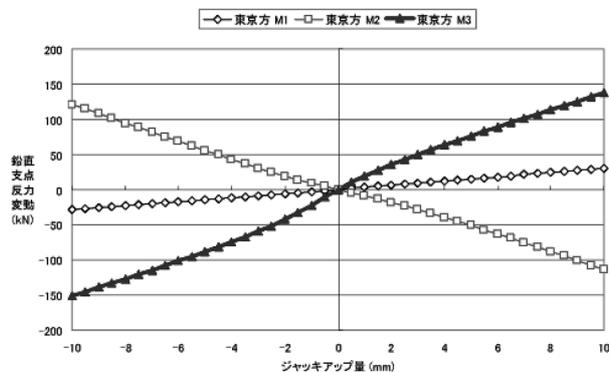


(a) 東京方支承

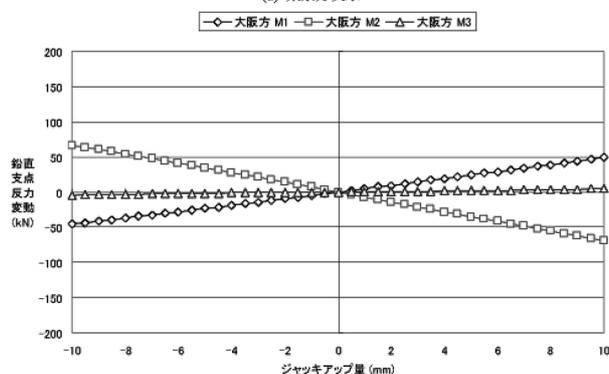


(b) 大阪方支承

図-7 支承反力 (東京方 M3 沓ジャッキアップ)



(a) 東京方支承



(b) 大阪方支承

図-8 東京方 M3 沓をジャッキアップした場合の各支承における反力の変化量

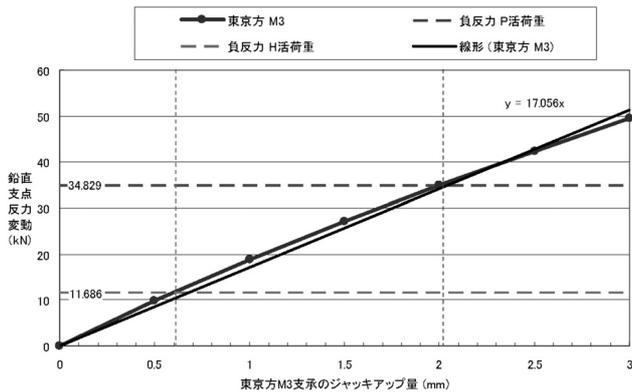


図-9 浮き上り防止に必要なジャッキアップ量

切片を0とした場合の傾きとして変動率を求めると、17.056kNとなる。これを基に必要なジャッキアップ量を算出すると、P荷重で2.042mmとなる。表-1に回帰分析によるジャッキアップ時の鉛直死荷重反力の変動率を示す。

支承の浮き上りを防止するために東京方鈍角部(M3沓)に追加のジャッキアップを行った場合に、各支承で鉛直死荷重反力がどのように変化するかを推定したものを図-10に示す。

東京方鈍角部支承への反力導入に伴い、中間支

表-1 ジャッキアップ時鉛直死荷重反力の変動率

(ジャッキアップ量0mm～3mmの範囲内で算定)

ジャッキアップ位置	鉛直死荷重反力の変動率 (kN/mm)					
	東京方			大阪方		
	M1	M2	M3	M1	M2	M3
東京方M3	2.939	-9.287	17.056	4.845	-7.009	0.298
大阪側M1	-0.597	-6.829	4.796	17.232	-8.876	1.945

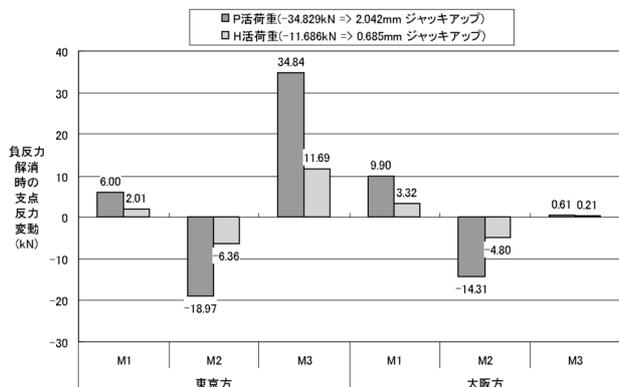


図-10 鉛直支点反力の変化 (東京方鈍角部追加ジャッキアップ)

承では死荷重反力が減少し、鋭角部支承で鉛直反力が増加している。また、対角となる新大阪方鈍角部支承では反力の増加が大きくなっている。

(2) 安全な施工方法で反力を導入する工法の検討
解析結果から、東京方鈍角部支承を強制的に2.042mmジャッキアップすることで、バタツキを抑止できることがわかった。実際の施工では、1mm単位の精度での施工となるため、以下の方法で施工した。

①東京方鈍角部支承を現状より2mm高く設置する。
②東京方中間支承、鋭角部支承は現状の高さから1mm低い位置に設置する。設置方法は、1mmのステンレス板をソールプレートと下沓との間にセットし、沓座モルタル打設後のジャッキダウン時に、ステンレス板を撤去する。この方法で鈍角部支承と中間支承、鋭角部支承との間に3mmの高低差を発生させた。反力調整前の死荷重反力(東京方)は鋭角部支承で190kN、中間支承で660kN、鈍角部支承で0kNであったものが、反力調整後はそれぞれ210kN、380kN、270kNとなり鈍角部支承に死荷重反力が導入でき、列車走行結果からもバタツキが発生しなくなった。

同様の施工方法で、新大阪方鈍角部支承についても、中間支承、鋭角部支承部に1mmのステンレス板をソールプレートと下沓の間にセットし、沓座モルタル打設後のジャッキダウン時に、ステンレス板を撤去し1mmの高低差を発生させた。

4. おわりに

建設後50年以上供用している新幹線の下路橋梁の桁で、このような事例は珍しく、本文が同様の事例の維持管理に一助となれば幸いです。

最後に、東海旅客鉄道株式会社の関係各位の皆様には適切な助言、協力を頂きました。ここに深く感謝の意を表します。