

片持ち梁構造での斜角ゲルバー桁受替工事における変位抑制の検討

西日本旅客鉄道株式会社 正会員 ○和田 直樹 森 勇樹
大成建設株式会社 正会員 荒木 信武 正会員 高 鳴笛

1. はじめに

東海道本線の西成貨物線 Bi は、桁中央部にヒンジ構造を有するゲルバー形式の2径間連続桁橋（以下、ゲルバー桁）である。当該線の地下化事業に伴い、ゲルバー桁の中間橋脚が支障することから撤去し、最終的には門型構造の鋼製橋脚を構築するものの、現地在が狭隘であるため、**図-1**に示すように、一時的に片持ち構造の橋脚で受替える。受替えにおいては、列車通過時に片持ち橋脚の変形等の懸念があったため、動的三次元列車走行シミュレーション解析等による検証や、鋼管杭前面にバットレス型地盤改良工法¹⁾を採用し、片持ち橋脚の変位抑制効果を現地試験にて確認している。しかし、**図-2**のように、鋼製橋脚と控え梁との接続部や控え梁の平面角度など、設計条件の設定が困難な構造であることから、設計通りの挙動を示すとは言い難い。

そこで本工事では、実構造物と同様の仕様・大きさの試験体に対して載荷試験を行い、挙動の把握および必要な対策を実施した。また、想定されるリスクに対する補強も実施したので報告する。

2. 受替構造の変位制限設定について

受替構造の変位制限値を決定するにあたり、**表-1**に示すように「中間支点沈下」が決定ケースとなっており、その値は左右レール位置における主桁たわみ差²⁾から求められている。本設計では主桁たわみ差から算出される中間支点沈下量の許容値 15(mm)に安全率 (80%) を考慮し、中間支点沈下量=片持ち梁先端の鉛直変位量 12(mm)を許容値と定めた。

3. 実物大載荷試験

3.1 試験概要

試験体を**図-3**に示す。載荷試験は、片持ち梁先端（支承部）に油圧ジャッキを設置し、スラブ内に固定された PC 鋼棒を緊張することで実現象を模擬した。載荷荷重は、想定する列車走行速度 (25km/h, 45km/h, 65km/h) に相当する荷重から設計荷重までを段階的に作用させた。計測は、片持ち梁先端の鉛直変位量に着目して実施した。

なお、実際の片持ち橋脚は**図-1**に示すように打設された鋼管杭であり、控え梁は背面にある場所打ち杭と接合される構造となっているが、本試験では施工の都合上、鉄筋コンクリート布基礎を造成した。

キーワード 桁受替え, 片持ち橋脚, 中間支点沈下, 実物大試験

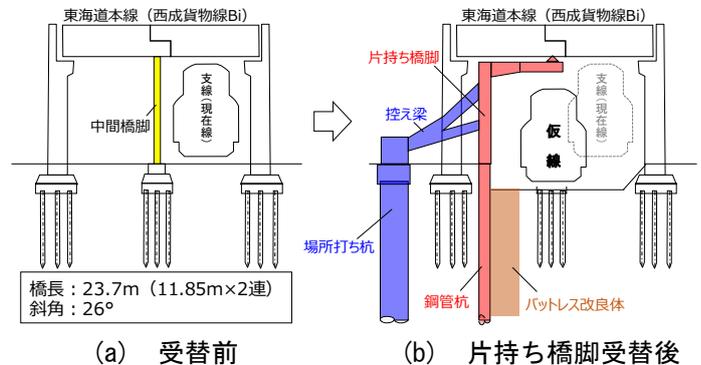


図-1 桁受替え概要図

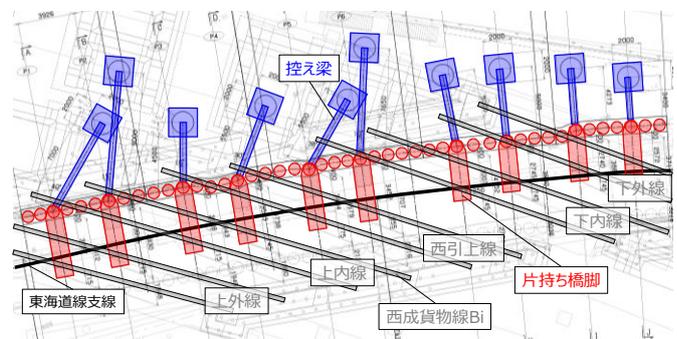


図-2 桁受替え平面図

表-1 変位制限値一覧 (単位: mm)

照査項目		許容値	
中間	桁たわみ	走行安全性	39
		乗り心地	26
支点	折れ角		53
		主桁たわみ差	15
沈下	軌道高低狂い	動的	30

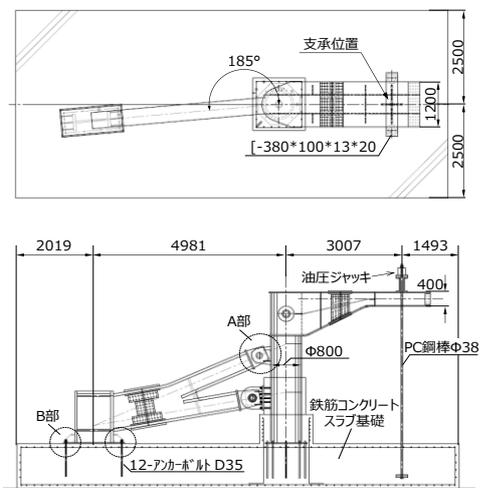


図-3 試験体構造 (単位: mm)

3.2 試験結果

図-4 に荷重と片持ち梁先端の鉛直変位量の関係を示す。対策を実施していないケースについて、片持ち梁先端の鉛直変位量は、最大設計荷重(EA-17, 75km/h)に相当する 900(kN) 載荷時で 17.6(mm) と許容値 12(mm) を超え、設計値と比較し大きく乖離する結果となった。これは、控え梁と柱の接続部であるピン固定箇所(図-3 の A 部) や控え梁基部のアンカーボルトとベースプレート孔との間(図-3 の B 部) に隙間があることで控え梁が十分に機能しておらず、鋼製橋脚が前傾したことが原因と想定される。この結果を踏まえて、図-5 に示す対策を①から順番に実施し、各段階で載荷試験を実施した。控え梁の上下段ともピン結合部を溶接固定し、控え梁基部をコンクリートで巻き立てた場合(対策①~④まで実施)、図-4 より片持ち梁先端の鉛直変位量に一定の低減効果が認められたものの、設計値との乖離が確認された。これは、現地実構造物の境界条件の差異や実物大試験体の隅角部の剛域の設定範囲に課題があることが要因と推察された。次に対策⑦までを追加で講じた場合、片持ち梁先端の鉛直変位量は許容値 12(mm) を下回ることが確認され、対策効果が十分得られていることが認められた。なお、本工事では①~④までの対策工を実施した西引上げ線の現地実構造物に対して実車載荷試験を実施し、片持ち梁先端の鉛直変位量が許容値以下であることを確認したことから、本工事では①~④を対策工として採用し、対策⑤~⑦は施工中に異常を認めた場合の対応策とした。

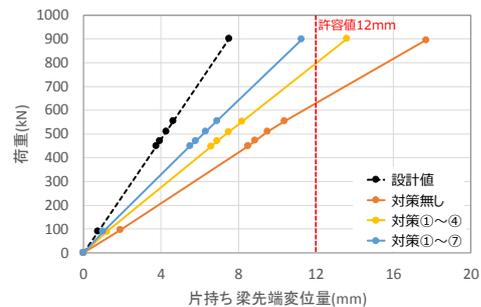


図-4 片持ち梁先端変位量

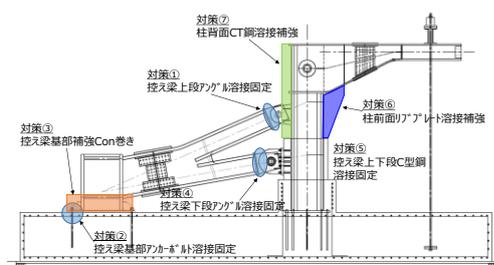


図-5 対策工

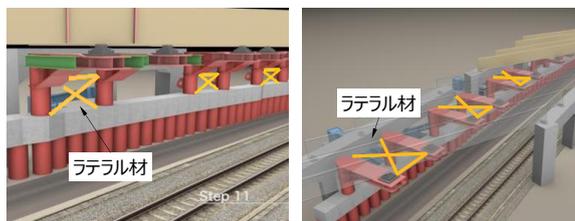


図-6 不同沈下対策



図-7 水平変位抑制対策

4. リスク対策について

桁受替後は、列車通過時に片持ち橋脚の前傾およびたわみにより、ゲルバー桁の中間支点が変位することが予想される。変位が過大となる場合や左右主桁が不同沈下を起こす場合、鋼桁の安全性や列車の走行性・乗り心地に影響を及ぼすことが考えられる。そのため BP-B 支査を設置し、中間支点部の可動域を確保する計画としたが、橋軸直角方向への作用力が受替前よりも大きくなると桁両端の支点部の負荷が増大することが懸念される。そこで、図-6 に示すように新設橋脚の柱間や梁間をラテラル材で結合し、不同沈下を抑制する対策を行った。また、図-7 のように、隣接線の桁同士の補剛材間を 1 主桁あたり 6 本の溝形鋼材でピン接合し、各桁の水平方向への移動を抑制する対策を実施した。

5. おわりに

本工事では、実構造物と同様の仕様・大きさの試験体に対する載荷試験を行い、挙動の把握および必要な対策を実施した。また、想定されるリスクに対する補強も併せて実施した。得られた成果を以下にまとめる。

- 1) 想定される列車荷重と等価な荷重を実物大の試験体に対して載荷した結果、片持ち梁先端の鉛直変位量は許容値の約 1.5 倍大きく、想定する挙動を示さなかったことから、対策工が必要であることが確認された。
- 2) 対策を講じて載荷試験を実施した結果、設計条件の整合性に課題があるものの、許容値に対して片持ち梁先端の鉛直変位量に一定の低減効果が認められた。また実車載荷試験により片持ち梁先端の鉛直変位量が許容値以下であることが確認されたことから、実施段階で①~④の補強案を採用し、無事に桁受替え工事を完遂できた。

参考文献

- 1) 高他, 東海道線交差部桁受替えに伴う杭の水平載荷試験 (その 2), 土木学会第 73 回年次学術講演会, III-384, 2017.9
- 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, 2009.7