

## 片持ち橋脚で受替えた斜角ゲルバー桁の挙動と計測管理に関する一考察

西日本旅客鉄道株式会社 正会員 ○益井 大樹 正会員 藤岡 慶祐  
 大成建設株式会社 正会員 水谷 真治  
 大鉄工業株式会社 正会員 柳澤 久志

## 1. はじめに

JR 東海道線支線地下化事業における最南端の工区では、図-1 のように東海道線支線と東海道本線が立体交差する。その交差部に架かる西成貨物線跨線鉄道橋は、橋梁中央部付近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。ゲルバー桁の中間橋脚は東海道線支線地下化に支障するため、図-2 のように鋼製の片持ち橋脚による中間支点の受替工事が必要となった。本構造による桁受替工事は自他社問わず前例が無く、中間支点（片持ち橋脚先端）の沈下（以下、先端沈下）の管理が東海道本線の安全確保上極めて重要である。本稿では、安全に工事を完遂する為に策定した受替当夜の計測管理計画の詳細を示すとともに、その成果について述べる。

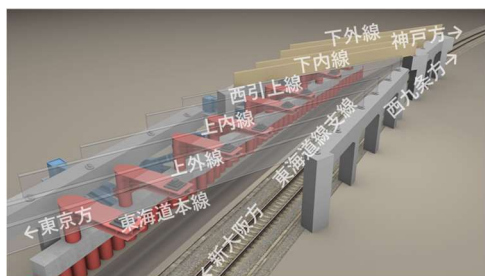


図-1 片持ち橋脚によるゲルバー桁受替後

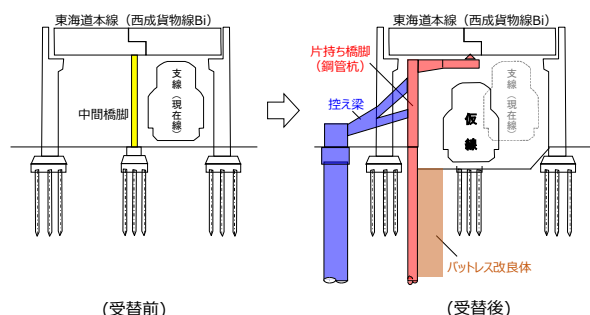


図-2 桁受替工事概要

## 2. 計測管理計画

ゲルバー桁は曲線区間内 ( $R$ =約 400m) かつ架設後 80 年以上が経過している斜角桁 (左 26 度) であり、残留応力など設計時に考慮できていない現地条件が存在

した。また、受替構造が複雑なため、実際の挙動が想定と異なるリスクが想定された。そこで、動的三次元の列車走行シミュレーション解析を行い、さらに実物大試験をもとに片持ち橋脚の挙動を確認し補強を実施した。ただ、これらには斜角桁特有の下フランジのき裂や杓のばたつきなど、既設桁の劣化および変状等による影響は考慮できていない。そこで、実車載荷により実構造物の挙動を検証し、必要な補強を行い、計測管理計画の策定にも反映させた。

## 2.1 実車載荷による実構造物での挙動確認試験

初回の桁受替工事においては待避線（西引上線）を対象とし、受替当夜において実車を載荷することで、実構造物の挙動を確認した。先端沈下量の管理値は、各橋脚の差異を考慮し、待避線の右側橋脚は 6.8mm、左側橋脚は 6.4mm（ともに静的値）とした。その結果、先端沈下量はともに静的値で 1mm 未満、実車退線時にそれぞれ動的値で 4.6mm、5.6mm となった。以上により、先端沈下量の管理値は、実構造物に対して安全側に設定できていると判断した。

## 2.2 列車走行に関わる計測項目及び管理値の決定

表-1 に、片持ち橋脚や劣化を有するゲルバー桁の実挙動を把握するために実施した計測の内容を示す。受替当夜の限られた時間で全ての項目を計測し、判断することは困難である。そのため、線路閉鎖工事の解除や速度向上の判断に用いる基準を、列車の安全運行や乗り心地に直接的に関わる以下の3項目とした。

## (1) 先端沈下量

東海道本線の走行安全性や乗り心地に直接影響を及ぼすため、構造物の変位を一定以内に抑える必要があった。そこで、先端沈下量は、鉄道構造物等設計標準<sup>1)</sup>において、乗り心地の観点から決まる左右のたわみ差の目標値 3mm から図-3 のように 12mm を制限値として設計及び補強を行った上で、当該橋梁における速度制限期間中の列車最高速度 65km/h での管理値とした。

キーワード 桁受替え、ゲルバー桁、片持ち橋脚、実車載荷

〒532-0011 大阪市淀川区西中島 5-4-20 中央ビル 7 階 JR 西日本 大阪工事事務所 うめきた工事事務所 TEL 06-6304-1016

また、工事徐行時の列車速度に応じた各先端沈下量を算出し、管理項目として設定した。

(2) 軌道検測及び動揺検査（東海道本線）

受替後は軌道検測を実施し、線路閉鎖工事の解除判断基準として、整備基準値を管理値とした。ただ、列車速度向上の判断は、先端沈下量等の変位を一定以内に抑えた上で、乗り心地に異常がなければ軌道に変状はないとし、受替後の徐行列車において動揺検査を行った。なお、試運転列車は1本目 25km/h、2本目 45km/h、3本目以降 65km/hとした。管理値は整備目標値とした。

(3) 建築限界確認（東海道線支線）

片持ち橋脚構築後の東海道線支線走行安全性を確認するため、建築限界を簡易建築限界測定器で計測した。

表-1 計測管理項目及び管理値一覧

| 計測管理項目           | 管理値                                                                 | 計測方法                                            |
|------------------|---------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| ゲルバー部<br>目開き量    | 0mm                                                                 | パイ型変位計 10 台                                     |
| 先端沈下量            | 桁死荷重 : 4.0mm<br>25km/h : 7.0mm<br>45km/h : 9.0mm<br>65km/h : 12.0mm | 静的: 三次元測量器<br>動的: IDAP たわみ計測システム 1 式<br>(非接触方式) |
| 軌道検測<br>(東海道線支線) | 当日変位量±3mm                                                           | トランシットによる<br>土木計測                               |
| 軌道検測<br>(東海道本線)  | 整備基準値                                                               | 軌道検測器具                                          |
| 動揺測定<br>(東海道本線)  | 整備目標値                                                               | 動揺計                                             |
| 建築限界<br>(東海道線支線) | 建築限界                                                                | 簡易型建築限界測定器<br>2 台                               |
| ゲルバー桁<br>たわみ     | 桁端部左右差<br>4.8mm                                                     | サンプリングモアレ<br>(非接触方式) 4 台                        |
| 中間査<br>水平変位      | 10mm                                                                | レーザー変位計 2 台<br>(1 線あたり)                         |
| 両端査変状            | 受替前後の変状監視                                                           | 変位計・温度計                                         |
| 控え杭<br>水平変位      | 2～5mm 程度                                                            | 三次元測量                                           |
| その他各種<br>ひずみ・応力  | 各種計算結果による                                                           | ひずみゲージ                                          |

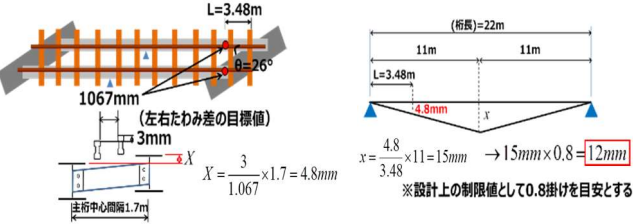


図-3 先端沈下量 管理値の決定

4. 計測結果

表-2 に、先端沈下量が 5 線の中で最大であった上内

線の先端沈下量、動揺検査、建築限界確認の結果を表-2 に示す。先端沈下量は管理値の 50%、かつ列車動揺も受替前後での著しい変化は見られず整備目標値以下であり、列車運行に影響を与えることなく工事を遂行することができた。建築限界においても、東海道線支線を支障していないことが確認できた。なお、施工から半年後においても、先端沈下量は 6mm 未満と受替直後から大きな変化なく推移している。

表-2 桁受替工事後計測結果（上内線）

| 計測内容                 | P3（上内）        | P4（上内） | 管理値  |
|----------------------|---------------|--------|------|
| 先端沈下量(mm)<br>(受替直後)  | 6.0           | 6.0    | 12.0 |
| 動揺測定：左右動(g)          | 前:0.13→後 0.12 |        | 0.20 |
| 動揺測定：上下動(g)          | 前:0.15→後 0.13 |        | 0.25 |
| 建築限界確認               | ○             |        | -    |
| 先端沈下量(mm)<br>(受替半年後) | 5.7           | 5.9    | 12.0 |

※65km/h 徐行列車通過時の沈下量および上下左右動



写真-1 桁受替工事後写真

5. まとめ

得られた成果を以下に記す。

- 1) 待避線での実車載荷により実構造物の挙動を把握することで、輸送への影響が大きい営業線での受替工事を前に、設計の妥当性を一定確認できた。
- 2) 安全な列車運行の可否判断に必要な列車走行性及び乗り心地に関連する計測項目及び管理値を決定したことで、限られた時間の中で安全かつ効率的な速度向上の判断を行うことができた。
- 3) 桁受替工事から半年後も先端沈下量は最大 6mm 程度に抑えられ、進行性も無いことを確認している。

参考文献

- 1) 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