

線路上空における単弦ローゼ橋の架設設計と実施検証について

東海旅客鉄道株式会社 正会員 ○勝又 郁夫
正会員 石田 浩章

恩田 亮介
大内 慎一

1. はじめに

静岡県静岡市長沼地区に位置する東静岡南北幹線こ線橋は、東海道新幹線及び東海道本線を跨ぐ道路橋であり、当社が事業主体である静岡市から委託を受け、線路上空部を含む3径間連続下路式単弦ローゼ橋(図1、図2)の架設を行った。線路上空部となる中央径間(支間長80.0m)の架設工法については、線路内に仮受ベント設備を設置することが困難などの理由から、ローゼ橋の架設事例としては少ない手延べ式送り出し工法にて設計・施工した。単弦ローゼ橋は、橋軸直角方向の桁断面中央にアーチ部材を有するため、アーチ・吊材・主鋼の連成を無視できない複雑な構造体である。そのため桁送り出し時には桁等の荷重が仮受け支点到に複雑に作用する。そこで架設設計においては、荷重値算出方法として「三次元フレーム解析」の設計手法を用いた。本稿では算出された設計荷重値と、桁架設時の実測荷重値との対比を行い、今後の類似工事への水平展開が可能かを検証した。

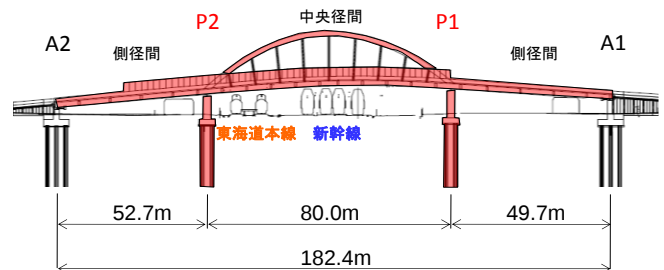


図1 側面図

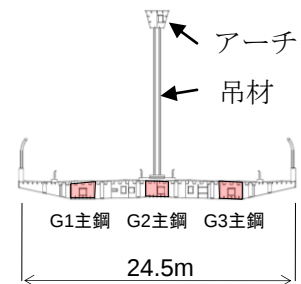


図2 断面図

2. 架設概要

中央径間の架設時重量は、本桁980t、手延べ桁416t、連結構64tの計1,460tである。送り出し設備としては、自走式台車(200t仕様)を前方に10台、後方に8台用いている。送り出し延長は、第1回送り出しにて手延べ桁到達までの67.5m、第2回から第12回送り出しまでを前方台車位置を盛り替えながら約8m毎に送り出し、計154mの送り出しを行った(図3)。1回の送り出し作業は、東海道新幹線の運行時間帯終了後の約3時間25分間で行い、桁送り出しは平成22年10月8日に開始し11月8日に完了した。

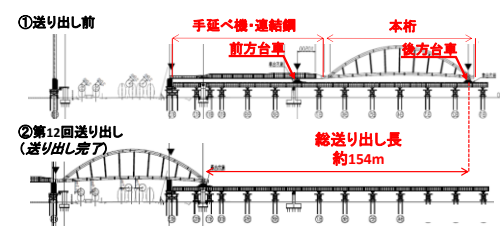


図3 架設要領図

3. 設計荷重値の算出

(1) フレームモデルの設定

送り出し架設における設計荷重値の算出には一般的にフレーム解析が用いられる。箱桁や鉸桁では二次元でモデル化することが多いが、今回の単弦ローゼ桁はアーチ構造であり、荷重値算出においてアーチ・吊材・主鋼の連成を無視できない複雑な構造体であることから、より精度の高い三次元でモデル化を行い、アーチ・吊材・主鋼を一体としたフレームモデルを設定し解析を行った(図4)。

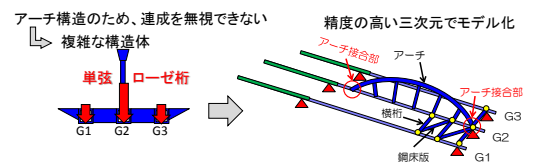


図4 フレームモデルの特徴

(2) 設計荷重値の算出結果

設定した三次元フレームモデルにて算出された設計荷重値を図5に示す。送り出し各回で中央部(G2主鋼)と両端部(G1・G3主鋼)の荷重値にばらつきがあることが確認された。特にアーチ接合部直下が仮受け支点となる後方台車及び第3回送り出しの前方台車において、G2主鋼への荷重集中が顕著であった。また送り出しが進むにつれて前方台車位置が変化することにより、各主鋼への荷重配分が大きく変化することが分かった。そこで、「三次元フレーム解析」の適用性を検証するため、桁架設時の実測荷重値を測定し、設計荷重値と対比することとした。なお、実測荷重値は、送り出し各回の開始直前の支点位置での値を用いた。

キーワード 単弦ローゼ橋、送り出し架設、三次元フレーム解析、設計荷重値と実測荷重値の対比

連絡先 〒420-0034 静岡市葵区常盤町二丁目13番1号 東海旅客鉄道(株) 建設工事部 TEL054-271-2702

4. 設計荷重値の検証

(1) 設計荷重値と実測荷重値の対比

図6に実測荷重値を示す。設計荷重値に近い値を示していることを確認した。また、実測荷重値と設計荷重値との差は、設計上考慮した施工時の各支点における相対変位による不均等荷重から算出した許容値（＝設計荷重値の±20%）内であることを確認した。しかしながら、第7回及び第8回送り出し時には、前方台車 G2 主鋼の実測荷重値が、許容値内ではあるが、設計荷重値より 18% 小さい値を示した。

(2) 原因の推定と検証

第7回及び第8回送り出しにおける前方台車荷重値の設計荷重値と実測荷重値との差異の原因について、仮説を立て検証した。

<仮説>送り出し各回に行う台車盛替え時に台車上サンドル高さが設計値よりも低くなった。

<検証>フレームモデル上で G2 主鋼へ変位を与え、荷重値の分散傾向を確認した（図7）。

<結果>変位を-2mm（マイナス方向は鉛直下向き、以下同じ）与えることにより、検証値が実測荷重値に近い値となった（図8）。

仮説の検証結果から、送り出し時における設計荷重値と実測荷重値の差異は G2 支点高さの 2mm の差が要因で発生したことが分かった。この結果をもとに、荷重値で差異が見られた送り出し回について追加検証を行った。

(3) 追加検証

送り出し各回における追加検証の結果を図9に示す。第3回において-2mm、第5回において+1mmの変位を与えることにより実測荷重値に近い値を示した。この結果から、送り出し時における設計荷重値と実測荷重値の差異は、支点高さ±2mm程度の差が要因であることを確認した。また、わずか2mmの変位で荷重値に大きな変化が生じたことから、桁の橋軸直角方向の剛性が非常に高いと考えられる。

実施工については、送り出しの台車上サンドルの最大高さ 2,843mm に対して 2mm 以内の精度にて施工できたことが証明された。

5. まとめ

今回行った設計荷重値と実測荷重値の対比及び差異の検証により、設計荷重値の妥当性を確認した。このことから、架設設計に用いた「三次元フレーム解析」による方法が、単弦ローゼ橋架設時の設計荷重値の算出方法として信頼性の高い手法であるといえる。

また、検証結果から、わずか数 mm の支点高さの差が荷重値のばらつきに影響することを確認した。荷重値のばらつきは仮設設備耐力及び本桁構造に影響を及ぼすため、複雑な構造をもつ橋梁においては設計荷重値に対する施工での反力管理が、安全な送り出し架設において特に重要となることがいえる。

本工事は全国的にも例の少ない、単弦ローゼ橋の送り出し架設であったが、入念な施工計画・管理により安全に無事故で工事を完了することができた。今後実施される類似桁架設において参考になれば幸いである。

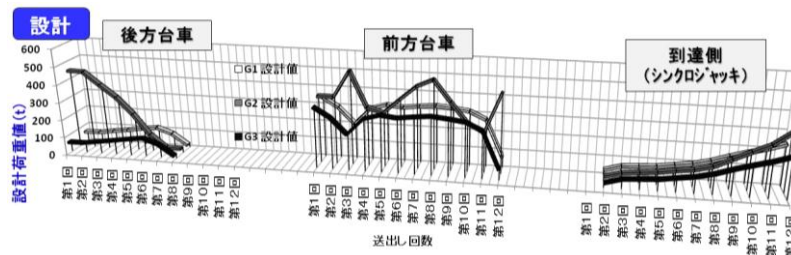


図5 設計荷重値

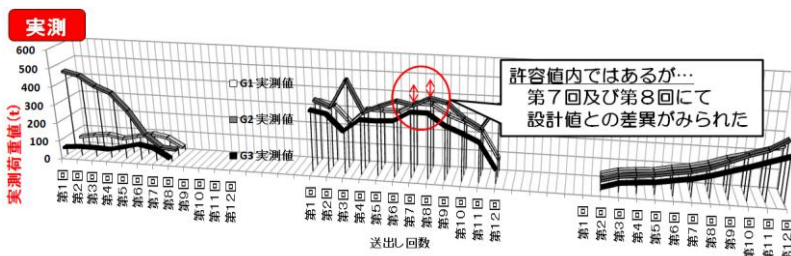


図6 実測荷重値

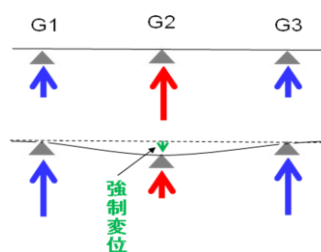


図7 仮説イメージ図

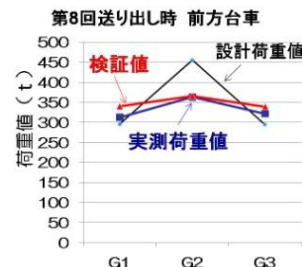


図8 検証結果

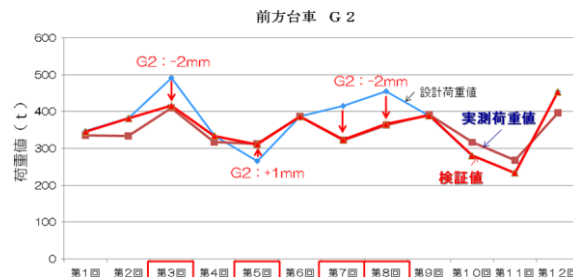


図9 追加検証結果