

山田線 3 橋りょうを対象とした下部工の健全度評価と桁たわみ測定に関する報告

東日本旅客鉄道（株）東北工事事務所正会員○小林香野

東日本旅客鉄道（株）東北工事事務所正会員鳴海渉

東日本旅客鉄道（株）東北工事事務所フェロー瀧内義男

1. はじめに

2011 年 3 月 11 日に発生した東日本大震災により、JR 山田線（宮古・釜石間）の約 55 km の区間において鉄道施設が流失するなどの甚大な被害を受けた。本稿では、第 34 閉伊川橋りょうの 2 連 3 橋脚、第一織笠川橋りょうの 4 連 2 橋脚、大槌川橋りょうの 6 連 11 橋脚を対象に行った下部工の健全度評価と桁たわみ測定のうち、第一織笠川橋りょう（図-1）の結果を中心に報告する。

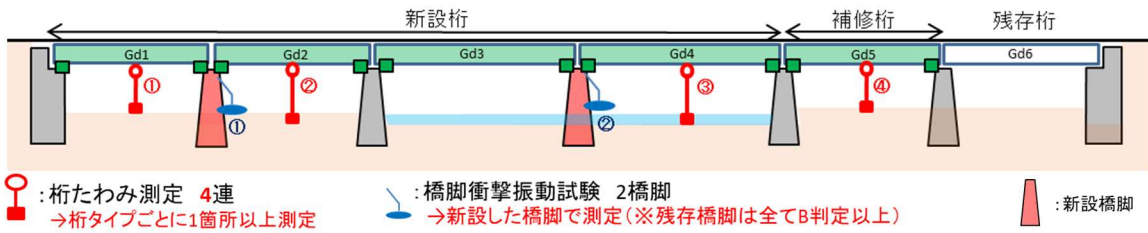


図-1 第一織笠川橋りょう測定概要図

2. 下部工健全度評価

2-1 評価方法の概要

復旧した橋りょうの下部工について健全度を判定するため、衝撃振動試験を行った。衝撃振動試験とは、対象とする構造物を打撃することにより衝撃を与え、その際に生じる振動を速度計により収録し、対象構造物の固有振動数を求める試験法である。本試験では、対象橋脚について、重錘を用いた橋脚の衝撃振動試験を実施した。なお、今回の衝撃振動試験は「鉄道構造物等維持管理標準・同解説 基礎構造物・抗土圧構造物」¹⁾に基づいた。健全度は、衝撃振動試験によって得られた実測データを用いて固有値解析を行い（図-2）、以下に示す式によって得られる増減率の値に応じて判定した。

α （躯体剛性の増減率）＝躯体剛性の解析値／躯体剛性の初期値 …（式-1）

β （地盤ばねの増減率）＝地盤ばねの解析値／躯体剛性の初期値 …（式-2）

判定区分は、 $A2 < B < C < S$ （躯体剛性）、 $A1 < A2 < B < S$ （地盤ばね）であり、どちらも B 判定以上で構造物の機能に関わる変状・欠陥はないと区分している。

2-2 試験結果と考察

第一織笠川橋りょう・第 34 閉伊川橋りょう（3 橋脚のうち 1 橋脚）・大槌川橋りょう（11 橋脚のうち 2 橋脚）の固有値解析による判定区分を表-1 に示す。織笠川橋りょうに関しては、躯体剛性・橋脚側面は全て S 判定、基礎底面は 1P が B 判定、3P が S 判定となり、現状では問題ないことが確認できた。また、3P 橋脚はシー

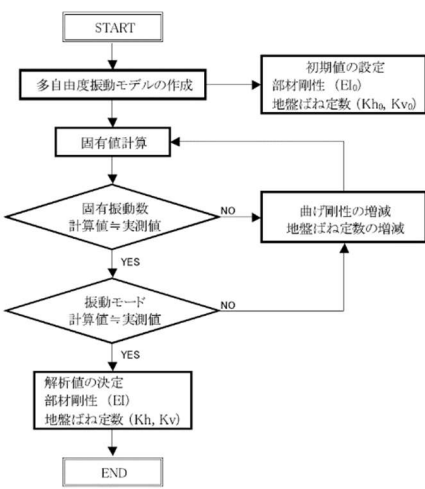


図-2 固有値解析の手順

表-1 健全度判定結果

橋りょう名	橋脚名	躯体剛性		橋脚側面		基礎底面	
		α	判定	β	判定	β	判定
第34閉伊川B	3P（河川部）	1.00	S	1.00	B	1.00	B
第一織笠川B	1P（陸上部）	1.00	S	16.00	S	1.00	B
第一織笠川B	3P（河川部）	1.00	S	17.00	S	17.00	S
大槌川B	2P（陸上部）	1.00	S	3.80	S	3.80	S
大槌川B	18P（河川部）	1.00	S	10.00	S	10.00	S

トパイル基礎によって復旧されているが、地盤ばねが S 判定となっていることから、基礎は十分に復旧し補強されたものと考えられる。対象とした 3 橋りょうの橋脚は、判定結果がすべて B 判定以上となっているため、橋脚の健全性については特に問題なく概ね健全であるといえる。

3. 桁たわみ測定

3-1 試験方法の概要

復旧した橋りょうの上部工について健全度を判定するため、桁たわみ試験を行った。試験用機関車を走行させ、桁のたわみや横揺れをリング式変位計、大鉄式変位計、光学式変位計により測定した（図-3）。計測時の走行速度は、5 km/h・15 km/h・45 km/h の三段階で実施した。なお、今回の桁たわみ測定は「鉄道構造物等維持管理標準・同解説 鋼・合成構造物」²⁾に基づいて実施した。

各測定項目の評価については、鉄道構造物等維持管理標準の常時の走行安全性の照査を基に設計限界値を定め、測定値に対して設計荷重及び設計速度で換算した設計相当値（式-3）で判定する。

$$\delta \text{ (設計相当値)} = \alpha \times \beta \times \delta_0 \text{ (限界値)} \cdots \text{ (式-3)}$$

$$\alpha = \frac{\text{測定衝撃係数 } i_v + \text{測定遠心荷重係数 } \alpha_v}{\text{設計衝撃係数 } i_v + \text{設計遠心荷重係数 } \alpha_v}$$

$$\beta = \frac{\text{測定列車の実軸重による曲げ荷重相当値}}{\text{設計荷重 (KS-12)}}$$



図-3 第一織笠川橋りょう桁たわみ試験

3-2 試験結果と考察

3 橋りょうの桁たわみ試験測定結果を図-4 に示す。縦軸は、たわみの設計相当値に対する実測たわみ量の割合を示している。図-4 に示すすべての桁において、たわみ量は、設計相当値に対して概ね 20%～40%程度となっており、常時の走行安全性における性能を十分に満足していることを確認した。

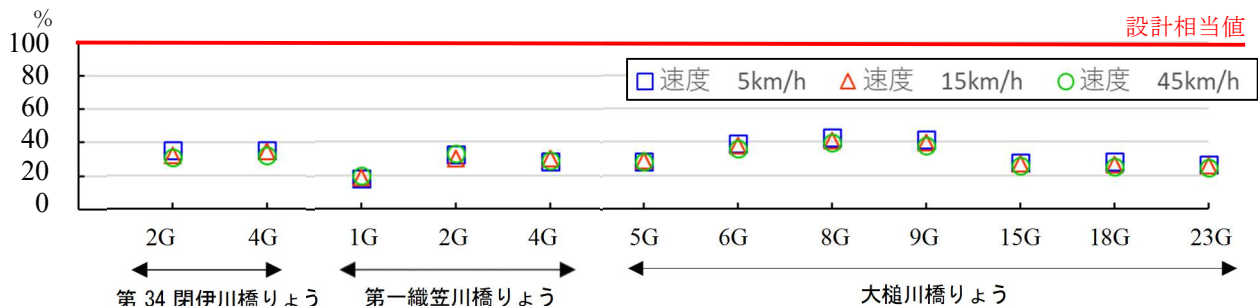


図-4 桁たわみ試験測定結果

4. 結論

山田線の復旧した橋りょうにおいて衝撃振動試験と桁たわみ測定を実施した。固有値解析により、下部工の健全度評価を行った結果、A ランク判定はなく構造上問題ないことを確認した。桁たわみ測定では、測定換算値は基準内にあり、走行性能に影響を与えるような変位は認められないことが確認できた。以上の結果より、復旧した橋りょうの健全性が確認でき、営業列車の走行性能には問題ないことが確認できた。今後、橋りょう復旧における走行性能を確認する例として、類似工事に活かしていきたい。

参考文献

- 1) (財)鉄道総合技術研究所編：鉄道構造物等維持管理標準・同解説（基礎構造物・抗土圧構造物），丸善，2009.7
- 2) (財)鉄道総合技術研究所編：鉄道構造物等維持管理標準・同解説（鋼・合成構造物），丸善，2007.1