

橋脚の掛け違い部に生じたひび割れに対する原因と対策

西日本旅客鉄道株式会社 正会員 ○馬場 幸志
西日本旅客鉄道株式会社 正会員 坂岡 和寛

西日本旅客鉄道株式会社 正会員 湯淺 康史
鉄道総合技術研究所 正会員 轟 俊太郎

1. 背景および目的

鉄道橋の維持管理において、主桁高さの異なる橋梁を支持する橋脚の掛け違い部基部に、列車振動により開閉する水平方向の特異なひび割れが生じた。本稿では、詳細な調査を実施してその変状原因を推定し、対策を実施したので、その内容について報告する。

2. 対象橋脚の概要

対象橋脚を含む橋梁概要を図-1に示す。これまで掛け違い部基部で水平ひび割れと全断面の浮きを確認したため、2016年に断面修復とひび割れ注入を実施した。しかし、2017年に再変状を確認した。

3. 実橋調査

変状に対する原因は温度伸縮、列車振動に起因する外力、掛け違い部基部の打継不良と水による鉄筋腐食が考えられた。このため、表-1、図-2に示す詳細な調査を冬期に行った。

以下、温度変化による影響を確認する目的で行った静的測定について述べる。ここでは気温 10.1℃低下時に生じた実測値の変化量を表記する。図-3に示すように橋台と橋脚の絶対変位は、起点方に位置する合成桁の方向へそれぞれ 2.9mm, 2.7mm 移動した。これは合成桁ゲルバー部の支承が可動不良を生じ、合成桁の温度収縮による外力が作用したためと考えられる。また A 橋が有する支承の可動状態を確認する為、橋桁の収縮量を確認した。図-4に示す A 橋(a'点)-橋台(a点)間、A 橋(b'点)-橋台(b点)間の各相対変位から A 橋の収縮量を算出した結果、最大 0.12mm 程度であった。理論上、同温度の低下時に桁長約 11m の橋梁では 1.1mm 程度収縮することから、A 橋の起点方と終点方の支承は、固定条件に近い状態であることがわかった。以上より、合成桁から A 橋までの橋梁は温度変化で一體的に挙動し、掛け違い部に起点方への過大な水平力が作用している。ま

表-1 詳細調査の概要

	調査目的	測定項目		
		絶対変位 ※橋軸方向 (橋脚, 橋台)	相対変位 ※橋軸方向 (a点-a'点間, b点-b'点間)	鉄筋応力 (掛け違い部基部)
動的測定	列車荷重による応答を測定	-	-	○
静的測定	温度変化による応答を把握する為に72時間の測定	○	○	○
はつり調査	掛け違い部基部における鉄筋状態の確認	-	-	-

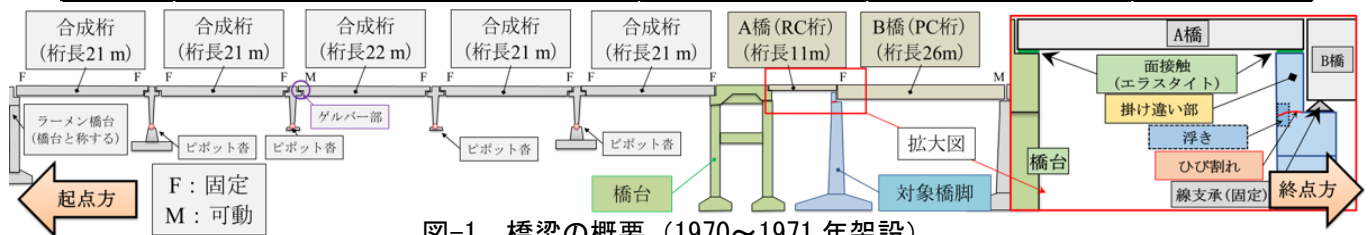


図-1 橋梁の概要 (1970~1971年架設)

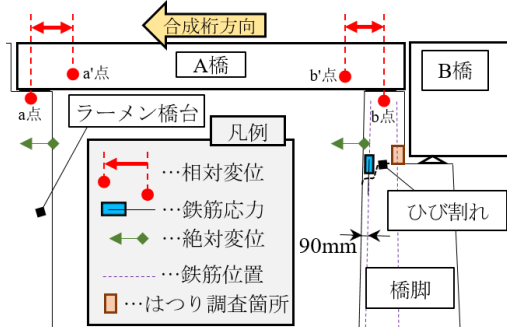


図-2 測定箇所



図-3 橋台および橋脚の絶対変位

キーワード 掛け違い部, 橋脚, ひび割れ, 温度伸縮, 腐食, RC 増厚工法

連絡先 〒673-0016 兵庫県明石市松の内 西日本旅客鉄道(株) 神戸新幹線土木技術センター TEL078-928-0532

た、B橋が有する可動側の線支承は滑りが確認できない為、掛け違い部には前後の橋桁から水平力が作用していると考えられる。なお、A橋とB橋は橋桁が最も膨張する6~7月頃に架設された為、橋桁が収縮する冬場に最も大きい水平力が作用する。また、鉄筋の変動応力は50.4MPa程度であった。ここから1.0℃の温度変化において鉄筋に生じる応力は約5.0MPa程度であり、この地域における年間の最大気温変動45℃を考慮すると228MPa程度となり、過大な応力が生じると考えられる。

列車振動による影響を確認する目的で行った動的測定の結果より、列車振動によって生じる鉄筋の変動応力は30MPa程度であった。温度変化による発生応力と比較して小さいといえる。

はつり調査においては、B橋側に位置する3箇所の鉄筋全てに腐食と破断が確認された。本橋梁では打継不良も生じており、橋桁間からの雨水が基部のひび割れに侵入した影響が大きいと考えられる。

以上より、推定した損傷メカニズムを図-5に示す。本変状では、橋梁の温度収縮に伴う過大な水平力と鉄筋の腐食が主な要因であると推定した。

4. 実施対策および効果の検証

耐力が著しく低下した橋脚に対し、応急対策として、掛け違い部基部に鋼製ブラケットを取り付け、定期的に行進性の確認を行うことで、安全性を確保した。恒久対策はA橋の支承と掛け違い部の取替が基

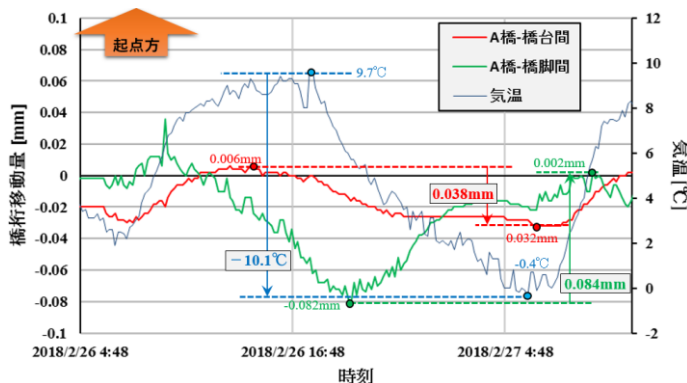


図-4 温度収縮によるA橋の相対変位

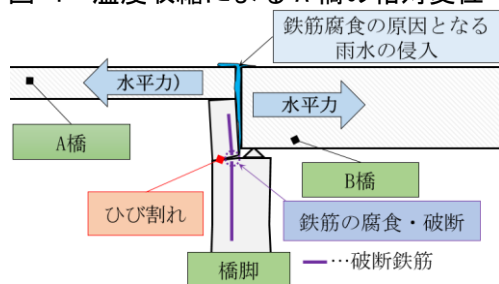


図-5 温度収縮による損傷メカニズム

本と考えられるが、列車運行に与える影響を考慮してRC増厚工法を選定した。補強設計では、平面保持の仮定と力の釣り合い条件に基づき、前述した鉄筋応力の年間変動量から算出した引張力を作用荷重に設定し、鉄道標準りに基づき実施した。対策の妥当性を確認するため実施した静的測定の測定箇所とその結果を図-6、図-7に示す。温度変化に伴い鉄筋応力が変化していることから、補強部材と既設部材が一体的に挙動していることがわかる。設計では温度変化に伴う鉄筋応力の最大変化量を49MPaと推定したが、測定から推定した最大変化量は28MPaとなり、設計の妥当性が認められ、温度変化に対して安全であることを確認した。

5. まとめ

橋脚の掛け違い部基部における特異なひび割れについて、原因推定のため詳細な調査を行った。調査結果を踏まえた恒久対策を実施し、設計の妥当性を確認するため測定を行った。以下、主な結論をまとめる。

- 1) 掛け違い部基部における変状原因は、橋梁の温度収縮と鉄筋の腐食による影響が大きいと推定した。
- 2) 恒久対策として、RC増厚工法を選定し、温度変化に対して安全であることを確認した。

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 コンクリート構造物，丸善，2004

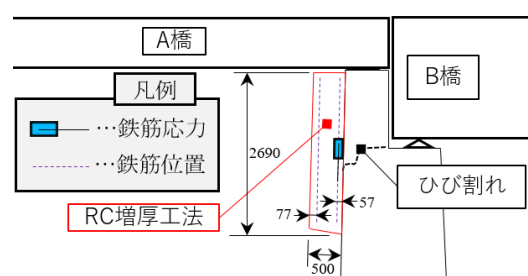


図-6 測定箇所 (単位: mm)

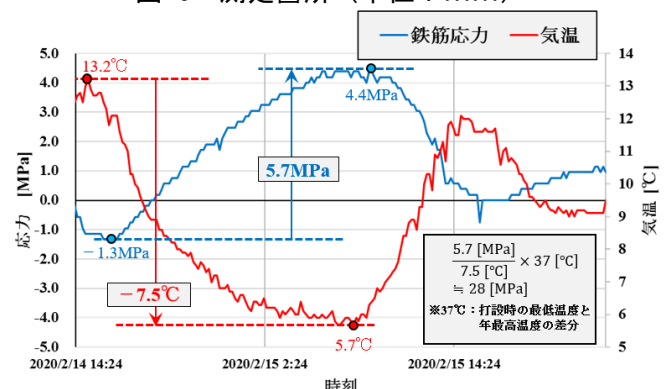


図-7 温度変化時における鉄筋応力