

## 上田電鉄千曲川橋梁災害復旧工事の施工報告

上田電鉄株式会社 非会員 村田 成二 市村 謙人  
 東急建設株式会社 正会員 ○大駕 一輝 水田 敏明  
 非会員 丸山 明紀 白仁田 和久

## 1. はじめに

上田電鉄千曲川橋梁は、1924年に架設された橋台2基、橋脚4基、5径間のプラットラスから構成された全長224mの単線鉄道橋である(図-1)。信濃川水系千曲川103.8k付近で交差し、上田電鉄別所線の上田～城下駅間に位置する。また、赤く塗装された本橋梁は地域のシンボリックな存在となっている。本稿では令和元年東日本台風(19号、2019.10.12～13)により被災した上田電鉄千曲川橋梁の災害復旧工事の施工報告を行うものである。

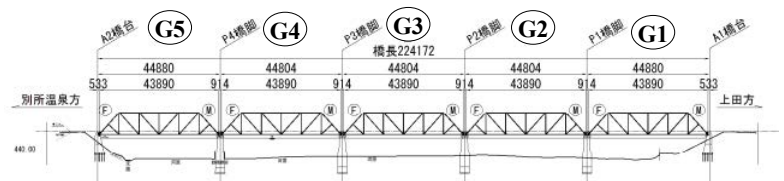


図-1 千曲川橋梁側面図(被災前)

## 2. 被災状況

令和元年東日本台風は関東甲信越・東北地方を中心に記録的な大雨をもたらした。その内長野県では千曲川流域各地において堤防の決壊、欠損、氾濫などによる被害が多発した。上田市の当該橋梁交差部では左岸堤防が約300mにわたり欠損し、A2橋台が流失したことで第5径間(G5、約58t)が河川内へ落橋した。また、P4橋脚部では増水した河川により局所的に洗堀を受け、橋脚が上流側へと傾斜した。そのことにより第4径間(G4)ではP3橋脚上を起点にしてトラス桁が上流側へ角折れするように変位した。各部の被害状況を写真-1に示す。



写真-1 千曲川橋梁被災状況

## 3. 現地調査

本復旧計画に当たり(財)鉄道総合技術研究所による支援の下、被災した千曲川橋梁の現地調査を実施した。同調査より、G5桁に関しては、支承・シュー座・枕木受材の変形などが主に確認されたが、堤防の緊急復旧時に埋められた箇所の変状、目視では捕捉できない変状などが生じている可能性があり、再度詳細な調査を実施する事とした。

また、P4橋脚に関しては、橋脚が上流側へ傾斜していることや周辺の地盤状況から推測し、洗堀深がケーソン基礎底端まで到達していた可能性が推定された。そのため被災前に比べ基礎の支持力低下が懸念された。よって列車運行再開に向けては、基礎の支持性能の確認、または補強を行う事とした。さらに、被災前の状態への復旧では、今回の台風19号のような豪雨が発生した場合、再度橋脚の変状などの被害が生じるリスクが大きいため対策工法を検討し復旧計画を策定した。

## 4. G5桁の復旧

落橋した赤いトラス橋は地域のシンボルとして長く親しまれており、それを維持するために定期点検や塗装などのメンテナンスが適切に継続されていた。そこで橋梁の復旧では、今回の被災による損傷を確認し、鉄道橋としての健全性を満たしていることを照査したうえで部材を極力再利用し復元することを条件とした。解体時にはトラス格点部を仮ベントで支持し上部部材から順に解体を行った。なお、後の再利用を可能とするために添接部のリベットを磁器ボール盤にて抜取り、部材ごとに分割撤去した。河川復旧工事により、堤防の緊急復旧時に埋められたA2橋台側の1セクションはガス切断にて撤去し、新規製作した。

キーワード 災害復旧、鋼トラス橋、再利用、河川内橋梁、鉄道

連絡先 〒223-0002 東京都渋谷区渋谷1-14-11 東急建設(株) 土木事業本部技術統括部 土木技術部 TEL:03-5466-5152

解体した部材は鉄道構造物等維持管理標準・同解説<sup>1)</sup>に準拠し、近接目視及び触診による個別検査を行った(写真-2)。主な検査項目は①塗膜劣化と腐食状態、②リベットのゆるみ、③溶接部および母材の変状とした。①については大きな変状は無く、②については列車振動などによるゆるみが確認されたリベットは高力ボルトへ変換した。③については、落下時の衝撃・加圧によるものと思われる母材の変形が多数確認されたので、変形量が大きいものは新規部材に取替、加熱矯正可能なものは再利用とした。これにより、全体の約7割の部材が再利用可能と判定された。



写真-2 部材個別検査状況

列車運行再開に際しては、開通前にモーターカーにて、開通日には営業列車にて活荷重載荷時の橋梁の健全度評価としてたわみの計測を行った。計測はCCDカメラを使用した高精度画像変位計測システムを用い列車の活荷重載荷時のスパン中央部での変位を計測した。計測結果は表-1の通り、たわみ量はすべての段階にて算定値以内で上下流の差も少なく、橋梁に異常な挙動が発生していない事を確認した。

表-1 G5 スパン中央部たわみ計測結果

項目	実施日	載荷物	算定たわみ	回数	第5径間 (単位: mm)	
					下流側	上流側
モーターカー試験 (自主検査)	3月2日	モーターカー	11.67	1回目	-8.28	-7.96
				2回目	-8.35	-7.83
				3回目	-8.14	-8.12
				平均	-8.26	-7.97
上下流平均					-8.11	
運輸局検査	3月16日	モーターカー	11.67	1回目	-8.11	-8.3
				2回目	-8.04	-8.19
				3回目	-7.87	-7.76
				平均	-8.01	-8.08
上下流平均					-8.05	
開通後	3月28日	実車	10.9~16.7 ※乗車率不明	1回目	-6.8	-7.6
				2回目	-8.05	-6.7
				3回目	-7.37	-7.78
				4回目	-6.63	-7.1
平均					-7.21	
上下流平均					-7.25	

## 5. P4 橋脚の補強

P4 橋脚は、被災により基礎の支持力低下が懸念されたため薬液注入にて地盤強化(空隙充填)を行う事とした。また、河川の堤防復旧計画において最深河床高さが現在より約2.4m低くなる事が決定し、現況復旧では橋脚の安定を満足しないため<sup>2)</sup>、基礎底版拡幅補強を行う事とした。

河川内の作業は、工程の都合上河川出水期を跨ぐことになるため、橋脚の変状が進行しないよう次期出水期までの洗堀防止工が必要であった。また、競合する河川復旧工事にて橋脚周囲を盤下げされる際及び、基礎拡幅補強時の掘削をする際に土留めが必要であった。

そこで、初めに非出水期に橋脚を矩形に囲うように鋼矢板を打設し、洗堀防止時には、袋詰め玉石を橋脚周囲に固め置き根固めを行うとともに(写真-3)、盤下げ時や掘削時には橋脚の安定検討を考慮した山留支保工を設置した。なお、鋼矢板の打設では、対象地盤が玉石交じりの砂礫層であるため、パイルオーガーで最小限の掘削を行い鋼矢板を打設する「硬質地盤クリア工法」を採用した。また、桁下で空頭制限がある箇所ではリーダレス型基礎機械で玉石の破碎・削孔を行う「ダウンザホール工法」にて施工した。



写真-3 P4 橋脚(仮)洗堀防止



写真-4 P4 橋脚補強完了

次期非出水期には、薬液注入を行った後、鋼矢板内部を掘削し基礎底版拡幅コンクリートを施工した(写真-4)。この際、設計計算上では拡幅躯体のみで橋脚の安定は満足するが、洗堀防止用として残置した鋼矢板の変状防止のため、頭付きスタッドを設置して一体化した。

## まとめ

本復旧工事では橋梁部材の再利用、被災し傾斜した橋脚を活かして補強し、列車運行再開を実現することが出来た。本事例が今後も発生しうる自然災害に対する鉄道施設の復旧や維持管理の一助となれば幸いである。

## 参考文献

- 1) 鉄道構造物等維持管理標準・同解説(構造物編)鋼・合成構造物 平成19年1月-平成29年付属資料改訂版-(財)鉄道総合技術研究所, 平成29年12月。
- 2) 宇川ら, 「台風被害で落橋した千曲川橋梁の復旧に関する事例報告」, 令和3年度土木学科全国大会第76回年次学術講演会, I-14, 2020.