

台風 19 号で流出した鉄道橋りょうの復旧に関する設計

東日本旅客鉄道(株)構造技術センター 正会員 ○大島 博之

東日本旅客鉄道(株)水戸支社 正会員 江幡 尚彦

J R 東日本コンサルタンツ(株) 正会員 高木 芳光

1. はじめに

令和元年 10 月に発生した台風 19 号による異常出水で、茨城県の久慈川に架かる鉄道橋りょうが流出した（写真 1）。流出した橋りょうは橋長 140m で河川内に 6 本の橋脚を有する鋼上路鉸桁 7 連であった。復旧は同規模の河川増水があっても被災しないよう出来るだけ桁下空頭を拡大し、河川内の橋脚を 1 本に減らした鋼トラス桁 2 連に架け替える。本稿では復旧にむけた構造検討と設計ストックを活用し設計期間を短縮した鋼トラス桁の設計概要を述べる。



写真 1 流出状況（起点側橋台より）

2. 復旧構造の検討

復旧は、より安全な形で早期復旧を目指すことを基本方針とし、構造形式は工期・コスト・メンテナンス性を考慮して合理的に決定することとした。復旧時の基本条件は被災前を踏襲し、橋長は 140m 程度、曲線半径 600m の単線桁である。復旧構造は架設連数で分類し以下のような検討を行った（図 1）。

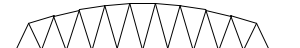
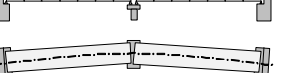
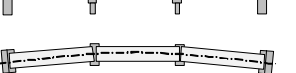
形式			①140mトラス 1連	②70mトラス 2連	③47m下路鉸桁 3連
略図	側面				
	平面				
設計	工期	上部工6か月+下部工3か月		上部工3か月+下部工5か月	上部工5か月+下部工6か月
	コスト	×		○	◎
上部工	製作	工期	11か月	10.5か月	8.5か月
		コスト	○	◎	◎
	架設	工法	ケーブルクレーン直吊り工法	クレーンベント工法	クレーンベント工法
		工期	5か月	4か月	5か月
	コスト	○	◎	◎	
中間橋脚	工期	不要	橋脚4か月	橋脚8か月	
	制約条件	なし	橋脚(1基)は濁水期施工	橋脚(2基)は濁水期施工	
	コスト	◎	○	○	
メンテナンス性		○	○	◎	
	上弦材等の近接目視には足場が必要		上弦材等の近接目視には足場が必要	主要部材の近接目視には足場が不要	

図 1 復旧構造の比較検討

検討の結果、施工期間が渇水期に制限される中間橋脚が少なく、工期・コスト・メンテナンス性が中程度に優れる 70m 鋼トラス桁 2 連が最も合理的であると判断した。

3. 設計概要

新設する鋼トラス桁（新設計桁と記す）は設計期間の短縮を図るため、国鉄時代に設計した鋼トラス桁（既設計桁と記す）の図面を活用し、現地条件や現在の要求性能を満たすよう一部を修正することとした。

(1) 既設計桁の構造概要

活用する既設計桁は民営化以降に設計したものに限らず、条件に適合する項目が多く、なるべく新しいものを抽出した。抽出条件は架設場所の現地条件から支間が 70m 程度、設計荷重が KS-14 以上、曲線半径が 600m 以下、無道床の単線下路トラス桁とした。条件を満たす連続トラス桁はなく単純トラス桁を選定した。選定した既設計桁の構造諸元を以下に記す。

図面番号：WTTTC472-3（単線下路ワーレントラス 鋼直結軌道）

設計荷重：KS-14

曲線半径：R=350m

支間長：72.6m（格点間隔 10.3m+5x10.4m+10.3m）

主構中心間隔：7.2m

主構高さ：9.5m

キーワード 災害復旧，鋼トラス，設計期間の短縮，修正設計

連絡先 〒163-0231 東京都新宿区西新宿 2-6-1-31 階 東日本旅客鉄道(株) 構造技術センター 03-6854-5965

(2) 既設計桁の照査と修正した内容

既設計桁は昭和 58 年の「建造物設計標準」を適用しており、現在の「鉄道構造物等設計標準」とは耐疲労性や耐震性能に関わる照査内容が大きく異なる。また、新設計桁と既設計桁は曲線半径が異なるため軌道を支持する床組みの修正が必要になる。以下に既設計桁に対して新たに行った照査と修正した内容を記す。

① 耐疲労性の照査

設計荷重は当社の実施基準で定めている EA-15 を用いた（図 2）。縦桁は影響線基線長が短く 1 列車通過時の繰返し回数が多いため疲労限による照査を行うこととした。一方、主構（上・下斜材、斜材）や横桁は 1 列車通過時の繰返し回数が少ないため累積疲労損傷度による照査を行った（図 3）。照査に用いる列車本数は、復旧する路線の使用実態を反映した列車本数を設定した。照査の結果、主構や横桁は既設計桁の断面を変更せずに 100 年以上の疲労耐久性があることを確認した。

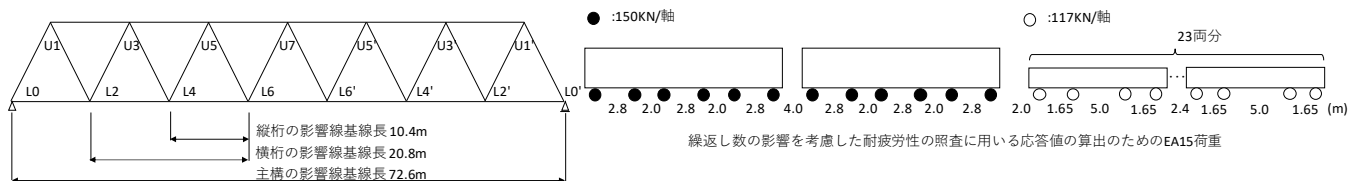


図 2 EA-15 荷重と影響線基線長

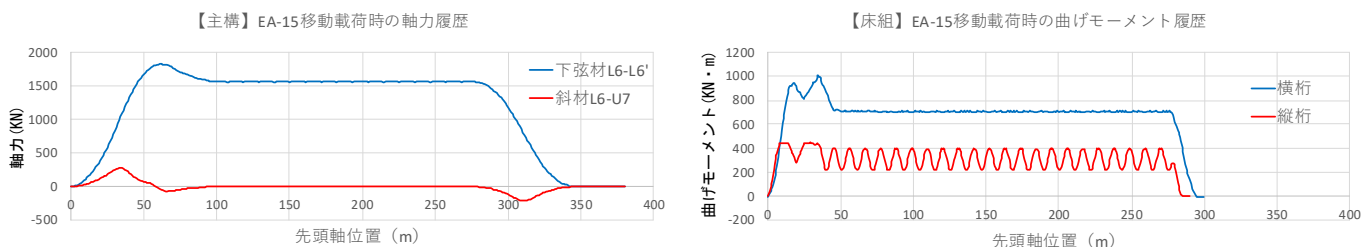


図 3 EA-15 荷重の移動載荷時の断面力履歴

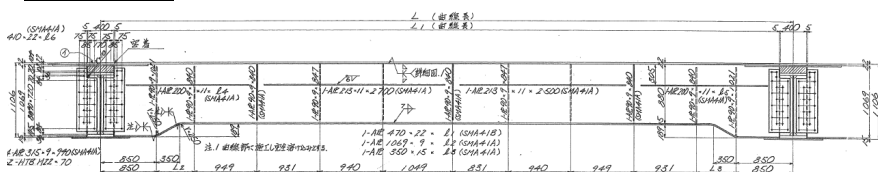
② 耐震性能の照査

想定地震動に変更があるため地震時の水平力を負担する下横構、橋門構、支承の設計を修正した。設計の修正に伴い支承構造は金属支承（BP-A）からゴム支承に変更した。

③ 曲線半径の違いによる床組みの修正

縦桁の配置および軌道構造を変更した。縦桁の平面配置は直線の縦桁を横桁位置で折り曲げ R=600 に追従させた。また、軌道構造は使用実態を反映し、鋼直結軌道からマクラギ受け付の橋マクラギ軌道に修正した。縦桁は再作図が必要になることから断面を変更することとし、ウェブ厚は 9mm から中間補剛材を省略できる 15mm まで増厚した。これにより材片数の減少による製作の合理化が図れ、また、疲労強度が低い溶接接手（補剛材下端 E 等級）を廃止できたことから疲労限による設計をしても合理的な断面となった（図 4）。

旧設計桁の縦桁



新設計桁の縦桁

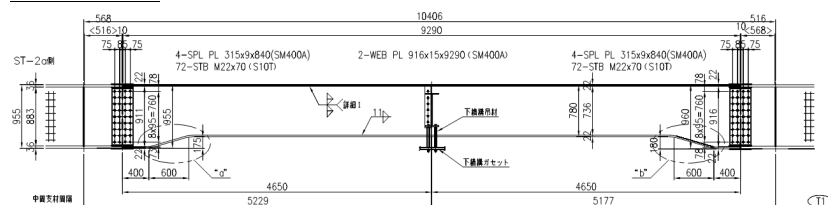


図 4 既設計桁と新設計桁の縦桁形状の違い

4. おわりに

令和 3 年夏ごろの運転再開に向けてトラス桁の設計は概ね完了し工場製作の準備に取り掛かっている。設計や工場製作、現場架設等のステップ毎に成果や反省点を検証し災害復旧に関する知見を整理したい。

参考文献

- ・平成 21 年 7 月 鉄道総合技術研究所編：鉄道構造物等設計標準・同解説 鋼・合成構造物