

トラフガーダーの部材補修補強による延命化と性能評価

東日本旅客鉄道(株)	正会員	○ 高橋 武志*
東日本旅客鉄道(株)	正会員	井上 英一**
東日本旅客鉄道(株)	正会員	加藤 勝**
株式会社 B M C	正会員	浅岡 敏明***

1. はじめに

既設の鋼橋において、老朽化に伴う腐食やリベットの破断、疲労亀裂など耐荷力の低下が問題となる変状が増えている。投資計画の面からも、橋桁の耐荷力を定量的に評価し、性能が低下した部材を計画的に補修・補強していくことが必要とされている。また、変状初期の時点での部材補修による延命化対策は、橋桁取替に比ベトータルコストの低減が可能である。

当該橋りょうは、田園地帯の河川を横断する鉄道橋で、1962年に建設された3主桁リベット構造の単線形トラフガーダーである（写真-1）。支点沈下や軌道偏奇に伴い、応力バランスの不均衡からたわみ差が発生していた。過去に桁座へのグラウト注入や、弛緩または破断したリベットのHTBへの交換が実施されているが、リベットの破断や部材の亀裂は抑制されなかった。今回、恒久的な対策として橋桁の補強・改造を実施し、軌条受け部のディティール変更によって応力が集中しにくい構造とした。また、列車走行に伴うたわみ差および横変形を防止するため、ダイヤフラムと下ラテラルを設置した。

本報告では、亀裂損傷が発生した鋼桁の安全性能としての耐荷力評価と、耐久性能の面からの延命化対策および対策の効果の性能評価について述べる。



写真-1 補強前の橋桁全景

2. 変状概要と発生要因

1) 軌条受け下フランジのリベット破断

当該橋桁は、列車走行時の横荷重に対し、軌条受けのみで抵抗する構造となっていた。通常、リベット構造では、リベットの支圧接合として設計されている。当該箇所では、主桁のたわみ差によりリベット首部に引張荷重が作用したため、弛緩・破断に至った（写真-2）。



写真-2 軌条受けリベット破断



写真-3 下フランジ山形鋼亀裂

2) 主桁下フランジの水平亀裂

当橋は3主桁トラフガーダーであることから、支点沈下に伴う橋桁支承部のあおりや軌道偏奇による主桁応力の不均衡、橋桁横剛性の不足が生じていた。側主桁端部において、下フランジ山形鋼の橋軸直角方向の首曲げ応力が作用し、疲労により支座位付近にL=120mmの水平亀裂が発生した（写真-3）。

3. 橋桁補強前の健全度評価

当該橋桁における現有応力比率（SR値）の最低値は、上フランジの163%（CまたはSランク）であり、主桁の耐荷力性能については健全であると判断した。なお、亀裂の発生部および橋桁全体の実応力の把握と対策工を策定する目的で、ひずみゲージとリング式たわみ計を用いて発生応力・たわみ量の測定を実施した（写真-4,5）。測定データは、すべて鋼



写真-4 ゲージ・タビ計の設置



写真-5 データ収録状況

Key Words：トラフガーダー、3主桁、たわみ差、応力測定、延命化対策、性能評価

連絡先：* 宮城県仙台市五橋1-1-1

.022-266-9639

** 宮城県仙台市宮城野区東六番丁31-2

.022-266-2397

***千葉県千葉市美浜区中瀬2-6 W B G マリブウェスト25階

.043-297-0207

橋総合診断システム（以下、BMC システムという）により収録・評価した。支点首部の面外応力が最も不均衡だった箇所の解析値を図 - 1 に示す。

当該測定箇所には、大きな圧縮応力が作用しており、中主桁・左主桁支点部付近における下フランジの応力差が最も顕著であった。応力負担の割合は右主桁 35.1%、中主桁 10.5%、左主桁 54.4%であった。更に、左主桁の応力振幅と切欠き形状を有する軌条受けの応力集中を少しでも緩和する補修・補強が必要であると判断した。

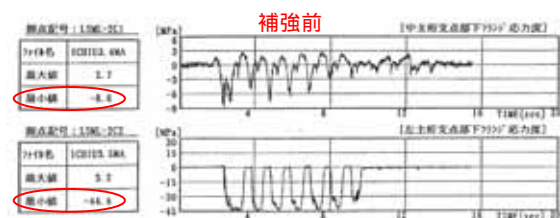


図 - 1 補強前の主桁支点部の応力度

表 - 1 橋桁の補修・補強箇所

桁番号 部位別	上り線（箇所）				下り線（箇所）				計
	1 連目	2 連目	3 連目	4 連目	1 連目	2 連目	3 連目	4 連目	
軌条受け取替	8	8	8	8	8	8	8	8	64
ダイヤフラム設置	8	8	8	8	8	8	8	8	64
ラテラル設置	24	24	28	28	24	24	28	28	208
沓座補修	3	0	3	3	0	0	0	3	12
支点部 LF 補修	0	1	1	0	0	1	0	0	3

4. 補修・補強の目的および工法

沓座補修に伴う橋桁仮受けのため、橋脚前面に鋼製のブラケットを設置した。列車間隔が短いことから、沓座補修材料の強度発現時間を確保するため、活荷重の載荷を前提とした設計を行った。上下線橋桁（全 8 連）の補修・補強箇所を表 - 1 に示す。

1) 軌条受けの取替

既設の軌条受けは H 形鋼を切り欠いた形状のため、亀裂が発生しやすい構造であった。一連当り 8 箇所（左右各端部と近隣）の軌条受けについて、ディティールの変更を行い、応力が集中しにくい構造とした。

2) ダイヤフラムの設置

中央主桁と側主桁のたわみ差を解消するには、上フランジを連結することが有効であるため、上フランジに可能な限り近接した位置にダイヤフラムを設置した。

3) ラテラルの設置

既設の軌条受けは、横剛性の確保に有効な下フランジには接合されておらず、フランジに比べ剛性の低いウェブのみに連結されていた。橋桁横剛性の不足を解消する目的で、下フランジにラテラル（L 90 × 90 × 10）を設置した（写真 - 6）。



写真 - 6 ラテラル設置状況

5. 橋桁補強後の応力測定および効果の確認

橋桁補強後、BMC システムを用いて貨物列車載荷時の応力測定を実施した。補強前の測定位置と同一箇所の解析値を図 - 2 に示す。補強後の応力負担の割合は、右主桁 27.3%、中主桁 43.7%、左主桁 29.0%に改善された。たわみ測定は実施していないが、橋桁補強前の応力およびたわみ測定において主桁の応力とたわみに相関があることが確認されており、たわみのバランスについても良好であると判断できる。支点沈下に伴う橋桁支承部のあおりについても、測定波形に無応力状態の交番が見られず、沓座補修の効果が確認された。

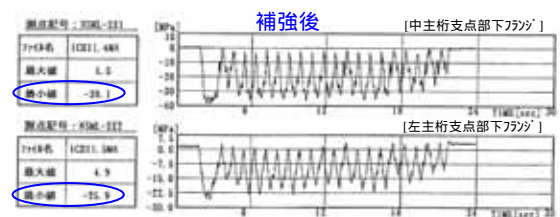


図 - 2 補強後の実測応力度

6. まとめ

耐荷力の低下した鋼桁において、補強前後の応力測定を実施し、その効果を検証した。橋桁耐力の指標となる現有応力比率では主桁のたわみ差や応力負担の偏りは反映されないため、耐荷力評価や補強効果の確認は、実測応力を用いた手法が効果的である。これまで補修・補強・改造を行ってきた橋の中には、延命化の効果が十分に発揮されないものがある可能性もある。事前に実態をより定量的に把握し、変状初期の段階での部材補修・補強を行うことで橋桁取替と同等の性能が発揮され、より一層の鋼桁の延命化とトータルコストの低減が可能となる。

<参考文献> 1) 鉄道総合技術研究所：鋼構造物補修・補強・改造の手引き，1992 年 7 月

2) 鉄道総合技術研究所：鉄道構造物等設計標準・同解説 鋼・合成構造物，2000 年 7 月