

斜角を有する鋼鉄道橋の端横桁ニーブレースに発生した疲労亀裂の対策工について

東日本旅客鉄道株式会社 正会員 松田 俊一
 東日本旅客鉄道株式会社 正会員 山村 啓一
 東日本旅客鉄道株式会社 正会員 海沼 誠司

1. はじめに

本報告では、急な斜角を有する鋼製の下路鉸桁鉄道橋における、端横桁ニーブレースと主桁との連結部において発生した疲労亀裂の対策工について述べる。当該橋りょうでは、以前より疲労亀裂が確認され対策工が施されてきたが、疲労亀裂の進行は完全には止まらなかった。そこで今回、ニーブレースの一部を切断した上で新しい部材に取り替える対策工を行ったので報告する。

2. 発生した疲労亀裂

当該橋りょうの一般図と亀裂発生箇所を図1に、発生した疲労亀裂の状況を図2に示す。当該橋りょうは、中央支点部にゲルバー梁を有する連続した単線の下路鉸桁橋りょうで、横桁がニーブレースで主桁に連結されている。26度の斜角を有しており、桁端部の鈍角部においてニーブレースは、建築限界を支障しないように折り曲げられており、主桁の端補剛材に連結されている。この連結部の上部において、鉛直方向に疲労亀裂が発生している。

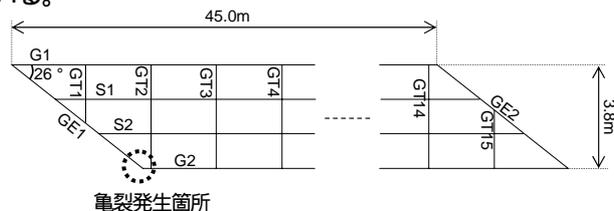


図1 当該橋りょうの一般図

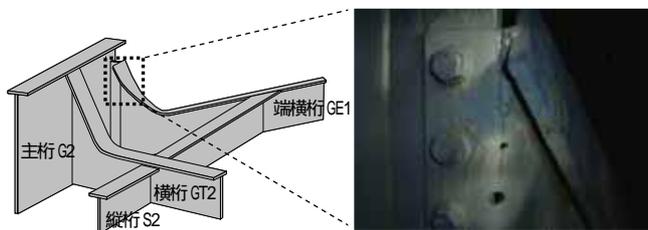


図2 疲労亀裂発生箇所の状況

この亀裂の原因としては、沓座の機能不全によってあおりが発生していることと、斜角を有しているために発生する橋りょう端部におけるねじれが考えられた。

疲労亀裂が発生している端横桁ニーブレースにおいて、列車荷重によって発生する応力の測定を行い、部材内における応力の発生状況を確認した。この応力測定はニーブレースの図3に示す位置で実施し、その結果を表1に示す。これより、亀裂先端部においては他の部分より大きな応力が発生しているという結果が得られた。

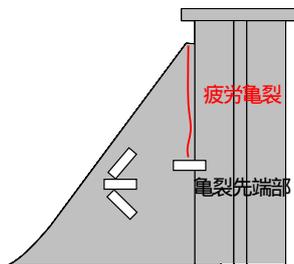


図3 応力測定箇所

表1 応力測定結果

測定箇所	最大	最小	範囲
亀裂先端部	20.2	-5.5	25.7
	6.1	0	6.1
	4.5	0	4.5
	2.5	-4.5	7

単位：MPa

当該箇所では、以前より亀裂が確認されており、これまで変状の進行を止めるための溶接やストップホールを施工してきたが、亀裂の進行は止まらなかった。また、桁のあおりを止めることを目的とした沓座修繕を行い、あおりの発生を解消させた。しかし、亀裂自体は解消されておらず、表1に示すとおり大きな応力が発生していることから亀裂の進行が懸念され、更なる対策が必要であると判断した。

3. 対策工の選定

一般的な鋼製桁の亀裂対策を参考にすると、対策工として、亀裂部分に補強材を取り付ける案と亀裂部分を切断し板厚を増した部材に交換する案の2つが考えられた。これら2つの案の概要を表2に示す。どちらの案も部材の剛性を高め、発生応力の軽減を図るものである。

前者の案(案1)は過去に施工実績の多い手法である

表2 対策案

	案1	案2
概要	補強材を取り付ける	板厚を増した部材に交換する
利点	施工実績が多い	現在の構造を基本とし、強化が図れる
問題点	取り付けが難しい	施工段階で一時的に部材が欠損する

キーワード：鋼鉄道橋，ニーブレース，疲労亀裂，部材交換，応力照査

連絡先：〒244-0003 横浜市戸塚区戸塚町官0番地 東日本旅客鉄道株式会社 横浜支社 横浜土木技術センター TEL045-871-1855

が、今回亀裂が発生しているニーブレースは曲線を描く構造になっているため補強材の取り付けが難しく、適切な施工が困難と考えられた。後者の案(案2)は、現在の構造を基本としており、部材の構造上の問題が少ないものであるが、切断してから新しい部材を取り付けるまでに、一時的に部材の欠損が生じることになる。1回の夜間作業では、切断と新部材の取り付けの両方を行うことは難しく、ニーブレースの一部が欠損した状況下で、列車荷重に対して安全が確保できるかが懸念された。

そこで、案2の部材欠損に対する安全性を検討した。鋼製の下路鉸鉄道橋においては、横桁の両端にニーブレースを設けるのが原則とされている¹⁾。また、ニーブレースを設けることが困難な場合は、水平力に対する剛性と強度を照査することで、安全性を確認することとなっている。

当該橋りょうの亀裂が発生している端横桁ニーブレースは斜角をなしており、水平力が直接作用するものではない。水平力はとなりの横桁に作用しており(図4)、この横桁の水平力に対する剛性と強度を照査した結果、安全性が保証されていることが確認された。

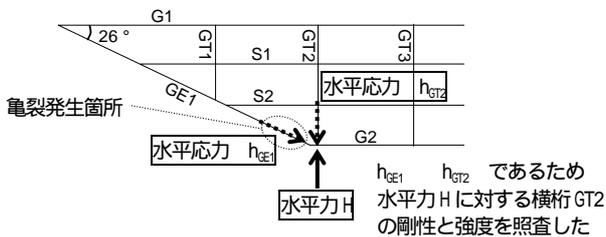


図4 水平力の作用状況

部材欠損に対する安全性が確認されたため、施工完了後の状態がより好ましい状態となる案2を採用し、恒久的な対策を図ることとした。

4. 対策工の概要

- 部材交換工事の施工ステップは以下の通りである。
- 亀裂全体が含まれる範囲で、既設ニーブレースを水平方向に切断する
- 切断した箇所に同構造で板厚を増した(10mm 16mm)部材を取り付ける
- 添接板と高力ボルト(F10T)を用いて既存部材と接合する

施工概要図を図5に示し、施工状況を写真1に示す。施工箇所のニーブレースは複雑な曲げを持つ構造となっているため、部材交換の施工は困難を要し、工夫が必

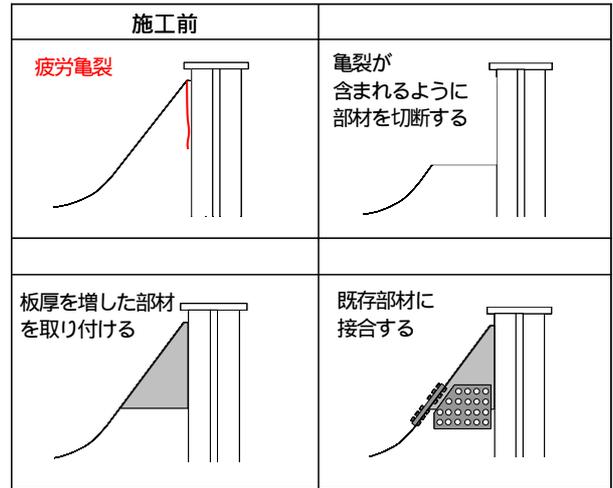


図5 施工概要図

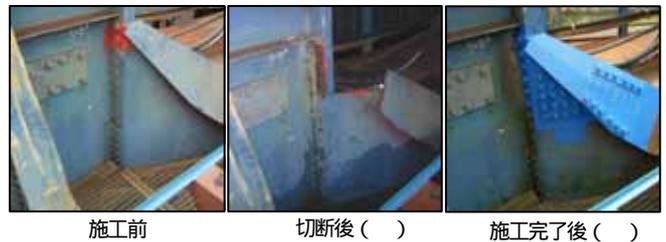


写真1 施工状況

要であった。新部材の製作にあたっては、まず工場にて大板を曲げ加工した後、必要な大きさに切断することで、ウェブ部分を製作した。そして、このウェブ部分とフランジ部分を現場にて仮組みした上で、溶接設備が整っている工場に持ち帰り、再び加工することで複雑な形状である新部材の完成精度を高めた。

既存部材に取り付ける際には、接合精度を高めるため、添接板は工場にて予めボルト穴を削孔するのではなく、現場にて新部材を既存部材に合わせた上でボルト穴を削孔し、両部材のボルト穴の位置が整合するようにした。また、新部材は板厚が厚くなっているため、既存部材との板厚の差はフィラープレートにて対応した。

5. まとめ

今回の対策工により、当該橋りょうの疲労亀裂を解消し、橋りょう全体としての健全性を回復できた。今後、施工箇所にて応力測定を行い、今回の対策工の効果を確認する予定である。

参考文献

1) 運輸省鉄道局・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), pp243-245, 2000.7.