

東海道新幹線鋼橋の支点部取替工事における上下線連結構の変状発生原因と対策

東海旅客鉄道株式会社 正会員 ○西澤弘晃

1. 背景と目的

東海道新幹線の土木構造物は、安全・安定輸送を支える重要な社会インフラのひとつとして 1964 年の開業以来 50 年間供用されている。鋼橋はコンクリート桁に比べ列車応答が大きく、列車の繰り返し荷重における溶接部の縦ビードの疲労劣化が課題とされている。この縦ビードは延長が長いため検査では着眼点が絞りにくい。また一度亀裂が発生すると進行速度が速く、発生箇所も予測が困難なため、変状を抑止する「予防保全」を目的として 2013 年より大規模改修にて支点部取替補強、床組接合部補強対策を行っている。

この支点部取替補強の工法として列車徐行を伴わない支点部仮受工を採用したが工事スペース確保のために取り外して交換した上下線連結構に亀裂が発生した(図-1)。この発生原因の究明、予防策及び支点部取替の施工時の留意点について、本稿で紹介する。

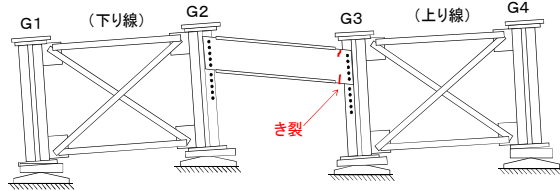


図-1 上下線連結構亀裂発生概要

2. 変状発生原因の究明

変状原因究明のため、変状発生前後の状況を整理した。支点部取替前にも列車通過時に G(桁)2、G3 支点部に若干の変位が認められていた。支点部取替工事施工のため、仮支点に受け替えた時に、G2 支点部の変位量が無くなり、G3 支点部との変位差が増大したことで上下線連結構切欠部に応力が集中し、亀裂発生に至ったと考えられる。(図-2)

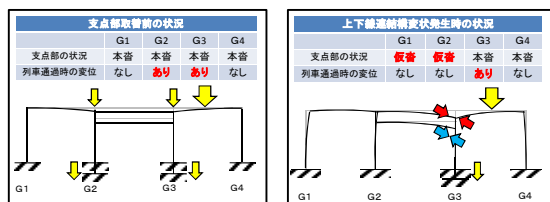


図-2 支点部状況とモデル図

支点部変位と上下線連結構亀裂の原因を究明するため、以下の4項目の測定を実施した。(図-3)

- ① 亀裂進展の有無を確認するため、亀裂先端応力を測定。
- ② 発生応力の桁本体への影響を確認するため、上下線連結構端部と端補剛材の取付箇所での応力を測定。
- ③ 列車通過時の G2, G3 支点部変位の偏りを確認するため、各支点部で変位を測定。
- ④ 亀裂が発生していない上下線連結構の応力測定と支点部の調査を実施。

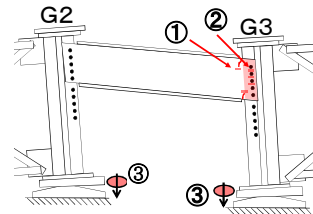


図-3 応力と支点部変位量の実橋測定箇所

以上の4項目の測定結果から、G2 支点部は変位量 0.1mm、G3 支点部は変位量 5.2mm となり、この上下線での変位量の偏りにより上下線連結構切欠部に応力が集中し、亀裂が発生したことが確認された。

この結果から、変状対策工は G3 支点部の変位を抑制し、G2 支点部とのバランスを調整することが亀裂箇所の応力集中低減に有効であると考え、支点部とソールプレートとの間に隙間プレートを挿入することとした。

3. 対策工の検討・実施・効果確認調査方法

G3 支点部に挿入するプレート厚の検討を行った。東海道新幹線鉄けた補修・補強マニュアルの隙間プレート挿入工法による最低板厚と現場状況を確認した結果、G3 支点部のソールプレートと沓の隙間量は 3.0mm であることから 3.2mm 厚の仮設隙間プレートの挿入し、応力低減効果を確認した(図-4)。

仮設隙間プレート挿入の効果が確認されたため、本設隙間プレート厚を検討した。G3 支点部の変位量 5.2mm に対し、ソールプレートと沓の偏摩耗、

キーワード：東海道新幹線、大規模改修、上下線連結構
 連絡先：〒420-0851 静岡市葵区黒金町 29 番地 東海旅客鉄道(株) 静岡新幹線構造物検査センター Tel:054-282-8116

隙間プレート挿入時に対傾構で連結された G4 支点部の浮き上がりを考慮し、本設隙間プレート厚を 4.5mm に決定した (図-5)。



図-4 仮設隙間プレート



図-5 本設隙間プレート

本設隙間プレート挿入後、G3 支点部の変位量は 5.2mm から 1.2mm まで低減された。また、列車通過時に上下線連結構取付部補剛材にかかる応力は隙間プレート挿入前と比較すると、補剛材上部で 61.5Mpa から 20.7Mpa まで低減した。つまり、補剛材の継手等級 E 等級疲労限である 62Mpa よりも応力が大幅に低減し、桁本体への影響が無くなったことが確認された。亀裂先端応力は隙間プレート挿入前の 151.9Mpa から 62.3Mpa へ低減されたが、依然高い応力状態であることから変状の再発が懸念されるため、上下線連結構の改良を検討した。

4. 上下線連結構の改良

改良にあたり以下の 4 項目について検討した。

- ① 上下線連結構の応力を分散させる。
- ② 切欠部の応力集中緩和を図る。
- ③ 本体のボルト孔削孔等による桁への負担を最小限とする。
- ④ 現状の施工スペースを確保する。

検討の結果、以下の各項目について改良した。

- ① 三角補強板により断面積を増やす。
- ② 補強板のフランジは片切欠きの構造とする。
- ③ 既存の上下線連結構取付ボルト孔を再利用する。
- ④ 作業時のスペース確保のために補強板を脱着できる構造とする。

さらに取替前の上下線連結構 (門型タイプ) を確認した結果、変状が発見されなかったことから、既設上下線連結構と同形状であれば過度な応力集中には至らないと考え、図-6 に示す三角補強板を考案し効果を確認した。結果、補剛材上側の応力は 24Mpa、上下線連結構腹板の応力は 36Mpa でいずれも疲労限以下であり、改良型上下線連結構が問題無く機能することが検証できた。

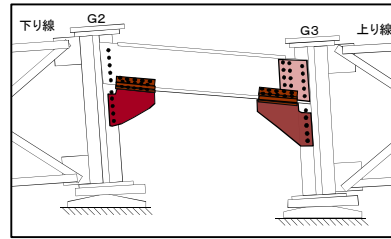


図-6 三角補強板による上下線連結構改良

5. 支点部取替時の留意点

これまでの結果から、橋りょう支点部の一部に変位量の差異が生じると桁全体のバランスが崩れ、上下線連結構に変状を発生させることが判明した。同変状の発生を未然に防ぐために、支点部取替施工前に支点部変位の有無などを橋りょうの断面的、平面的に確認し、バランスを考慮した工事計画を立てることが重要となる。

支点部の変位にバランスの悪い状態が見られる場合は、今回実施した隙間プレート挿入等の対策により高さを是正した後に、支点部取替の施工に着手することで新たな変状の発生を抑制することが可能と考えられる。

6. まとめ

鋼橋の支点部取替により上下線連結構に発生した変状の原因を究明し対策工を確立した。今回考案した改良型上下線連結構が、既設の門型タイプと同等の効果を得ることが出来た。今後改良型上下線連結構の活用により、施工効率や作業の安全性の向上が図れる。

参考文献

- 1) 鋼構造物の疲労設計指針・解説 (疲労強度と継手分類) (社)日本鋼構造協会 編 1993.4