

鋼鉄道橋の主桁下フランジ首部に発生した疲労き裂について

東日本旅客鉄道株式会社 正会員 ○山下 雄也

1. はじめに

当該橋りょうは、1972年に供用開始した支間41.9mの3連からなる開床式下路鉸桁溶接桁の橋りょうである。貨物列車および2019年から開始した他社線との直通運転の列車の往来がある首都圏の輸送を支える重要線区に位置している。2021年にペイント塗替え工事の足場を活用して近接検査を実施したところ、主桁下部に多数のき裂を確認した。

本稿では、当該橋りょうに発生した変状の原因推定と維持管理方針について報告する。

表-1 橋りょう諸元

構造形式	単線開式下路鉸桁
設計荷重	KS-18
支間	41.9m
線形	直
斜角	直
図面番号	WTG841-3



2. 構造上の特徴

「鉄道構造物等設計標準・同解説（鋼・合成構造物）」では、横桁の下フランジと主桁の下フランジは、ガセットを介し連結すると述べられている（図-1）。しかし、当該橋りょうは、横桁下フランジと主桁下フランジが連結されていない（図-2）。そのため、横桁からの力が補剛材を介して、主桁下フランジに作用すると考えられる。

また、補剛材下端と主桁下フランジが溶接されていないため、横桁から補剛材に伝達されて力が主桁フランジに上手く伝達されていないことが考えられる。そのため、主桁下端部の溶接箇所に応力が集中しやすい構造であると考えられる。

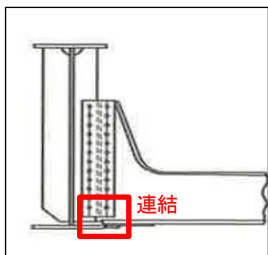


図-1 設計標準

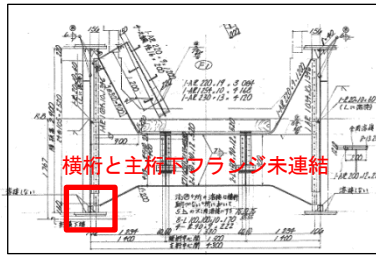


図-2 断面図

3. 変状内容

当該橋りょうに発生しているき裂変状は、①補剛材下

端回し溶接部、②補剛材スカーラップ部、③主桁腹板-下フランジ首部である。本橋りょうに発生したき裂箇所は以下のとおりである（図-3）

また、補剛材下端部が摩耗しており、隙間が生じている箇所も確認した。

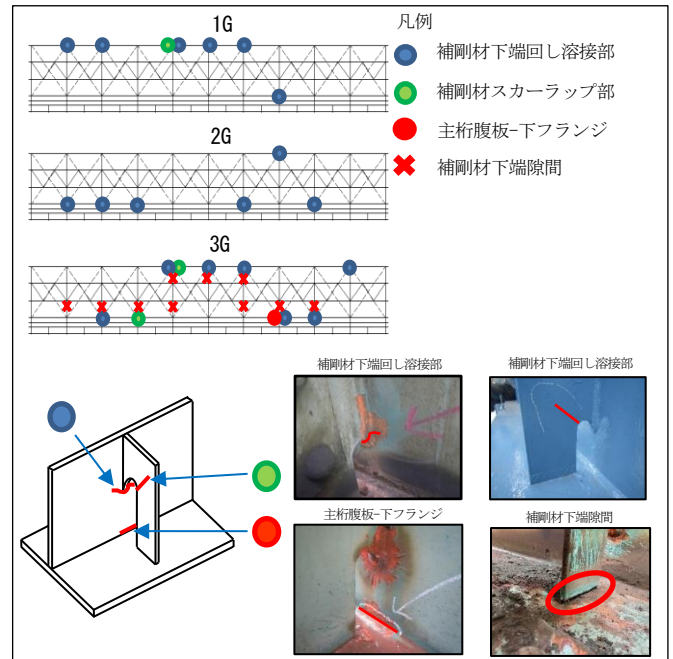


図-3 変状位置図

4. 実橋測定

列車通過時の主桁下部における桁の変形を把握する目的で、応力測定を実施した。測定位置、ひずみゲージの取付け位置は以下のとおりである（図-4）。

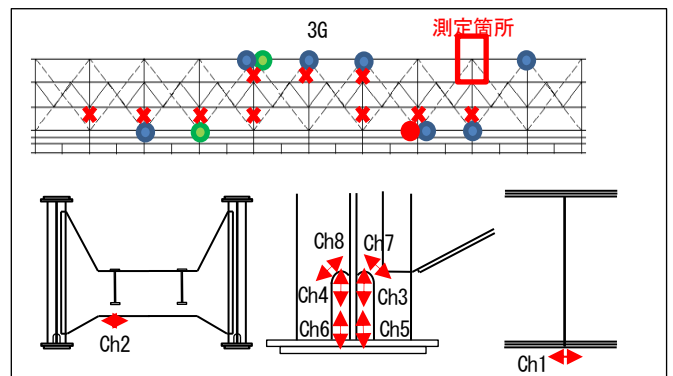


図-4 応力測定位置図

き裂が発生していない主桁下部にひずみゲージを取付け、列車通過時の応力を測定した。

測定の結果、主桁の応力波形では、列車が橋りょうに乗った際に応力が高くなり、通過し終わると低下する（Ch1）。

キーワード 鋼鉄道橋 下路鉸桁 主桁下フランジ 疲労き裂

連絡先 〒220-0023 神奈川県横浜市西区平沼1丁目40番26号

横桁の応力波形は、車軸ごとにピークがくる(Ch2). 今回き裂が発生した箇所は、横桁の波形と同様に車軸ごとにピークがくる波形である(Ch3~Ch8). そのため、今回発生したき裂は、横桁からの力が作用していると考えられる。

また、各測定箇所の応力発生状況（圧縮・引張）を考慮すると、主桁下部は横桁からの力が作用することで、以下のような変形をしていると考えられる(図-5).

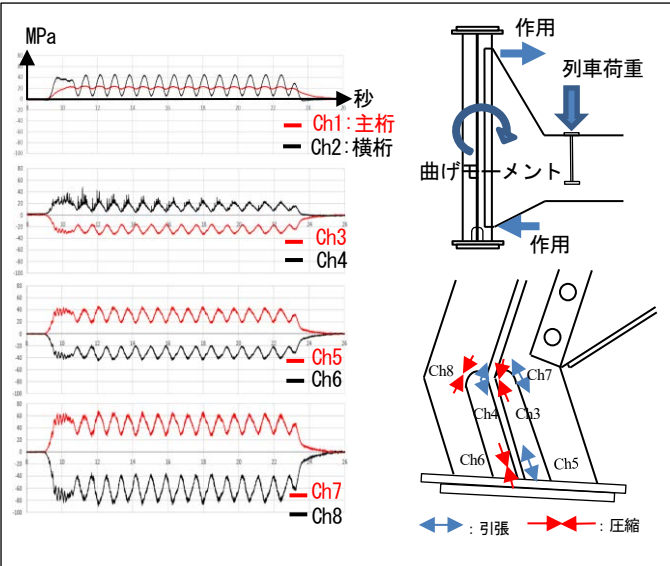


図-5 応力測定結果

5. 対策工の検討

横桁からの力が直接主桁に伝わる構造にするために、横桁下フランジと主桁下フランジを繋ぐ部材（以下、連結材）の設置. き裂発生箇所については、断面を補強するために当板を施工することが効果的であると考えた. 連結材は、き裂が腹板を貫通している箇所に設置することとした。

補剛材下端回し溶接部のき裂については、補剛材と腹板の2面当板、主桁腹板-下フランジ首部のき裂は下フランジと腹板の2面当板を施工する. しかし、こちらの箇所は補剛材下端にもき裂が発生しているため、2パターンのき裂の対策が必要である. よって、3面の当板を施工した(図-6).

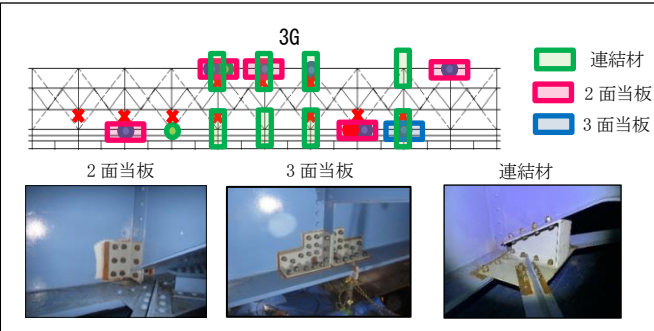


図-6 対策工

6. 対策工の効果確認

6.1. 連結材の効果確認

連結材の効果を確認するため、再度応力測定を実施し、施工前と応力値の比較を行った. 補剛材下端回し溶接部については、応力が低減し効果が確認できた. 主桁腹板・下フランジ溶接部については、桁外側では応力が増加しており、効果が見られなかった。

Ch	測定箇所	対策前 (MPa)	対策後 (MPa)
3	補剛材下端 (内側)	35.1	20.6
4	補剛材下端 (外側)	53.2	8.5
5	主桁腹板-下フランジ首部 (内側)	47.2	40.7
6	主桁腹板-下フランジ首部 (外側)	46.7	53.7

図-7 対策後応力測定結果

6.2. 当板の効果確認

連結材では全てのき裂発生箇所に対しての効果が不十分であるため、より効果的な対策工を再検討する必要がある. 当板補強箇所では実橋測定ができず、施工前後の応力を比較できないため、FEM 解析を用いて効果確認を実施した. ①腹板-補剛材, ②腹板-下フランジの2パターンの当板施工時の効果を確認した(図-8). その結果, ①は下フランジ首部には効果がなかった. ②は補剛材下端, 下フランジ首部共に応力が低減し効果が確認できた. しかし、補剛材下端については、①の方が効果があったため、対策工としては①と②を合わせた3面当て板が望ましいと考える. また、夜間線閉施工となる連結材設置工事と比べて、当板設置のみであれば昼間施工が可能なため施工性からも効果的であると考えます。

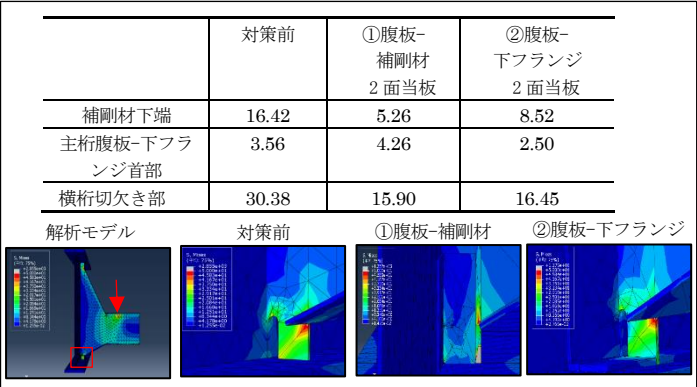


図-8 FEM 解析結果

7. 今後の維持管理方針

当該橋りょうの大部分は河川上に架かっているため、全般検査では、近接目視検査が困難である. また、次のペイント塗替え工事は約20年後となる。

そのため、今後の維持管理方針としては、対策工で予保全をすることが望ましい。