

下路鉸桁の中間補剛材上端溶接部に発生したき裂に関する検討

東日本旅客鉄道株式会社 正会員 ○大野 龍馬
東日本旅客鉄道株式会社 非会員 小西 魁

1. はじめに

八王子支社管内にある二線三主桁の下路鉸桁において、側主桁の中間補剛材上端溶接部に多数き裂が発生していることが確認された。鋼鉄道橋において、上路鉸桁はマクラギを介して列車通過時の荷重が直接主桁に作用する。そのため溶接桁の場合、特に列車通過時の衝撃や振動が大きくなりやすいレール継目付近において、上フランジが首振りをすることで、補剛材上端の溶接部にき裂が発生することがある。一方で、下路鉸桁の場合、通常は主桁上フランジに首振り生じることはなく、本橋のように中間補剛材上端部にき裂が発生した事例は稀である。そこで、本研究では本橋の構造的特徴の把握や応力測定結果を通じて、き裂発生メカニズムについて検討した。

2. 橋りょうおよび変状の概要

図-1 に示す本橋は二線三主桁の下路鉸桁で、A 線区と B 線区が 2 線ずつ並列する。軌道形式は道床式(省力化軌道)でバックルプレートに支持される。桁製作年は A 線区が 1966 年、B 線区が 1968 年、支間長 18.6 m、斜角 67°、設計荷重 KS-16、杓構造は線支承である。2017 年 1 月検査時に、図-2 に示すように A 線区側主桁の中間補剛材上端溶接部 10 箇所でき裂が確認され、2021 年 7 月検査時には、図-3 に示すように 12 箇所、A 線区すべての中間補剛材溶接部で確認された。なお、き裂が発生したのはいずれも軌道中

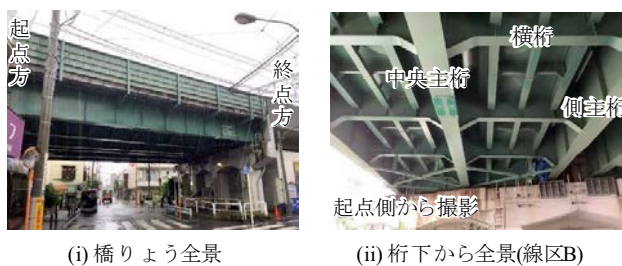


図-1 橋りょう全体図

心側の中間補剛材である。

図-3 より、き裂は A 線区のみで生じている。そのため、A 線区のみでき裂が発生した原因として、A 線区は通トン数が 4,000 万トンで B 線区は 2,900 万トンであること、図面は同一であるが桁製作会社が異なるため溶接品質に差異が生じている可能性があることが考えられた。しかし、き裂の発生原因については未解明のため、き裂が発生していない B 線区の桁で応力測定を実施した。

3. 応力測定とき裂発生原因の考察

き裂発生原因の分析およびき裂が発生していない B 線区の桁において同様のき裂発生の可能性を予測するため、図-4 に示すように B 線区の中間補剛材上端溶接部付近で応力測定を実施した。測定対象は 10

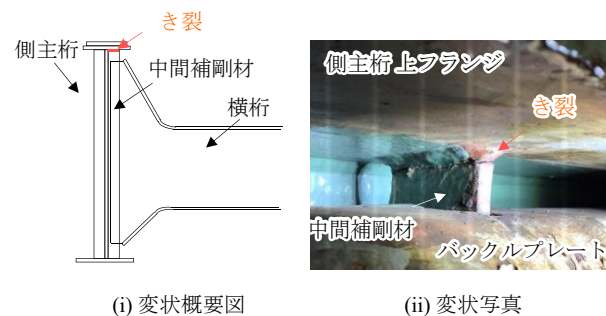


図-2 中間補剛材上端部に発生したき裂

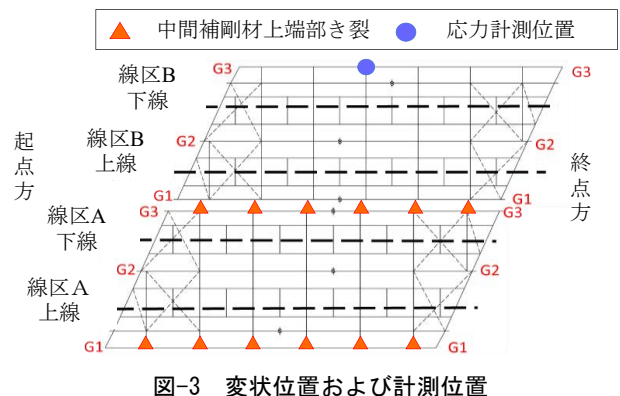


図-3 変状位置および計測位置

キーワード 鉄道橋, 下路鉸桁, 三主桁, 中間補剛材, 疲労き裂

連絡先 〒192-8502 東京都八王子市旭町 1 番 8 号 八王子総合事務所 7F TEL042-621-1291

両編成の営業列車，計測間隔 $\Delta t = 0.005$ s である。

図-5 に中間補剛材上端溶接部に発生した応力の時刻歴を示す。応力波形に着目すると，側主桁のたわみではなく，車軸通過時に応力が発生していることがわかる。横桁に伝達された荷重が中間補剛材を介して側主桁に伝達されるが，その際に中間補剛材溶接部にも応力が発生したと考えられる。応力幅に着目すると，応力幅は約 30 MPa である。中間補剛材上端溶接部の継手等級は E 等級，継手強度は 80 MPa，打ち切り限界は 29 MPa であるため，打ち切り限界は超えているが，継手強度は下回っているため，溶接不良等がない場合，B 線区で疲労き裂発生の可能性は低いと考えられる。しかし，中間補剛材の役割は腹板の座屈防止であり，図-5 に示すような応力が補剛材上端部に発生することは設計上想定されていない。このような応力が発生した原因として，図-6 に示すように本橋は側主桁と横桁が側主桁上フランジに近い位置で添接されており，横桁のたわみに伴って中間補剛材上端部が引っ張られるためと考えられる。

よって，本橋の A 線区のみで補剛材上端部にき裂が発生した原因として以下の 3 点が考えられる。

- i) A 線区の方が B 線区よりも通トン数が小さい
- ii) 桁製作会社が異なるため溶接品質に差異が生じている可能性がある
- iii) 側主桁と横桁が側主桁上フランジに近い位置で添接されており，横桁に中間補剛材上端部が引っ張られる

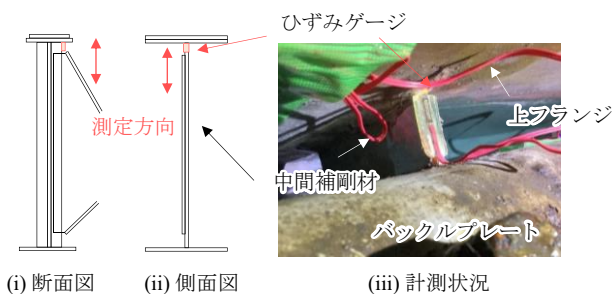


図-4 応力測定 計測位置図

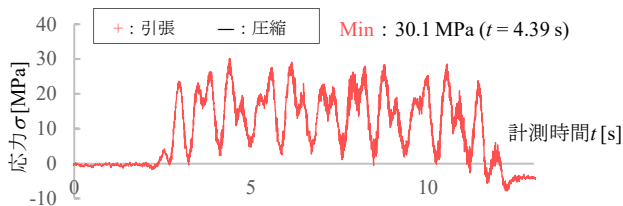


図-5 中間補剛材上端部に発生した応力の時刻歴

4. 今後の方針

き裂が発生した A 線区の桁において，き裂を放置した場合，補剛材上端部が完全に破断した後，スカラップ部より側主桁腹板にき裂が発生する可能性がある(図-2)。そのため，き裂が発生した箇所に対して，図-7 に示すように当て板補強を実施する。当て板は，補剛材，腹板，上フランジの 3 面当て板として，1 変状に対して計 4 箇所補強する。また，き裂が発生していない B 線区の桁においては応力測定の結果より，疲労き裂が発生する可能性が低いと考えられることから，当て板補強は実施しない。ただし，溶接品質に問題がある場合はき裂が生じる可能性があるため，検査時の着眼点として整理する。

5. まとめ

本研究において，下路鉸桁側主桁の中間補剛材上端溶接部に発生したき裂に関する変状原因について検討した。得られた結論を以下にまとめる。

- i) A 線区の桁のみでき裂が発生した原因として，①通トン数の差，②溶接品質の差，③き裂発生箇所に応力が発生しやすい構造ディテールであることが挙げられる。
- ii) 同じ桁図面である B 線区の桁で疲労き裂が発生する可能性は低い。

参考文献

- 1) 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，pp. 230-231, 2009.

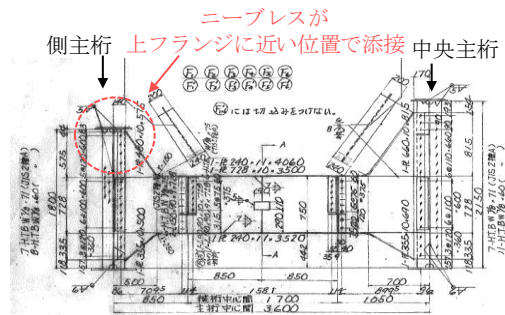


図-6 橋りょう図面

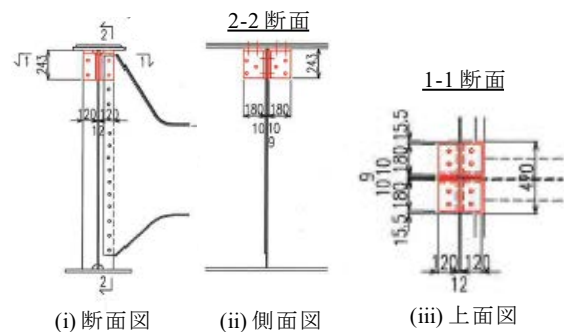


図-7 当て板イメージ図