

温度変化に伴うロングレール軸力による鋼トラス橋りょう応力集中箇所の補強について

東日本旅客鉄道（株）東京支社 施設部工事課 正会員 ○千原 広大

正会員 鈴木 延彰、波場 志郎

篠原 良治

1.研究背景

本稿で対象とする橋りょうは、T1~T4 トラス桁からなる総延長 1,039m の鋼トラス桁橋りょうである。老朽化対策と耐震性向上を目的として架け替え工事を行い、2014 年 11 月に完了した。その後、社内検査を実施した際に、T1 トラス桁において P1 橋脚部可動ストッパーの可動不良および P2 ストッパー周囲のき裂が発生していることが判明した。これについて昨年度まで調査を行った結果、T1 トラス桁上に敷設されている“ロングレールの温度変化に伴う伸縮”と“トラス桁の温度変化に伴う伸縮”の方向が逆向きであるため、温度降下時に互いに引き合い P1 ストッパー可動不良が見かけ上発生していることが判明した。

上記の課題について現在までの検討内容を踏まえて対策工を選定した。また、対策実施前後に応力測定を実施することで対策効果を確認した。

2.鋼トラス橋りょうで発生している課題

2.1 T1 トラス P1 橋脚可動ストッパー可動不良

T1 トラスは PA1（可動）、P1（可動）、P2（固定）からなる。ロングレールの伸縮継目は P2 上にある（図 1）。可動部の P1 ストッパーが温度変化に対して適切に可動していないことが判明した（図 2）。

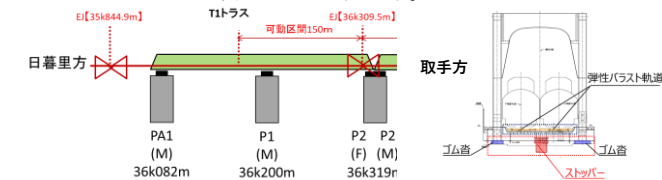


図 1 橋りょう概要図

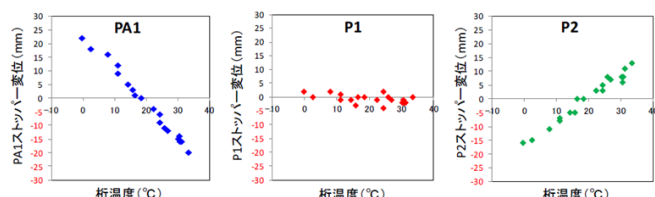


図 2 各橋脚ストッパーの変位量

キーワード 鋼トラス橋りょう、ロングレール、端横桁ガセット部補強

連絡先 〒114-8550 東京都北区東田端二丁目 20 番 68 号 東日本旅客鉄道（株）東京支社施設部工事課 TEL03-5962-6139

2.2 T1 トラス P2 橋脚について

T1 トラス P2 橋脚部において、以下の 2 つの課題が発生している。

① ストッパー台座コンクリートのクラック

ストッパー台座コンクリートにひび割れが生じており、気温低下時に開口する挙動を示す。クラック幅を計測した結果、気温低下に伴ってクラック幅は開口し、1 月に最大 0.74 mm となる（図 3）。現在も気温低下に応じて開口する挙動を示しているため、変状の継続的な確認は必要である。

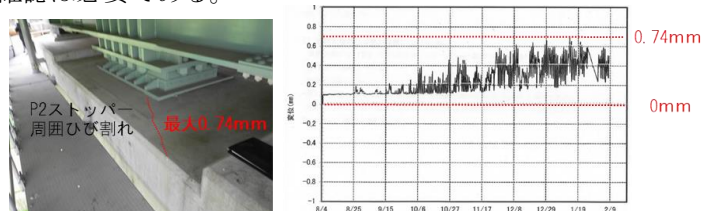


図 3 P2 ストッパー台座コンクリートのひび割れについて

② 端横桁ガセット部の応力集中

ロングレールが温度降下時に P2 橋脚部端横桁を終点方に引く挙動を示すが、終点方 P2 橋脚部のストッパーが固定部であるため移動できず、P2 橋脚部端横桁に高い応力が発生していることが判明した。これについてはガセット部の破断を防ぐため、対策を実施する必要がある。



図 4 P2 橋脚端横桁ガセット部の応力集中について

3.対策工の選定

今回、端横桁ガセット部の応力集中についていくつか考えられる対策工から「T1 トラス P2 橋脚部端横桁ガセット部の補強」を選定した（表 1）。また、対策工の選定にあたり以下の項目を検討した。

表 1 T1 トラスにおける対策工一覧

	①モリブデン塗布・軌道パット交換	②端横桁ガセット部補強	③定尺レール化	④EJ配置の変更
効果	レール軸力低減	応力集中箇所の解消	レール影響の低減	レール伸縮方向変更
内容	メリット ・トラスは設計どおり挙動 ・工事費が安い(2.4百万円) ・冬季前の施工可能 デメリット ・経年により効果低下	メリット ・工事費が安い(5百万円) ・冬季前の施工可能 デメリット ・ストッパー可動不良の解消不可	メリット ・トラスは設計どおり挙動 デメリット ・冬季前の施工不可 ・弱点箇所の増加(蔵き目) ・乗り心地悪化	メリット ・トラスは設計どおり挙動 デメリット ・工事費が高い ・冬季前の施工不可 ・現行間合いでの施工不可
評価	○	◎	△	△

効果はみられない 今回実施

対策工を選定した結果、①モリブデン塗布・軌道パット交換を実施した。レール軸力低減に伴ってトラス桁に伝わる力も低減し、トラス桁が正常に可動すると考えたためである。これについて2017年10月に施工し、対策前後でレール軸力を測定した。測定の結果、対策前後でレール軸力の変化はみられなかった。

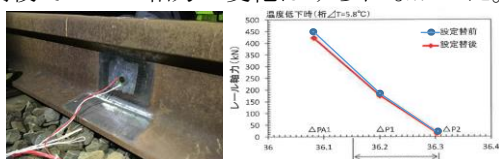


図 5 レール軸力測定について

次に②端横桁ガセット部補強を実施することとした。対策②を選定した理由を以下に記載する。

3.1 T1 トラス桁の温度変化に伴う伸縮について

温度降下時にT1トラス桁はロングレールの収縮によって引っ張られるため相対的な位置は変わるが、温度変化に伴う桁伸縮量は理論値に近い(図6)。T1トラス桁において温度変化に伴う桁伸縮ができず、内部応力が蓄積することによって変状が発生する可能性は低い。

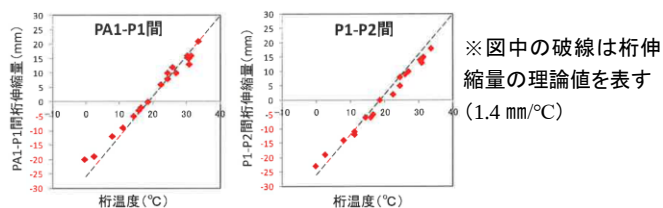


図 6 桁温度と伸縮量

3.2 T1 トラス桁 P2 橋脚部端横桁について

P2 橋脚部端横桁は、温度降下時にロングレールの収縮により起点方に引っ張られるが、P2 橋脚は固定部であるため、曲げ応力が発生する(図7)。曲げ応力は1日の気温変化に伴って1回発生する程度であり、疲労の検討対象として該当しない。



図 7 P2 橋脚部端横桁の変形概要図及び測定結果

3.1、3.2 より T1 トラス桁は理論値どおり温度変化に伴って桁伸縮していること、P2 橋脚部端横桁は繰り返し回数が少ないので疲労の検討対象とはならないことが分かった。これらよりロングレールの定尺化や EJ 配置の変更ではなく、P2 橋脚部ガセット部を補強し、応力集中を解消することで橋りょうとして健全な状態となると判断とした。

4. 対策工の効果

P2 橋脚部端横桁と補強ブレースを繋ぐガセット部の接合部の面積が小さいため、大きな応力が発生している。対策案②では、P2 橋脚部端横桁のガセット部上下2箇所 L 型のアングル材を設置し、ガセット部の接合面積を大きくすることで、応力の低減を図る(図8)。

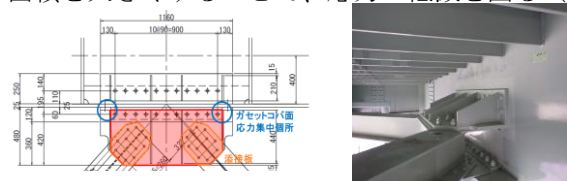


図 8 補強アングル材の設置位置

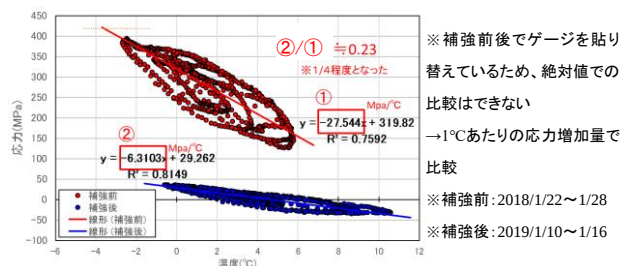


図 9 補強前後での P2 橋脚部端横桁ガセット部の応力

P2 橋脚部端横桁ガセット部の設置は12月に行った。補強前後で応力測定を実施し、効果の確認を行った(図9)。1°Cあたりの応力増加量で比較すると、ガセット部補強後は補強前の1/4~1/5程度となっていた。取手付近において過去10年間で最大の温度変化量22.3°Cの場合であっても140MPaとなり、設計耐力163.3MPa以内となる。これよりP2端横桁ガセット部は、ロングレール縦荷重が大きくなる冬季であっても破断しない。

5. まとめ

鋼トラス橋りょうで発生するP1橋脚部可動ストッパーの可動不良・P2ストッパー周囲のひび割れの原因究明を行った結果、温度変化に伴うロングレール伸縮が影響していると判明した。また、応力が集中するP2橋脚部端横桁ガセット部に補強アングルを設置することで応力集中を解消し、設計耐力以内にすることができた。