

桁転倒防止ストラット設置に伴う変状と対策

西日本旅客鉄道株式会社	正会員	豊田 隼也
西日本旅客鉄道株式会社		二宮 正樹
西日本旅客鉄道株式会社	正会員	丹羽 雄一郎
西日本旅客鉄道株式会社	正会員	荒木 弘祐

1. はじめに

現在、曲線区間の鉄道上路鈑桁において、上フランジのき裂変状が多く見つかっている。調査した結果、き裂発生箇所のすべてに昭和30年代に設置された桁転倒防止ストラット（以下、ストラットという）が設置されていることがわかった。今回、変状に至る原因の特定と対策について検討したので報告する。

2. ストラットの背景

昭和27年達703号「橋梁待避設置標準」の通達は、橋側歩道の設置を義務付けている。しかし、当時全国に残っている上路鈑桁は元来地震荷重・遠心荷重・風荷重等といった、桁を転倒させようとする力に対する安全度が小さく、橋側歩道の設置はさらに安全度を低下させる懸念があった。そのため、昭和31年5月12日当時の国鉄土木課長より指示¹⁾が発せられ、鋼製ブラケットを代表とする桁転倒措置を行うこととなった（写真-1、図-1）。



写真-1 ブラケット例

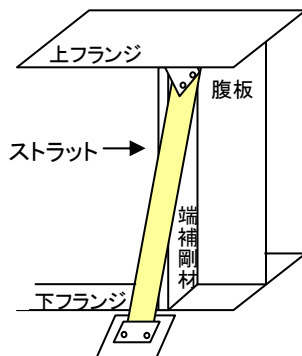


図-1 ストラット構造略図

3. 上フランジき裂概況

前述の上フランジき裂変状の多くは、支点直上の上フランジ山形鋼のコーナー部のき裂である（図-2）。亀裂は山型鋼コーナー部に沿って橋軸方向に進行している（写真-2）。中にはコーナー部から線路直角方向に進行しているものもあり（写真-3）、このまま放置すれば、上フランジの破断に至ることも

予想される。



写真-2 山形鋼のき裂

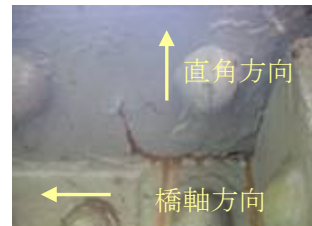


写真-3 き裂の進展

4. 変状の原因

(1) 沓の沈下

列車通過時の桁挙動を観察したところ、き裂発生箇所では沓にバタツキが見られ、ストラット基部にはバタツキはなかった。ストラットは上フランジに連結されているため、活荷重載荷時のストラットの突き上げ挙動が発生する。これにより、上フランジに面外曲げが発生し、疲労によってき裂が発生したと考えられる。

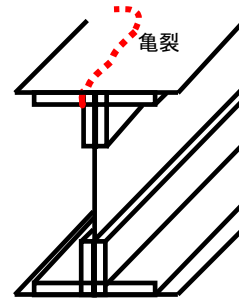


図-2 変状略図

(2) ストラットによる桁の温度伸縮拘束

温度変化に伴い、桁は伸縮しようとする。しかし、ストラットは上フランジと橋脚を剛結合しており伸縮を拘束する。このため、上フランジ山形鋼に複雑な応力が発生し、このためき裂が生じたと考えられる。

5. ストラットの安定計算

ストラットは2.で示したように過去の設計示方書による設計では転倒に対する安全度が小さいため設置されたものである。しかし、ストラットが原因となり変状が発生させたと考えられるため、修繕の他に、撤去する選択も視野に入れた。そこで、現在の設計標準でもストラットが必要であるか否かを照査することにした。照査方法は、「鉄道構造物等設計標準・同解説 鋼・合成構造物」²⁾（以下設計標準）7.5により、風荷重、地震荷重に対する照査を行った。なお、 γ_a 、 γ_b 、 γ_i はそれぞれ設計標準より γ_a は構造解析係数、 γ_b は部材係数、 γ_i は構造物係数である。

キーワード 鋼鉄道橋、ストラット、鉄道上路鈑桁

連絡先 〒700-0024 岡山県岡山市駅元町1-3 JR西日本岡山支社 岡山土木技術センター TEL086-225-7012

(1) 風荷重に対しての照査

列車荷重有りの場合

$$\gamma_a \cdot \gamma_b \cdot \gamma_i \cdot M_{sd} / M_{rd} = 0.99 < 1 \cdots 0.K.$$

列車荷重無しの場合

$$\gamma_a \cdot \gamma_b \cdot \gamma_i \cdot M_{sd} / M_{rd} = 1.1 > 1 \cdots N.G.$$

以上の照査により、風荷重に対しては列車が存在しない場合、桁転倒の恐れがあるとの結果となった。

(2) 地震荷重に対しての照査

列車荷重有りの場合

$$\gamma_a \cdot \gamma_b \cdot \gamma_i \cdot M_{sd} / M_{rd} = 1.60 > 1 \cdots N.G.$$

列車荷重無しの場合

$$\gamma_a \cdot \gamma_b \cdot \gamma_i \cdot M_{sd} / M_{rd} = 0.68 < 1 \cdots 0.K.$$

以上の照査により、地震荷重に対しては列車が存在した場合、桁転倒の恐れがあるとの結果となった。

ところで、桁転倒に対する抵抗には、アンカーボルトによる抵抗も考慮できる。そこで、抵抗力の不足分をアンカーボルトが補填できるか否かを照査した。ここでは、上記照査のうち、照査値が大きい地震荷重に対しての照査(列車有)を示す。

桁に作用する上揚力(不足抵抗力)

$$V' = (M_{sd} - M_{rd}) / 1.57$$

$$= 40.52 \text{ kN} \quad (1 \text{ 支点あたり}) \quad (\text{図-3})$$

アンカーボルトの付着耐力

$$= 23.927 \text{ kN} < 40.52 \text{ kN} \cdots N.G$$

計算結果により、既設アンカーボルトは不足抵抗力を補填できないことがわかった。すなわち、現行の設計標準によっても現在設置されているストラットは性能上必要であり撤去できないことがわかった。

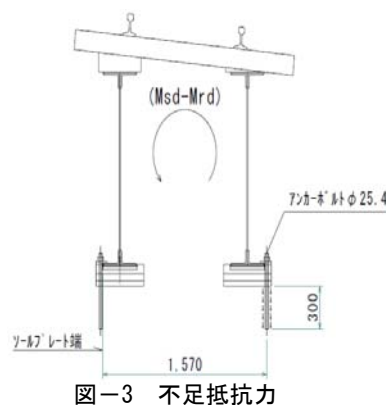


図-3 不足抵抗力

6. 対策工

検討の結果、ストラットによる桁への悪影響を抑制するための改良が必要であり、現在下記の修繕を検討している。

(1) 沓座補修

ストラットの突き上げ挙動の原因である沓座の補修を行う。

(2) 上フランジき裂の修繕

変状が発生している上フランジ山型鋼はそのまま存置すれば変状が進行する可能性が高い。よって、これら変状部材を

すべて撤去し、新たに HTB を用いて修繕する (図-4)。

(3) ストラットの改造

現在ストラットは上フランジに連結されており、上フランジの負担が高い構造である。そのため、端補剛材への取り付けへ変更する (図-5)。また、可動端側ストラット基部のアンカーボルト孔を楕円孔とし、伸縮に対応する機能を持たせる構造とする。

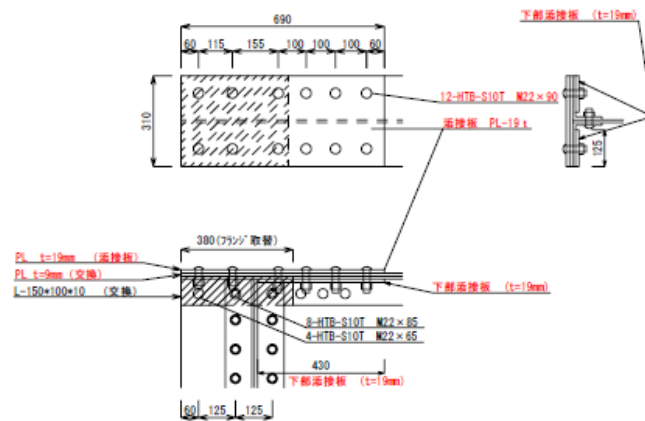


図-4 フランジ補修

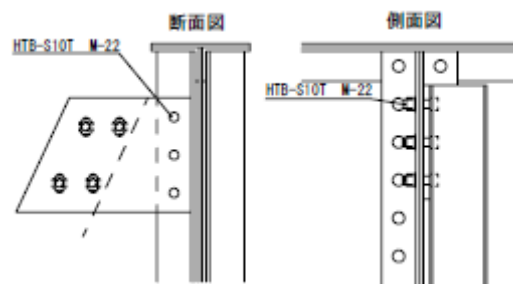


図-5 取付け位置

8. まとめ

(1) き裂の原因

- ・沓のバタつきが見られ、ストラット基部にはバタつきがなかった。そのため、上フランジに面外曲げが発生した。
- ・ストラットが上フランジと橋脚を剛結合しており、桁の伸縮を拘束した。

(2) 対策

- ・沓座補修を行い、変状部材をすべて撤去する
- ・ストラットを端補剛材への取り付けへ変更し、可動端側ストラット基部のアンカーボルト孔を楕円孔とする

今回は、ストラットによる変状と対策についてのべたが、ストラットの役割と重要性が明確になった。

<参考文献>

- 1) 日本国有鉄道施設局土木課，土木情報－98（橋桁の横転倒安定度の検討），S31.5
- 2) 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，H12.7