

斜角桁の端横桁切欠き部におけるき裂発生原因の一考察

東海旅客鉄道株式会社 正会員 ○小林 昂弘
東海旅客鉄道株式会社 廣川 渉

1. はじめに

鋼鉄道橋の下路プレートガーダー橋では、横桁の腹板切欠き部に疲労き裂が発生しやすく、着目箇所として知られている。き裂は、中間横桁よりも端横桁で多く見られ、特に斜角度の小さな端横桁鈍角部において発生が多いとされている。き裂の主な原因としては、沓の沈下、切欠き部の形状や加工の不良、溶接品質の不良等が知られているが、斜角桁にき裂が多くみられる原因については十分に明らかにされていない。そこで、斜角桁の端横桁切欠き部にき裂が発生した実橋において応力測定等を実施し、斜角桁におけるき裂発生機構について考察したので報告する。

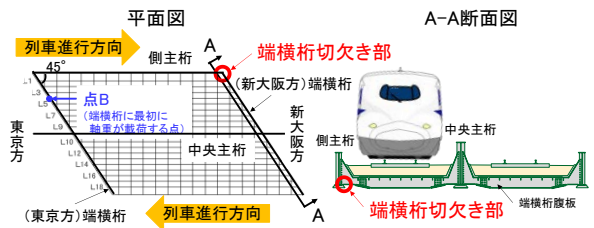


図-1 下路斜角桁の端横桁切欠き部き裂位置

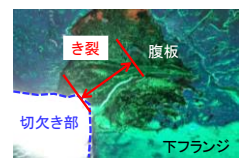


写真-1 切欠き部のき裂

2. 調査橋りょうの概要

調査橋りょうは、東海道新幹線の斜角 45 度で支間長 20m の道床式下路プレートガーダー橋（三主桁）とした（図-1）。当該橋りょうは、き裂発生箇所近傍の沓に変状は無く、支点沈下等の影響を受けない橋りょうとして選定した。なお、き裂は腹板の東京面のみであり、大阪面には貫通していない状況であった（写真-1）。

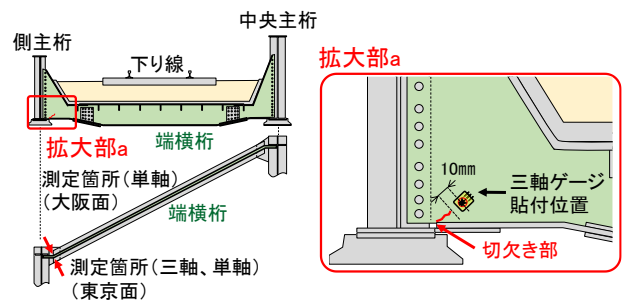


図-2 切欠き部の応力測定位置

3. 端横桁切欠き部き裂発生機構

（1）端横桁切欠き部き裂先端の応力測定

端横桁東京面のき裂先端から 10mm 離れの位置に三軸ゲージを貼り付け、応力測定を実施した（図-2）。測定の結果、最大主応力は 79MPa（図-3）、最大主応力時の主応力方向は 43.5 度（図-4）と、き裂に対して直交する角度であった。そこで、き裂先端 10mm 離れの位置に主応力方向と概ね一致する 45 度の角度で単軸ゲージを腹板の表裏に貼り直して測定を行い、主応力方向の面内応力と面外応力を求めた（図-5）。図-5 より、主応力方向の応力は、面内応力に比べて面外応力が大きくなるのが分かり、端横桁腹板では面外曲げの影響が大きいことが分かった。また、図-3、図-5 の時刻歴応力波形の特徴として、列車が東京方の端横桁に進入すると同時に、新大阪方の端横桁切欠き部の応力が大きくなる反応を示しており、一般的に主桁のたわみに見られるような片振りの応力波形であった。これらの結果から、主桁の動きと連動して、端横桁切欠き部に面外曲げが生じている可能性が考えられた。そこで、端横桁における面外方向の挙

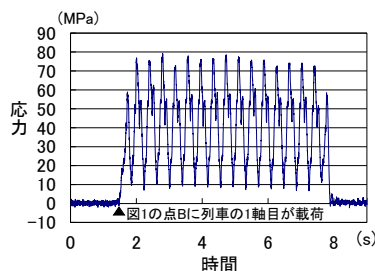


図-3 き裂先端の最大主応力波形

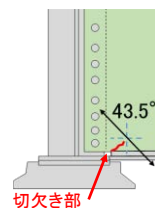


図-4 主応力方向

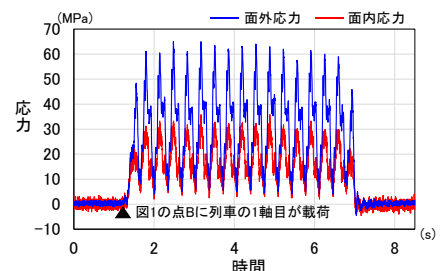


図-5 き裂先端 45 度の面外・面内応力波形

キーワード 鉄道橋、鋼構造物、斜角桁、疲労き裂、維持管理

連絡先：〒420-0851 静岡県葵区黒金町 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

動を把握するため、端横桁腹板の変位量を測定することとした。

(2) 端横桁の変位測定

端横桁腹板の変位測定は図-6に示す4箇所に加速度センサーを設置して列車通過時に行い、2回積分にて変位に換算した。なお、今回用いた加速度センサーは0.7Hz以下の成分が測定できないため、図-5で見られたような片振りの波形とは一致していない。測定の結果、中央主桁側よりも側主桁側で変位が大きいことから、端横桁の面外方向の変位は側主桁に連動していると推定し、側主桁の挙動を確認することにした。

(3) 側主桁の挙動把握

側主桁の挙動を把握するため、側主桁の内側と外側の端補剛材下端コバ面にひずみゲージを貼り付け、応力状態の確認を行った(図-7)。測定の結果、側主桁内側では圧縮応力が、側主桁外側では引張応力が作用していることを確認した(図-8)。これより、列車載荷時に側主桁が中央主桁の方へ倒れこむ挙動をしている可能性があることが分かった。また、側主桁端補剛材下端コバ面における内側・外側の応力を差分した波形(図-9)と、端横桁切欠部で測定した面外応力波形(図-10)とを比較したところ、非常に近似した波形を示していることから、側主桁の倒れこみと連動して端横桁切欠き部の曲げ応力が生じている可能性があることを確認した。

(4) き裂の発生機構

現地での実橋測定結果から推定される端横桁切欠き部のき裂発生機構は、以下の通りである(図-11)。

- ① 列車が桁に載荷したと同時に側主桁の倒れこみが生じる。
- ② 側主桁と接合された端横桁は、斜角に設置されているため、側主桁の倒れこみと同時に中央主桁側へ押し出されるように面外方向に挙動する。
- ③ 端横桁切欠き部では、面外方向の挙動に伴い、腹板の東京面に曲げによる引張力が、大阪面には曲げによる圧縮力が作用する。
- ④ 端横桁切欠き部の東京面では、曲げによる引張応力と面内応力による引張が同時に作用するため、引張応力が増幅されてき裂が生じる。

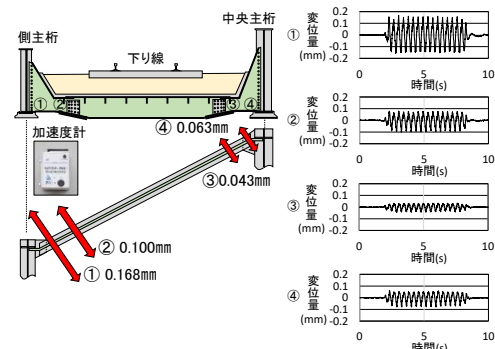


図-6 端横桁変位測定箇所と測定結果

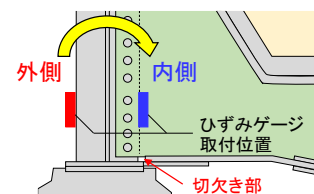


図-7 端補剛材下端測定位置

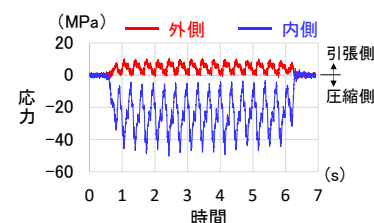


図-8 側主桁補剛材下端の応力波形

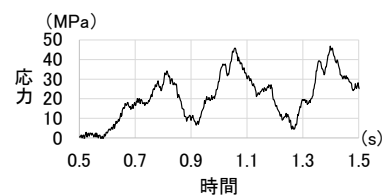


図-9 補剛材内外面応力差の波形

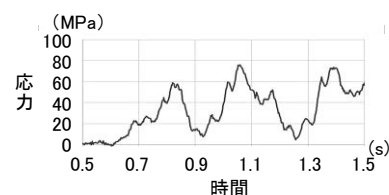


図-10 端横桁切欠き部の面外応力波形

4. まとめ

斜角桁の端横桁切欠き部におけるき裂発生機構は、列車載荷時の側主桁の倒れこみによって横桁が押し出され、端横桁腹板に曲げが生じることで発生している可能性があることが分かった。この発生機構から、直角桁よりも斜角桁でき裂が発生しやすいことが推定でき、切欠き部維持管理における着眼点であることが、改めて確認された。また、き裂発生を抑止については、端横桁切欠き部から側主桁端補剛材にかけての当板補強により、端横桁切欠き部における曲げ剛性を高めることや、切欠き部位置を曲げ応力の影響が大きい端横桁の折れ点付近から、中央主桁側へ離すことが有効である可能性が考えられる。

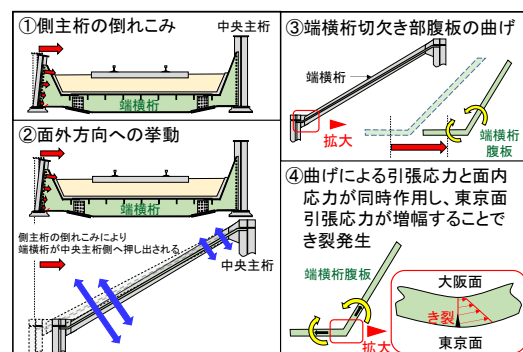


図-11 端横桁切欠き部のき裂発生機構