

張出しブラケットを有する主桁に発生した疲労き裂の応急対策

(財)首都高速道路技術センター 正会員 ○牟田口 拓泉

首都高速道路株式会社 中野 博文

首都高速道路株式会社 正会員 木ノ本 剛

1. はじめに

疲労き裂の発生した対象橋梁は首都高速道路下り線の2径間連続鋼1箱桁曲線橋（41m+42m）であり、箱桁の両側に張出しブラケット構造を有する高架橋（1969年供用）である。特に張出しブラケット長は2.0m～4.2mと比較的長くその設置間隔は7.5mであり、通常のブラケット間隔より長いという特徴を有している。図-1にP1付近の正面図を、図-2に上部工平面図を示す。

今回、足場上での詳細点検時に箱桁ウェブのガセット取付け部等に多数の疲労き裂が発見された。ガセット取付け部のき裂は箱桁ウェブと横構ガセットプレートのまわし溶接部から箱桁のウェブ母材に進展し、2箇所はウェブを貫通していた。そこで、ウェブを貫通しているき裂の詳細調査を行い、応急対策として、き裂の進展防止を目的としたストップホールの施工を実施した。その応急対策について報告する。

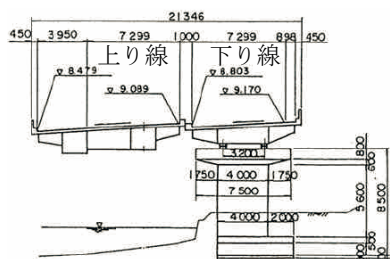


図-1 P1 正面図

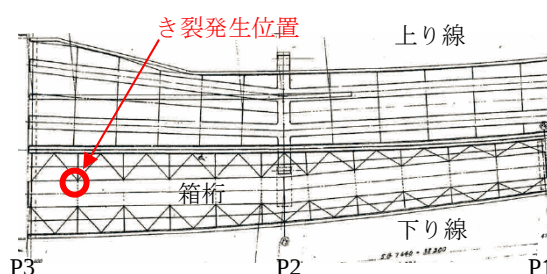


図-2 上部工平面図



写真-1 外面側き裂位置

2. き裂の詳細調査

き裂の詳細調査では湿式磁粉探傷試験（MT）により、き裂の位置、長さ、形状を確認した。MT 調査結果より箱桁外面側のき裂は写真-2、写真-4に示すように、箱桁ウェブと横構ガセットプレートのまわし溶接部のガセットプレート側止端部からウェブ側止端部を經由し、ウェブ母材に進展していることが確認された。箱桁内面側のき裂は写真-3に示すように、箱桁ウェブ母材に位置し、ウェブに2mm程度の面外方向目違いが発生しているのが視認された。

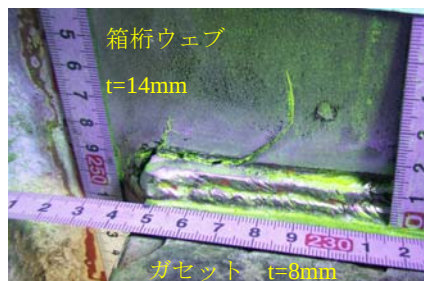


写真-2 外面 MT ガセット上面側



写真-3 内面 MT

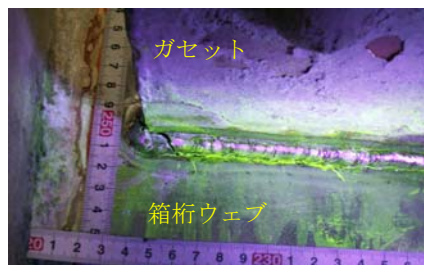


写真-4 外面MT ガセット下面側

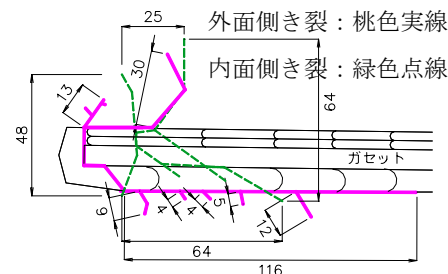


図-3 き裂スケッチ図（重ね合わせ）

き裂の内外面の位置関係を把握するため、幾何学的実計測と超音波探傷試験（UT）を併用して実施した。その結果、図-3に示すように、き裂形状は箱桁の内外面で異なる様相を呈していた。箱桁内面側の垂直方向に進展しているき裂は外面側のまわし溶接止端位置ではなく、外面側と内面側のき裂は一部分しか重なっていないと推測された。

キーワード 張出しブラケット、面外ガセット、疲労き裂、応急対策

連絡先 〒105-0001 東京都港区虎ノ門 3-10-11 (財)首都高速道路技術センター TEL 03-3578-5757

3. 応急対策

箱桁のウェブ母材を垂直方向に進展しているき裂はウェブの応力方向と直交しているため、さらなるき裂進展の可能性が大きいと予測された。そこで、き裂の進展防止を目的とした応急対策として、き裂先端位置に直径24.5mmのストップホール（SH）を設けることにした。ホールドリルの施工性と穿孔後の高力ボルトの締付け作業を考慮し、**写真-5**に示すように、き裂上側に2箇所（SH1,SH2）、き裂下側に1箇所（SH3）のストップホール施工した。

施工にあたっては、き裂の先端を確実に捉えるため慎重に位置出しと野書きを行い、ホールドリルを用いて穿孔した。

ストップホールの孔壁面は棒グラインダ

を用いて面取りおよび表面仕上げを行い、き裂と反対側の孔壁面にき裂が残っていないことをMTにより確認した。

ストップホール施工後の孔壁を観察した結果、**写真-7**、**写真-8**に示すように外面側き裂はウェブ表面から斜めにウェブ板厚中心方向に進んでいるが、内面側き裂はウェブ板厚方向に進んでおり外面側き裂とつながっていない。したがって、内外面のき裂は別々に発生、進展しているものと推測される。

4. き裂発生原因の推定

き裂の発生原因としては以下の2つが考えられる。

(1)溶接ビードの形状は悪く、仕上げもされていないため、溶接止端部の応力集中が大きいと考えられる。溶接ビードの向きを観察したところ、ガセットプレート上面側隅肉溶接の終端部と下面側隅肉溶接の始端部が共にき裂発生位置と重なっていた。これは張出しブラケットとガセットプレートが近接しているため、製作時に溶接棒の運棒操作が難しく、溶接施工性が悪かったことが要因であると推察される。

(2)現地では大型車両の通過時に横構の振動が確認できるため、車両走行時に張出しブラケットに繰り返し応力が作用し、横構に設計上考慮されていない活荷重による繰り返し応力が作用しているものと推測される。さらに、張出しブラケットと横構ガセットプレートは接合されておらず、そのギャップは約40mmであるため、**図-4**のイメージ図に示すように、横構からガセットプレートに活荷重が伝達され、箱桁ウェブの隙間に大きな面外曲げが繰り返して発生し、溶接止端部を起点としてき裂が発生したものと考えられる。また、箱桁ウェブの面外曲げと共に、箱桁ダイアフラムと張出しブラケットにも面外曲げが生じていると推測され、張出しブラケット上を車両が通行する時に橋梁全体がねじられるような挙動を示していることも考えられる。

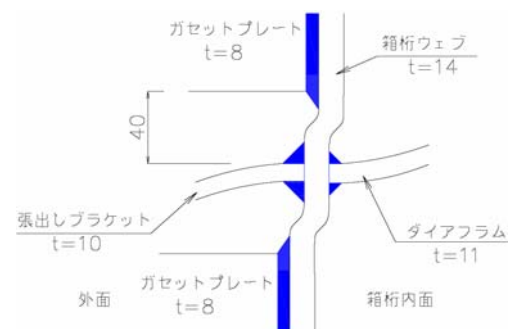


図-4 箱桁ウェブの面外曲げ（平面図）

5. おわりに

き裂の発生原因の確認のために応力計測を実施する予定であり、恒久対策案としては以下の補強構造を検討中である。既設の横構ガセットプレートとき裂が進展している箱桁ウェブをき裂ごと切断除去し、十分な剛性を有するL型プレートを箱桁ウェブに高力ボルトで新たに取付ける。L型プレートは箱桁外面側については張出しブラケットと、箱桁内面側はダイアフラムと連結することにより箱桁ウェブの面外変形を低減させる構造とする。