

三角プレートを用いた主桁-横桁取合い部に生じたき裂損傷

首都高速道路株式会社 正会員 ○大西 達也

(一財) 首都高速道路技術センター 正会員 齋藤 豪

1. はじめに

首都高速道路の鋼鈑桁橋において、主桁-横桁の取合い部に三角形の部材（以下、三角プレート）が垂直補剛材とリベットで接合されている構造の橋梁で、垂直補剛材と主桁上フランジ溶接部（以下、A部）及び主桁ウェブとのまわし溶接部（以下C部）、さらにはスカラップ（以下、S部）を起点とするような裂が生じてい

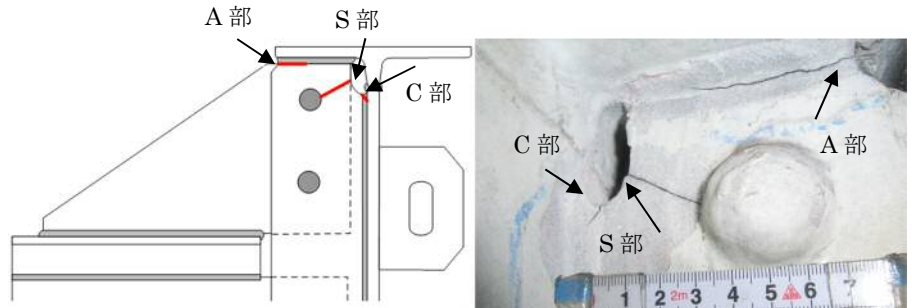


図-1 き裂発生状況

る（図-1）。中には主桁ウェブを貫通するようなき裂も発見されており、早期に原因を究明し、対策を実施する必要がある。本稿では、このような三角プレートがき裂の発生にどのような影響を与えているかを、過去に実施した応力計測結果を踏まえた上でFEM解析により検証したので、その内容を報告する。

2. 橋梁の概要

前述の損傷が発見された橋梁は、上下分離3主桁の単純鋼I桁形式合成桁であり、縦桁の増設補強が行われている。この橋梁の特徴としては、主桁と横桁の上下フランジにCT形鋼が用いられていること、先に述べたように三角プレートが設置されていることが挙げられる（図-2）。三角プレートは垂直補剛材にリベットで、横桁上フランジには溶接で接合されている。垂直補剛材のスカラップは、CT形鋼の突合せ溶接部を避けるため通常より縦に長い形状をしている。

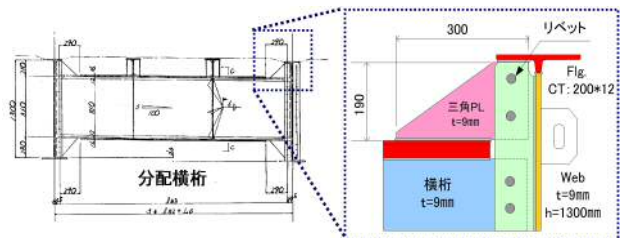


図-2 主桁-横桁取合い部の構造

3. 第一リベット撤去前後の応力計測

このようなタイプの損傷に対する応急処置として、垂直補剛材最上段のリベット（以下、第一リベット）を撤去し、拘束を緩和させることで発生応力を低減させる方法が知られている。過去の検討¹⁾で実橋において第一リベット撤去前後の応力計測を実施しており、第一リベットを撤去することが応急対策として効果的であることを示していると同時に、三角プレートの存在が疲労き裂の発生に大きく影響していることを示唆している。今回、FEM解析を実施することで、橋梁全体の挙動を分析し三角プレートが具体的にどのような影響を与えているのかを検証した。

4. FEM解析による三角プレートによる影響分析

(1) 解析条件

解析条件を表-1に、解析モデルを図-3に示す。床版はソリッド要素で、着目部位である垂直補剛材、三角プレートはシェル要素で再現した。载荷条件は応力計測で用いた25tの荷重車を想定し、追越し車線側（着目部の輪位置に集中荷重を分散させ载荷している。

・キーワード 鋼橋、鋼I桁、CT形鋼、疲労き裂、FEM解析

・連絡先 〒100-8930 東京都千代田区霞が関1-4-1(日土地ビル) 首都高速道路株式会社 TEL 03-3539-9546

(2) 解析結果

まず初めに、第一リベット撤去前後における応力変化を確認した(図-4)．応力の位置、方向は応力計測と合わせており、A部が鉛直方向でC部が水平方向の応力としている．実橋での応力計測同様に第一リベットを撤去することで、A部、C部共に応力が低減しており、実橋の挙動傾向を再現できていることを確認した．

次に、三角プレートが及ぼす影響について変形図より検証した(図-5, 6)．なお、三角プレートによる影響を解り易くするため、三角プレートが無い状態で解析を行い、結果を比較している．全体の変形図から、床版がたわむことで主桁上フランジと横桁に相対変位が生じ、主桁が外側に反るような変形をしていることがわかる．このような変形において、三角プレートがある場合、三角プレートが横桁の荷重分配作用を垂直補剛材上端部にまで伝え、変形を拘束することで垂直補剛材上端部に高い応力が働くと考えられる．また、スカラップの変形に着目すると、三角プレートがある場合はスカラップ形状が大きく変形しており、主桁ウェブがC部で局部変形していることがわかる．本橋梁においては主桁にCT形鋼が使用されていることで、スカラップ形状が通常よりも大きいことも変形が大きい原因の一つであると考えられる．このような局部変形をすることでC部やS部にも応力集中箇所が生じるのではないかと推測される．

6. まとめ

過去の応力計測で三角プレートの存在が疲労き裂の発生に影響していることを示唆しているが、今回FEM解析により、主桁上フランジと横桁の相対変位による垂直補剛材上部の変形を三角プレートが拘束しており、垂直補剛材スカラップ部では主桁ウェブが局部変形するような挙動をしていることがわかった．このような挙動からも、三角プレートが垂直補剛材とリベットで接合されていることで、垂直補剛材上部に応力集中箇所が生じ疲労き裂の発生に影響していると考えられる．

参考文献

1) 佐藤，小杉，友清：横桁と垂直補剛材がリベットで接合された鋼I桁橋の疲労き裂に対する補修検討，土木学会第67回年次学術講演会

表-1 解析条件

解析ソフト	汎用構造解析プログラムMidasCivil
使用要素	シェル要素（主桁，横桁，垂直補剛材，三角プレート） 梁要素（対傾構） ソリッド要素（床版）
最小メッシュサイズ	3.5mm
拘束条件	起点側：可動（橋軸可動，橋直固定，回転固定） 終点側：固定（橋軸固定，強直固定，回転固定）

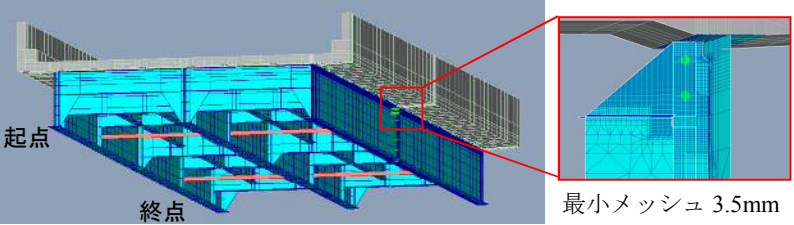
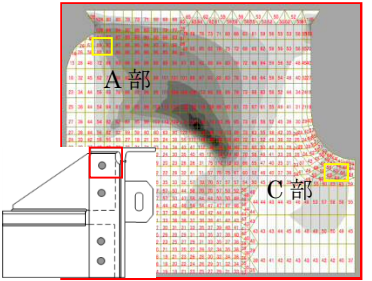


図-3 解析モデル



(MPa)				
	方向	撤去前	撤去後	比
A部	鉛直	107	77	0.7
C部	水平	49	23	0.5

図-4 A, C部の応力変化

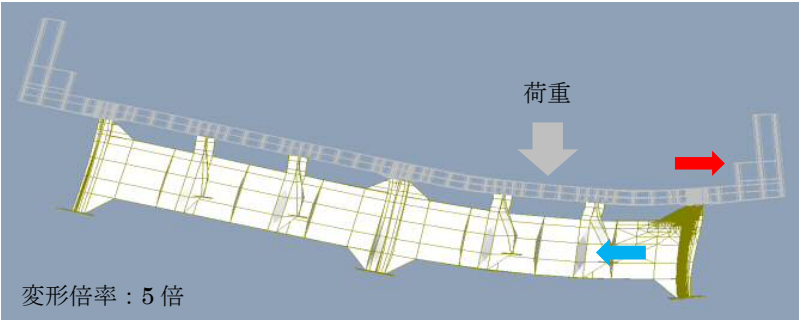


図-5 橋梁の全体変形図

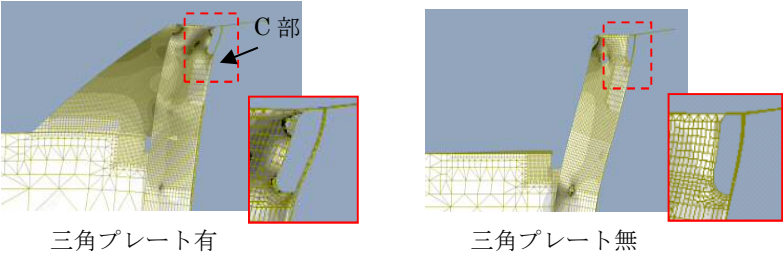


図-6 三角プレート有無による垂直補剛材上部の変形の違い