

# 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

首都高速道路株式会社 正会員 ○佐藤 歩

首都高技術株式会社 正会員 小杉 剛士

財団法人 首都高速道路技術センター 正会員 友清 剛

## 1. はじめに

首都高速道路において横桁と垂直補剛材がリベットで接合された鋼 I 桁橋で、垂直補剛材と主桁ウェブのまわし溶接部から発生し、主桁ウェブを貫通する疲労き裂が発見された。また、同工区・同構造の橋梁のうち、大半の橋梁において、垂直補剛材と主桁上フランジ溶接部、および垂直補剛材と主桁ウェブまわし溶接部にき裂が発生していた(図-1, 2)。現場の状況から、疲労き裂はまず垂直補剛材と主桁上フランジ溶接部に発生・進展し、主桁上フランジとの接合が切れることにより、主桁ウェブ



図-1 き裂発生状況

とまわし溶接部のき裂が主桁ウェブ母材に進展したと推測される。主桁ウェブ母材への進展を防ぐためには、垂直補剛材上端部のき裂が軽微なうちに、対策を講じる必要がある。

本稿では、この損傷に対する原因究明および対策検討を目的とし、実橋における応力計測を実施したので、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 形合成桁であり、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、および主桁と横桁のウェブギャップ部に三角形の部材(以下、三角プレート)が設置されていることが挙げられる(図-3)。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。

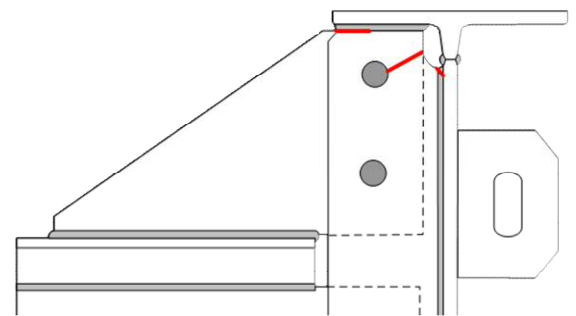


図-2 き裂スケッチ

## 3. 応力計測の概要

一般に、垂直補剛材上端部の疲労損傷は、RC 床版のたわみ変形による主桁上フランジの首振り、または横桁の荷重分配作用が原因である。この橋梁では、過去に縦桁の増設補強を行っているため、前者より後者の影響の方が支配的であると考えられる。さらに、横桁の荷重分配作用が三角プレートを介して垂直補剛材に直接伝達されることも、き裂発生の一因の一つであると推測される。この類の損傷に対する応急対策として、垂直補剛材最上段のリベットを撤去し、拘束を緩和させて発生応力を低減する方法が知られている。設計照査の結果、この橋梁ではリベットを 1 本抜いても構造上問題ないことが確認できたため、この方法の適用性を確認することを目的とし、実橋梁において、リベット撤去前後の応力計測を行った。

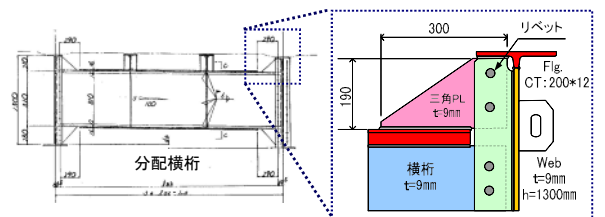


図-3 主桁横桁取り付け部の構造

キーワード 鋼橋, 鋼 I 桁, 垂直補剛材, 疲労き裂, 応力計測

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 03-3539-9529

応力計測は、25tの荷重車を走行させてひずみを動的に収録する荷重車計測を行った。計測対象は、比較的損傷度の小さいスパンの上り線側の外桁(追越車線側)とした。着目部位を図-4に示す。

#### 4. 荷重車計測結果

図-5, 6に荷重車通過時のリベット撤去前後の発生応力分布を示す。リベットを撤去したことで、三角プレートの板コバ(G23)では、30.2MPaから-2.1MPaと応力の発生がほぼなくなり、板面(G24)の最大主応力についても29.4MPaから6.7MPaと撤去前の約25%に低減した。垂直補剛材上端部においても、板コバ(G22)で23.5MPaから-1.2MPaと応力の発生がほぼなくなり、周辺のG18, G20, G21では撤去前の約20~40%に低減した。リベットを撤去することで、三角プレートから伝わる横桁作用による引張力および主桁上フランジの首振りによる圧縮

力の両方が低減することを確認した。これは、リベット撤去により、三角プレートの伝達力がなくなったことと拘束が緩和されたことで、局部応力が低減したことによるものと推測できる。

また、他部材への影響を確認するために、横桁切欠き部(G25)、およびCT鋼と主桁ウェブの溶接部(G14~G16)の応力についても計測を行った。横桁切欠き部の最大主応力(G25)は、3.3MPaから3.5MPaと撤去前後ではほとんど変化がなかった。また、最小主応力は-2.2MPaから-5.6MPaへと若干の増加が見られたが、特に問題ない値であると考えられる。CT形鋼と主桁ウェブの溶接部付近における応力分布および変形イメージを図-6に示す。この溶接部付近にはRC床板のたわみ変形による板曲げが生じているものの、主桁の内側、外側ともにリベット撤去前後での発生応力はほぼ同程度であった。主桁外側の中央下部(G16)では、撤去前後で圧縮から引張にモードが変換し、他の主桁外側の位置(G14, 15, 17)と同じ挙動を示すようになった。この結果から、リベット撤去により三角プレートの拘束が減少し、局部変形が緩和されて一様に変形するようになったと考えられる。

#### 5. まとめ

今回の応力計測により、本橋梁特有の三角プレートの存在が疲労き裂の発生に大きく起因していることが分かった。また、三角プレートと垂直補剛材を接合するリベットを1本撤去することで垂直補剛材上端部周辺の発生応力が一様に低減することを確認した。リベット撤去による他の部材への悪影響はなかったため、この方法は、主桁ウェブ母材未進展のき裂の応急対策として効果的であるといえる。ただし、横桁切欠き部については、発生応力は小さいものの、リベット撤去後に応力の増加が見られたことから、同様の応急対策を行う場合には注意が必要である。また、主桁ウェブ母材に進展しているき裂については、当て板による補強や、溶接補修等の対策を、別途検討中である。

#### 参考文献

- ・ 社団法人 日本道路協会：鋼橋の疲労, 1997.5.

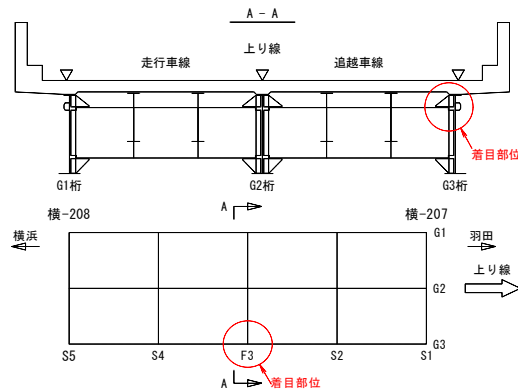


図-4 応力計測着目部位

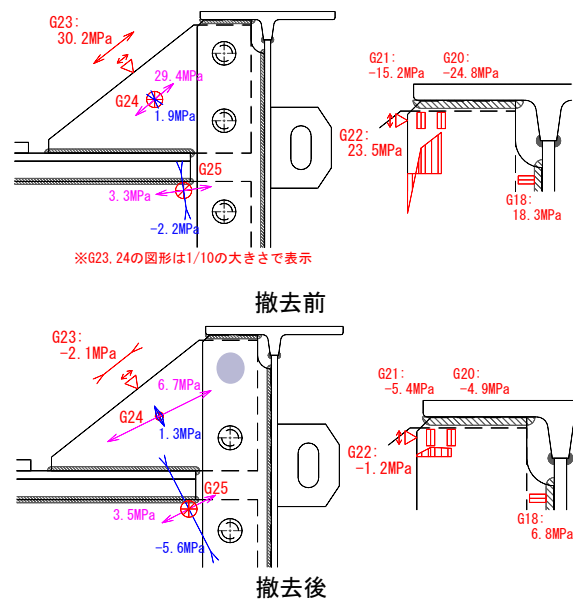


図-5 三角プレートおよび垂直補剛材のリベット撤去前後の応力分布

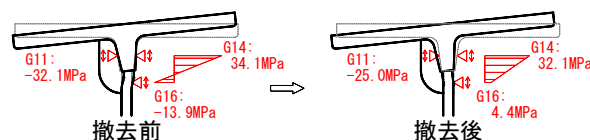


図-6 CT形鋼-主桁ウェブ溶接部付近のリベット撤去前後の応力分布と変形イメージ