

鋼 I 桁橋の横構ガセットスカラップ部に発生した疲労損傷の原因分析

首都高速道路株式会社
首都高速道路株式会社

正会員
正会員

○木ノ本 剛
平林 泰明

1．はじめに

近年、首都高速道路の鋼 I 桁橋の横構ガセット溶接部に疲労損傷が発見されてきている。道路橋では主に下横構が取り付くガセットは下フランジに比較的近い引張域のウェブに取り付くため、損傷が母材に進展した場合の進展速度は速く早急な対応が必要である。ガセット溶接部に生じる損傷としては、ガセット端部のまわし溶接部に生じる損傷、垂直補剛材をかわすためのスカラップのまわし溶接部に生じる損傷が代表的である。本報告では、スカラップのまわし溶接部に生じる損傷を対象とし、実際に損傷が確認された橋梁をモデル化した有限要素解析を実施し、損傷原因についての考察を行う。

2．損傷状況の分布

図 - 1 はスカラップ部に生じた損傷について、橋梁内での損傷発生位置を分析した結果を示している。損傷は主に支間中央、支点部及び支間に隣接する横桁位置（第一格点）のガセット部で生じていることがわかる。支点部の損傷はある工区の損傷がほとんどであり、構造ディテールが他の損傷部位とは異なっていることが確認されている。ガセットのスカラップディテールとしては数種類のものが採用されているが、損傷のほとんどは図-2 のディテールで発生している。

3．解析概要

解析対象は、支間長 28.9m、桁高 1.6m の上下線一体構造の 6 主桁単純鋼合成 I 桁橋梁であり、昭和 47 年の供用開始である。床版をソリッド要素、主桁、横桁、床版補強縦桁および着目ガセット近傍の横構をシェル要素、着目部以外の横構、対傾構を梁要素によりモデル化した。節点数は約 92000、要素数は約 85000 であり、着目部の最小要素寸法は主桁ウェブの板厚(9mm)程度とした。

着目部は損傷が多く確認された箇所として支間中央部（図-1 の A 位置）および支間に隣接する横桁位置（図-1 の B 位置）、損傷が少ない箇所として支間中央に隣接するガセット（図-1 の C 位置）とした。

解析に用いた荷重は T 荷重とし、上下線走行車線に橋軸方向の影響線載荷を、支間中央で橋軸直角方向の影響線載荷を実施した。解析モデル及び荷重載荷位置を図-3 に示す。

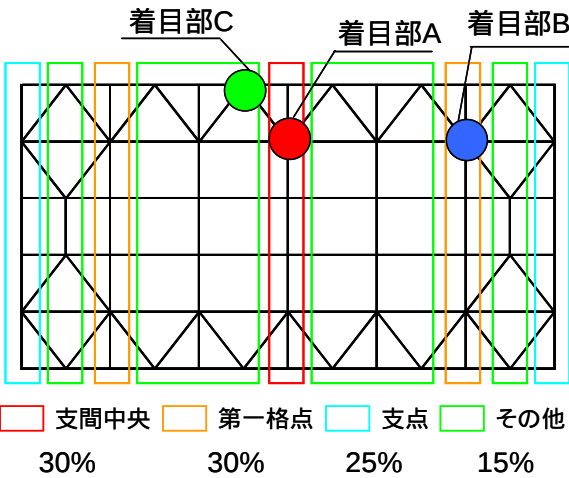


図-1 損傷発生位置の分析結果

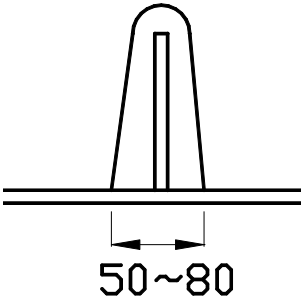


図-2 損傷の多いスカラップディテール

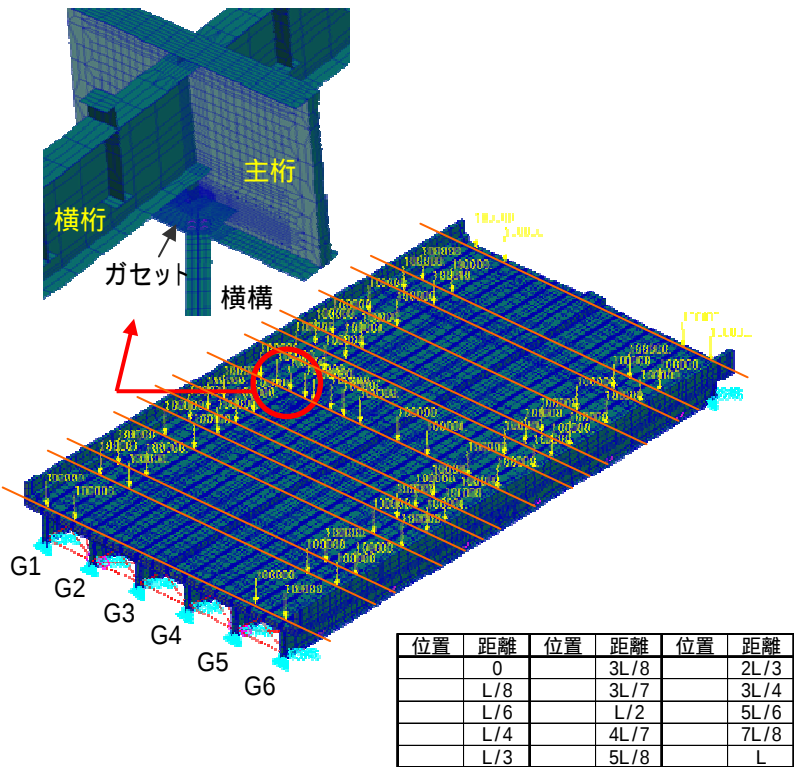


図-3 解析モデルと荷重載荷位置

4. 解析結果

(1) 応力計測結果との比較

応力計測の結果は一般車両通行下で得られた応答波形を分析したものである。図-4は支間中央載荷時の支間中央から約1m離れた位置における主桁下フランジ応力を示している。ここで、実測値は外桁の発生応力が解析値と同じになるような補正係数を乗じた。また、図-5は支間中央のガセットに取付く横構の応力と荷重位置の関係を示している。なお、横構はT型鋼が用いられており下フランジ面の応力を示している。図-4、図-5より車両の通過に伴う荷重分配効果、横構の応力波形は解析と実測値で良好な一致を示しており、解析は実橋梁の挙動を再現していると判断できる。

(2) 車両通過時の横構の挙動

図-6は、支間中央載荷時の橋梁内における横構軸力の作用方向を示している。ガセットに取付く横構の軸力は支間中央のガセットを除いては、ガセットの左右で軸力方向が異なることがわかる。横構の軸力は主に主桁の橋軸直角方向の変位差の影響が大きいと考えられる。橋軸直角方向の変位差は、支間中央位置では横桁による拘束により小さく、その前後では変位が同方向となるため、左右の横構軸力の作用方向が同一となるものと考えられる。そして、それ以外の箇所は、ガセット位置での力が釣合うようにガセット左右で逆方向の軸力が生じるものと考えられる。

(3) ガセット位置の応力分布

図-7, 8, 9は着目部A, B, Cのガセット高さ位置における面内方向応力の分布を示している。着目部Aにおいては、スカラップ内ウェブの表裏面の応力差が大きく、スカラップ部において局所的な面外変形が生じていることがわかる。この挙動は面内力の小さい載荷位置においても確認でき、図-6に示したように載荷位置によらず作用力の生じる横構により引き起こされているといえる。また、着目部Bにおいてもスカラップ内ウェブに面外変形を生じているのがわかるが、垂直補剛材を軸とした左右の応力の正負が異なっている。これは左右の横構の作用力方向が異なるため、垂直補剛材を軸としてガセットが回転するために生じているものと考えられる。着目部Cにおいても同様な挙動が確認できる。また、スカラップ内の面外変形の大きさは、着目部A>着目部B>着目部Cとなっており、図-1の損傷傾向と概ね一致しているといえる。

5. まとめ

全橋モデルの有限要素解析により、車両通過時の横構の挙動を把握し、ガセットのスカラップ溶接部に生じる疲労損傷原因が横構により引き起こされるスカラップ内の局部変形であることを確認した。また、横構の作用力方向が同一となる支間中央部のガセットにおいて最も局部変形が大きく、損傷の危険性が高いことを示した。

参考文献 1) (社)日本道路協会:鋼橋の疲労 1997 年

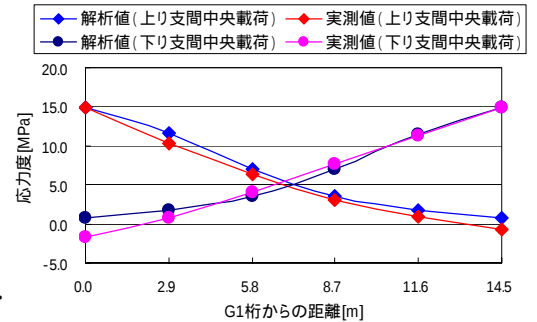


図-4 支間中央載荷時の主桁下フランジ応力

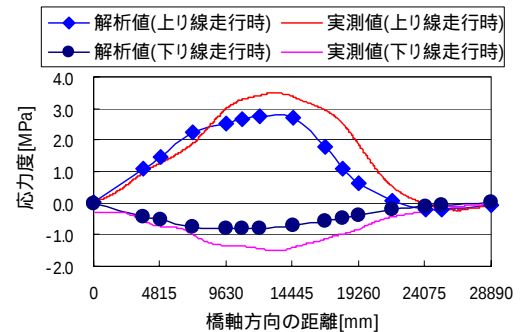


図-5 横構応力と載荷位置の関係

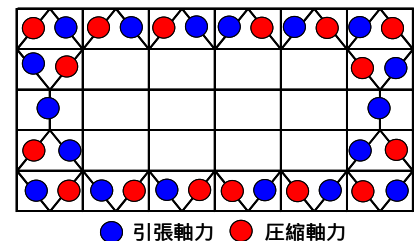


図-6 支間中央載荷時の横構の軸力方向の分布

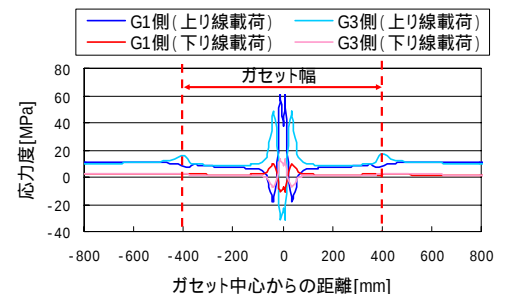


図-7 着目部Aの面内方向応力分布

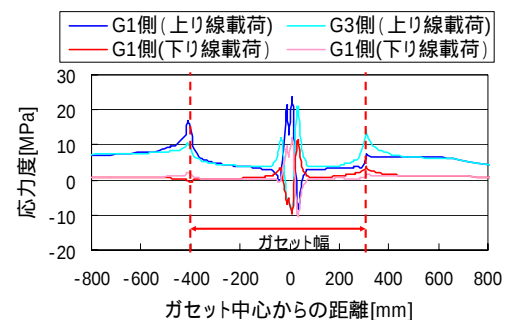


図-8 着目部Bの面内方向応力分布

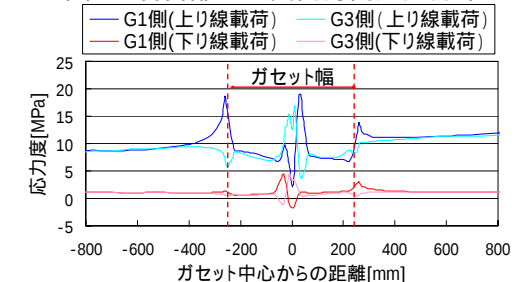


図-9 着目部Cの面内方向応力分布