

# 主桁・横桁取合い部のウェブギャップ部に生じる疲労損傷の原因検討

(財)首都高速道路技術センター 正会員 大住 圭太  
同上 正会員 小西 拓洋

## 1. はじめに

鋼1桁橋に生じる疲労き裂うち、特に発生数の多いき裂に、主桁上フランジと荷重分配横桁の上フランジの間に取り付けられたウェブギャップ板のき裂がある(図1)。既往の検討から、ウェブギャップ板のき裂の原因は、床版のたわみにより生じる主桁上フランジの回転と隣接する主桁間のたわみ差により生じるウェブギャップ部のせん断変形をウェブギャップ板が拘束するためとされており<sup>1)</sup>、補修補強を検討するうえでは、実橋梁でどちらの変形による応力が卓越しているかを把握しておくことが望ましい。

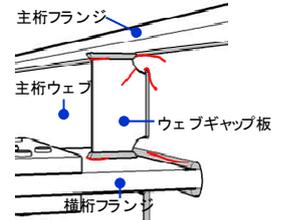


図1 き裂の状況

本研究では、弾性 FEM 解析により、3 主桁および 4 主桁の合成 1 桁橋における床版のたわみと主桁のたわみ差の影響を確認し、さらに、縦桁増設補強が実施されている橋梁への補修補強を想定して、縦桁増設補強によるウェブギャップ部の応力低減効果を確認した。

## 2. 解析モデルおよび荷重ケース

解析モデルは、3 主桁および 4 主桁の単純合成 1 桁橋の全体モデルに、ソリッド要素でモデル化したウェブギャップ部(着目部)を挿入する複合モデルとした。全体モデルの舗装、高欄、床版はソリッド要素、主桁ウェブ、主桁フランジ、分配横桁は板要素、対傾構、横構は梁要素でモデル化した(図2)。荷重は、4 主桁で第 1 走行車線、第 2 走行車線、着目桁近傍、着目桁上、隣接桁上の 5 ケース(図3)、3 主桁で第 1 走行車線の 1 ケースとし、支間中央部に 2 輪を荷重した。なお、解析には汎用構造解析プログラム MidasNastranFX を用いた。

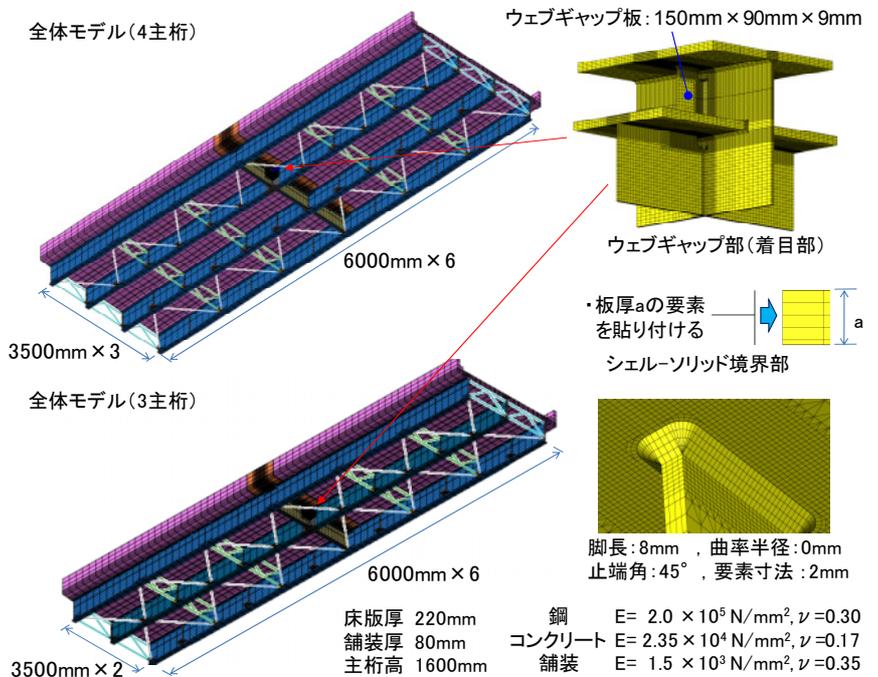


図2 解析モデルの概要

## 3. 床版のたわみと主桁のたわみ差の影響

ウェブギャップ板の荷重側こば面における上下の溶接止端から 2mm 位置の主応力に着目して、床版のたわみの影響と主桁のたわみ差の影響を確認した。なお、双方の影響については、床版のたわみに伴う主桁フランジの回転を主桁フランジと横桁上フランジの傾きの差(1)、主に主桁のたわみ差により生じるウェブギャップ部のせん断変形をウェブギャップ下部の角度(2)(図4)とし、上部の応力は(1+2)、下部の応力は(2)により生じると仮定することで確認した。図5に(1)と(上部の応力+下部の応力)および(2)と(下部の応力)の関係を示す。両者とも、着目桁上を除いて相関がみられ、前述の仮定により、荷重が主桁間であれば、主桁フランジの回転による応力とウェブギャップ部のせん断変形による応力について、大まかではあるが把握できると考えられる。

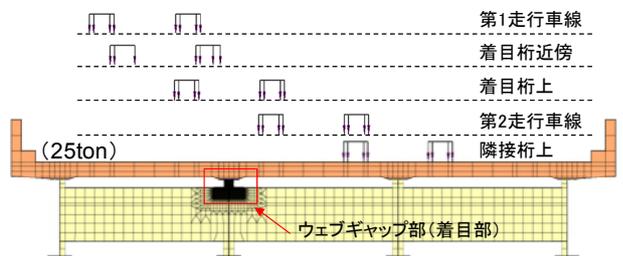


図3 荷重ケース

キーワード 疲労, ウェブギャップ, 原因, 縦桁補強

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 03-3578-5750

前述の仮定をもとに、各载荷ケースの载荷側こば面上部における溶接止端から 2mm 位置の主応力について、主桁フランジの回転による応力とウェブギャップ部のせん断変形による応力を算出した(図6)。なお、3主桁と4主桁の第1走行車線で生じる応力は同程度であったため、3主桁の応力状態については4主桁の第1走行車線に着目することで確認した。

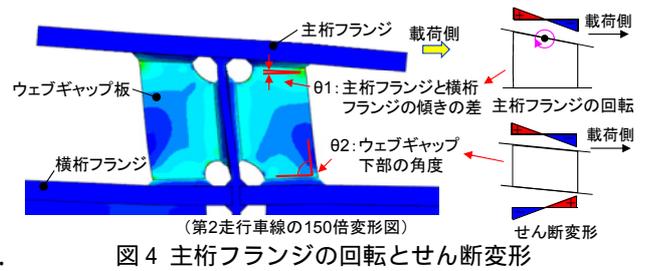


図4 主桁フランジの回転とせん断変形

第1走行車線、着目桁近傍は主桁フランジの回転の影響が支配的であり、隣接桁上はせん断変形の影響が支配的である。上部の応力が最も高い第2走行車線では、第1走行車線、着目桁近傍と同程度の主桁フランジの回転による応力が生じているのに加え、せん断変形による応力も生じている。3主桁は4主桁に比べ、主桁のたわみ差による影響が小さいと考えられる。

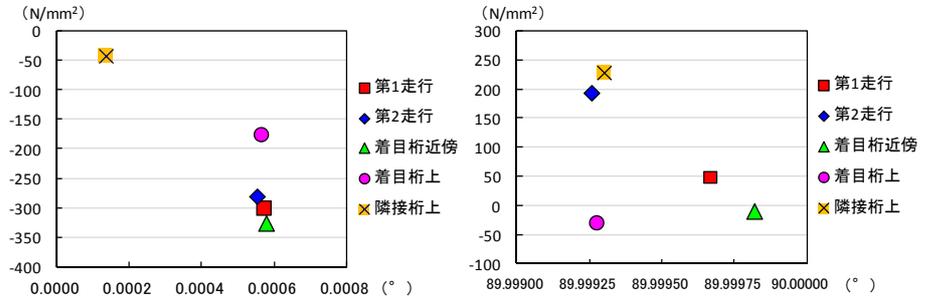


図5 (1)と(上部の応力+下部の応力), (2)と(下部の応力)の関係

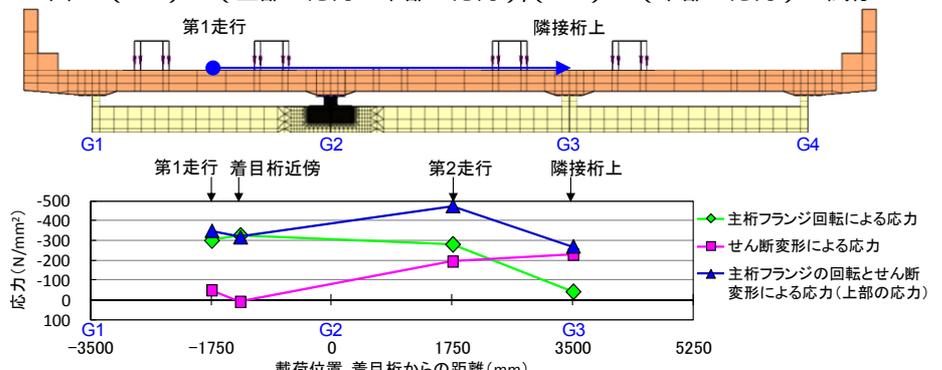


図6 载荷側上部主応力における主桁フランジの回転とせん断変形の影響

4. 縦桁増設補強の効果

縦桁を増設した解析モデルを製作し、縦桁増設補強によるウェブギャップ部の応力低減効果を確認した。なお、縦桁(Flg: 200mm × 22mm, Web: 800mm × 9mm)の設置にあたり、中間対傾構断面および端対傾構近傍断面には新たに横桁(Flg: 260mm × 12mm, Web: 800mm × 9mm)を設置した。表1に、補強前後のウェブギャップ板こば面の上下溶接止端から 2mm 位置における主応力、3主桁と4主桁を想定した場合の応力範囲、さらにそれらの応力比(補強後/補強前)を示す。各载荷ケースにおいて、上部の応力および下部の非载荷側の応力は低減しているが、下部の载荷側の応力は、補強前に床版のたわみによる影響が確認された第1走行車線や第2走行車線において増加している。荷重が床版から横桁に伝達されることで横桁がたわみ、引張応力が増加したためと考えられる。応力範囲は、3主桁、4主桁とも上部では0.5~0.6程度に低減しているが、下部ではほぼ低減しておらず、縦桁増設補強は、ウェブギャップ部上部の応力低減には効果があるが、下部にはあまり効果がないと考えられる。

5. まとめ

主桁間隔 3500mm, 床版厚 220mm の単純合成1桁橋の中桁に設置されたウェブギャップ板に着目して弾性FEM解析を行い、以下の結果を得た。

- ・3主桁のほうが4主桁に比べて、隣接する主桁間のたわみ差による影響が小さいと考えられる。
- ・縦桁増設補強は、ウェブギャップ部上部の応力低減には効果があるが、下部にはあまり効果がないと考えられる。

表1 縦桁増設補強によるウェブギャップ部の応力低減効果

応力, 応力範囲 (N/mm <sup>2</sup> )	第1走行		第2走行		隣接桁上		3主桁応力範囲 (第1走行-右)	4主桁応力範囲 (第1走行-第2走行)	
	左 (载荷側)	右 (非载荷側)	左 (非载荷側)	右 (载荷側)	左 (非载荷側)	右 (载荷側)		左	右
	補強前	-349	257	392	-474	268	-270	607	741
応力値	49	-180	-312	194	-217	229	229	361	374
補強後	-170	142	248	-275	202	-195	311	418	416
応力値	102	-131	-231	200	-173	198	234	333	331
応力比 (後/前)	0.49	0.55	0.63	0.58	0.75	0.72	0.51	0.56	0.57
	2.08	0.73	0.74	1.03	0.80	0.87	1.02	0.92	0.89

参考文献 1) 日本道路協会：鋼橋の疲労，pp80-105，1997.5