

鋼鈑桁橋ウェブギャップ板の疲労損傷メカニズム

芝浦工業大学

○土井 泰樹

芝浦工業大学

副島 飛宙

芝浦工業大学

穴見 健吾

1. はじめに

従来から鋼鈑桁橋のウェブギャップ板(以下ギャップ板)の上端・下端のまわし溶接止端部に疲労き裂が数多く確認されている。この疲労損傷要因は一般に主桁の相対たわみ差と床版のたわみによるものとされている。しかし、著者らの既往の研究(文献1)から床版の水平変位もギャップ板の挙動に大きな影響を与えることが報告されている。

そこで本研究ではウェブギャップ板の疲労き裂の発生メカニズムを定量的に再検討することを目的に解析的な検討を行った。

2. FEM モデル

本研究では実橋梁である8本の縦桁を有する単純5主桁鈑桁橋を対象とした。作成した全橋 FEM モデルを図-1に示す。(文献1)よりこの FEM モデルはある程度の精度で実橋梁の挙動を表現できている。

また、ギャップ板の応力発生メカニズムを比較検討することを目的として、図-1のモデルから縦桁のみを全て取り除いたモデルを作成した。

本報告ではスパン中央の主桁 G4 上のギャップ板の応力発生メカニズムを報告するが、図-2に示すように支間中央(中間横桁直上)の G5 主桁から G3 主桁の間で集中荷重を桁と桁の中間部及び桁直上に載荷し、G4 主桁位置のギャップ板の上下端部に発生する鉛直応力と、橋梁の全体挙動との関係性について検討した。

3. ギャップ板の変形と発生応力の関係

図-3に変形後のギャップ板の上下端部の角度と発生応力の関係を示す。ばらつきはあるものの、ギャップ板と発生応力との間には線形関係がみられ、角度が鈍角であるときは圧縮、鋭角になるときは引張の応力が発生している。この関係について縦桁の有無で比較すると、縦桁有りモデルでは上下端でほぼ同等の範囲で角度が変化しているが、縦桁無しモデルの上端部は載荷点が G3 主桁に寄っていくにつれて非常に大きく角度が変化し、下端部の角度の変化は上端部よりも小さ

く、縦桁有りモデルの上下端とほぼ同等の範囲で変化していることがわかる。

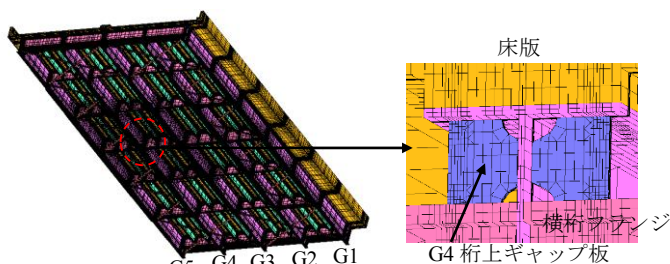


図-1 全橋 FEM solid モデルと着目

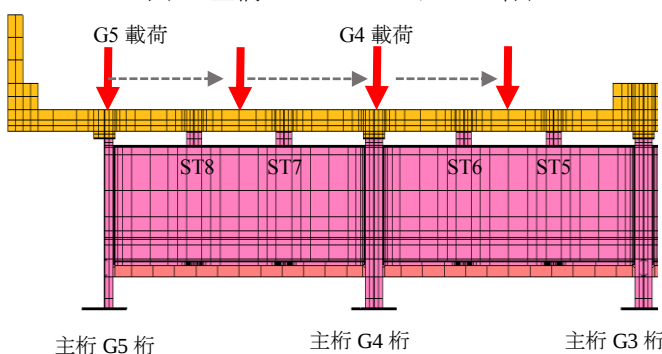


図-2 荷重載荷位置

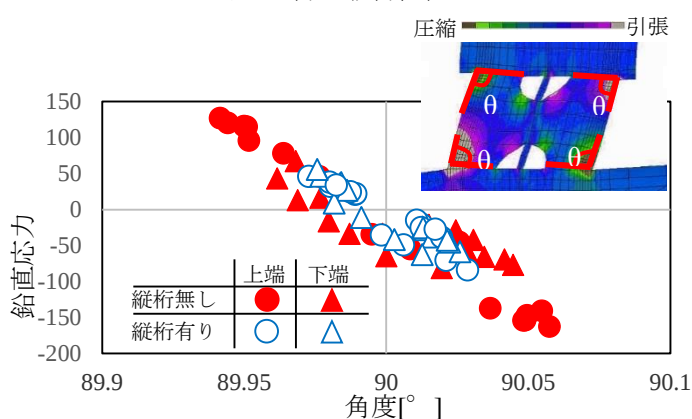


図-3 発生応力とギャップ板端部の角度の関係

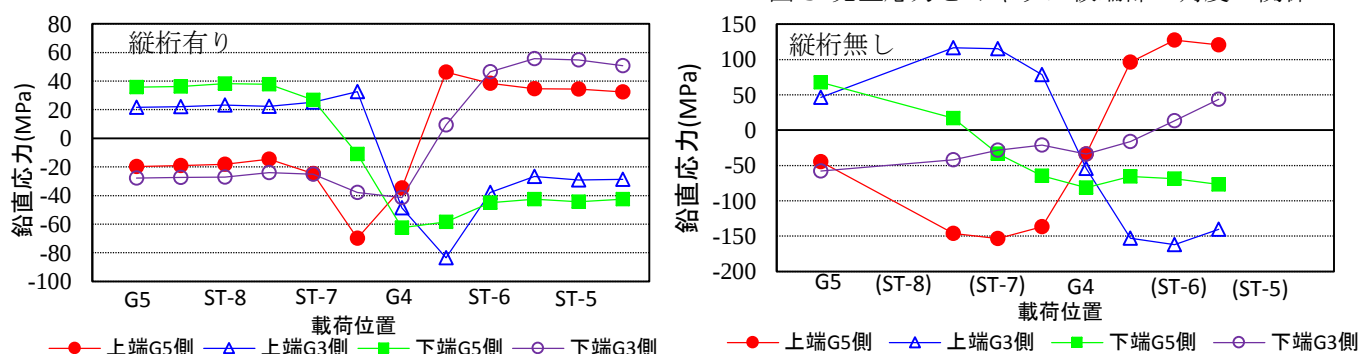


図-4 鉛直応力と載荷位置の関係

キーワード：ウェブギャップ板・疲労・応力発生メカニズム

連絡先：〒135-8548 東京都江東区豊洲 3-7-5 芝浦工業大学土木工学科 Tel: 03-5859-8352 E-mail: anami@sic.shibaura-it.ac.jp

4. ギャップ板の発生応力に影響を及ぼす橋梁の挙動

図-4 に発生応力と载荷位置の関係を示す。縦桁有りモデルでは、ギャップ板の応力が上端、主桁の表裏で正負が異なり、G4 载荷を境に応力の正負が交番している。また、G4 主桁と隣接縦桁間に载荷した場合を除き応力がほぼ一定となっている。縦桁無しモデルでは、特に上端において主桁間载荷の場合の発生応力が大きく、G4 载荷を境に正負が逆転しているが、下端部についてはそのような明瞭な関係は見られない。

ここでは、ギャップ板の発生応力を①床版のたわみ ②主桁のたわみ差 ③床版と横桁の水平変位差に注目して整理した。

図-5 に床版たわみと载荷位置の関係を示す。床版たわみは、縦桁無しモデルでは G5-G4 間、G4-G3 間、縦桁有りモデルでは ST7-G4 間、G4-ST6 間それぞれの床版の最大たわみとしている。ギャップ板上端部では、床版たわみの大きい時に発生応力が大きくなっているが、下端部では床版たわみと発生応力の間に明瞭な関係は見られない。

図-6 に主桁のたわみ差と载荷位置との関係を、図-7 に床版の水平変位差と载荷位置との関係を示す。縦桁の有無で主桁のたわみ差および床版の水平変位差に大きな差異が見られないが、G5-ST7、ST6-G3 間の载荷、つまり主桁 G4 の隣接縦桁の外側の载荷で、床版の水平変位差に縦桁の有無の影響が見られる。

ここで、G4 桁のギャップ板の主桁 G5 側上下端部の発生応力について考える。図-8 に示すように、G5 桁と G4 桁の負のたわみ差は上端部に圧縮応力 ($\theta > 90^\circ$)、下端部に引張応力 ($\theta < 90^\circ$) が生じるようなギャップ板の変形を引き起こす。一方、床版の正の水平変位差は、上端に引張応力 ($\theta < 90^\circ$)、下端に圧縮応力 ($\theta > 90^\circ$) が生じるようなギャップ板の変形を生じさせる。縦桁有りモデルでは、G5-ST7 および ST6-G3 载荷で負の主桁のたわみ差、正の床版の水平変位差がともに減少しており、それぞれ下端で圧縮応力および引張応力を軽減させる（上端ではその逆）方向にギャップ板が変形し、結果として応力変化は見られていない。ST7-ST6 間では、負の主桁たわみ差は減少し、正の水平たわみ差が増大しており、結果として下端で圧縮方向に、上端では引張方向に応力が変化する。上端ではさらに床版たわみの影響が重畳されると考えられる。縦桁無しのモデルでは主桁たわみ差及び水平変位差は単調増加するため、下端部では応力が圧縮方向変化し続け、上端ではこの現象に床版たわみの影響が重畳されるものと考えられる。

すなわち、下端の応力は主桁たわみ差と床版の水平変位差が影響し、上端部には更に床版たわみの影響が重畳された応力が発生するものといえる。

[参考文献]副島ら：鋼板橋ウェブギャップ板の挙動，第 41 回土木学会関東支部技術研究発表会，I-79

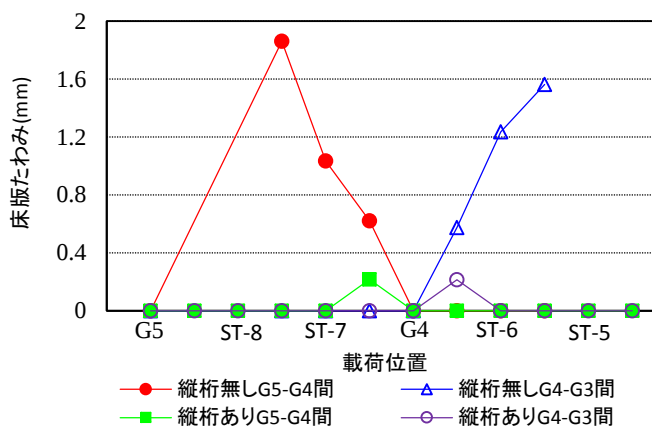


図-5 床版のたわみと载荷位置の関係

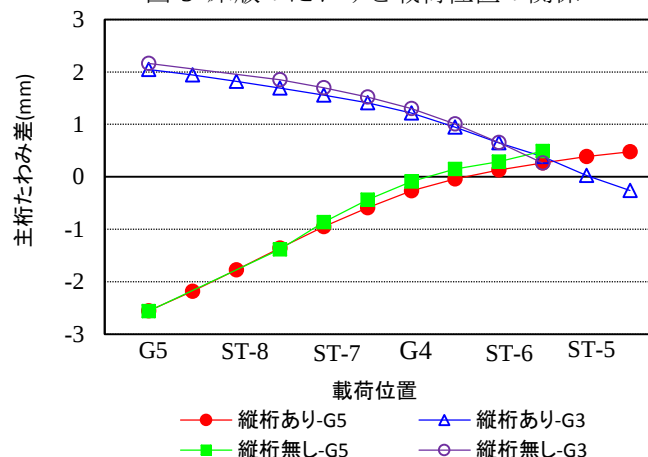


図-6 主桁 G4 と隣接主桁とのたわみ差

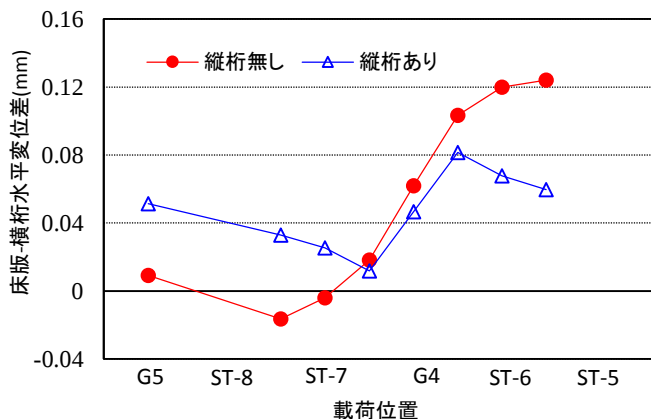


図-7 床版の水平変位差

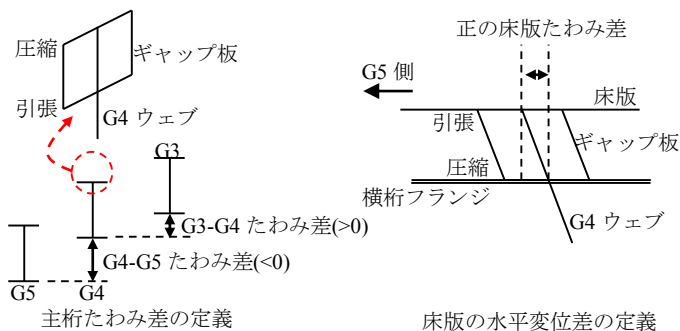


図-8 各変位指標の正負とギャップ板の変形