

面外ガセットを有する鋼桁ウェブの移動荷重による応力変動

法政大学大学院 学生会員 ○松井 喜昭 法政大学 フェロー会員 森 猛
土木研究所 正会員 村越 潤 土木研究所 正会員 平野 秀一

1. はじめに

疲労き裂の発生が報告されている桁形式橋梁の主桁・横桁交差部の主桁ウェブは、面外ガセット継手にモデル化される．この位置には曲げモーメントによる直応力とせん断力によるせん断応力が生じる．このような場合の疲労強度評価は曲げモーメントによる直応力ではなく主応力を用いて行われる．疲労き裂は主応力と直角な方向に発生・進展することが知られている．この部位には組合せ応力という応力場の特徴に加えて、その直上を車両が走行した際にせん断応力の向きが反転するため、主応力の方向が変化するという特徴もある．このような状態での疲労き裂の発生・進展性状や疲労強度評価法は未だ明らかになっていない．

本研究では、主応力方向が変化する応力場での疲労強度評価法を確立するために不可欠な移動荷重によるⅠ鋼桁ウェブのガセット継手部の応力性状を明らかにすることを目的とし、面外ガセットを有する桁試験体を用いて移動荷重下で応力測定試験を行うとともに、それを対象とした有限要素応力解析を行う。

2. 応力測定試験

試験体の形状と寸法を図1に示す。3軸ひずみゲージをガセット端から17mm離れた位置のウェブ表裏面に貼付した(図1)。試験は土木研究所所有の輪荷重走行試験機を用いて行った。移動荷重の重量は200kNであり、荷重走行範囲は中央の3000mm、走行速度は10rpmである。

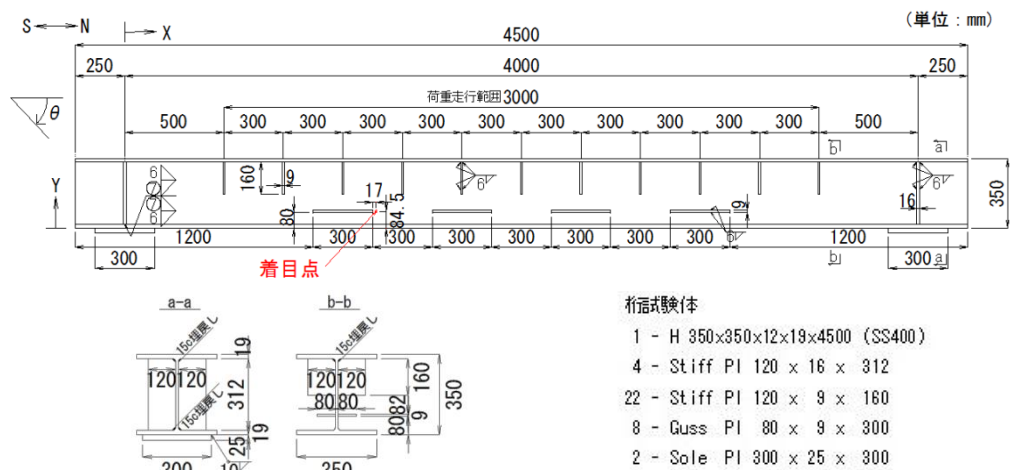


図1 試験体の形状・寸法

応力測定試験結果の例

を図2に示す．なお，この図で示す応力は表裏面の平均であり，図中の縦破線は着目位置（1267mm）を示している．梁理論ではせん断応力の向きが瞬時に反転することになるが，実際にはなだらかに変化している．そのため，最大主応力の角度もなだらかに変化している．この原因としては，梁理論では考慮されていない鉛直方向応力の影響が考えられる．最大主応力の発生位置は，梁さらにx軸プラス方向にずれている．

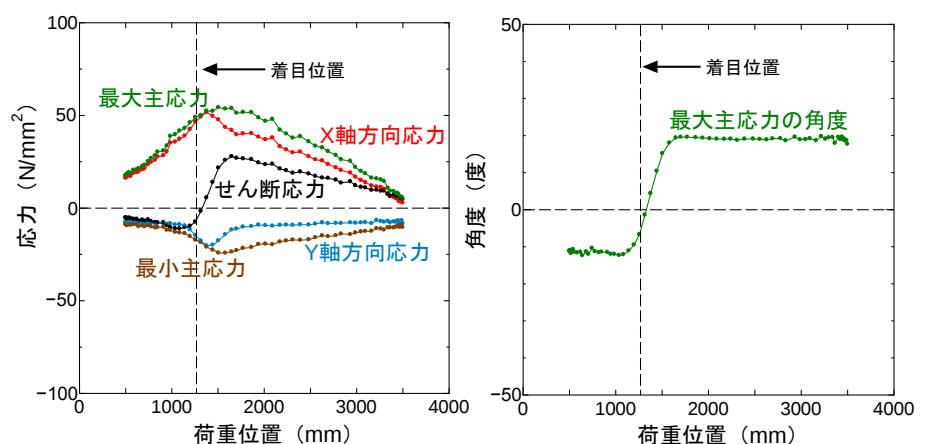


図2 輪荷重走行試験より求めた各応力と主応力角度

れる．最大主応力の発生位置は，梁理論ではx軸方向応力と同様に着目部直上となるが，x軸方向応力よりもさらにx軸プラス方向にずれている．

3. 三次元弾性有限要素応力解析

応力測定を行った試験体を対象として有限要素応力解析を行った。着目部近傍はソリッド要素，その他の部分はシェル要素でモデル化している。溶接止端部近傍の要素寸法は0.2mm，ゲージ位置近傍の要素寸法は1mmとした。ヤング率は $2.0 \times 10^5 \text{ N/mm}^2$ ，ポアソン比は0.3である。

着目点のゲージ貼付位置の応力解析結果を図3に示す。応力解析から求めた各応力の最大値の発生位置は応力測定結果と多少異なっているものの，両者の値および変動波形はほぼ一致している。

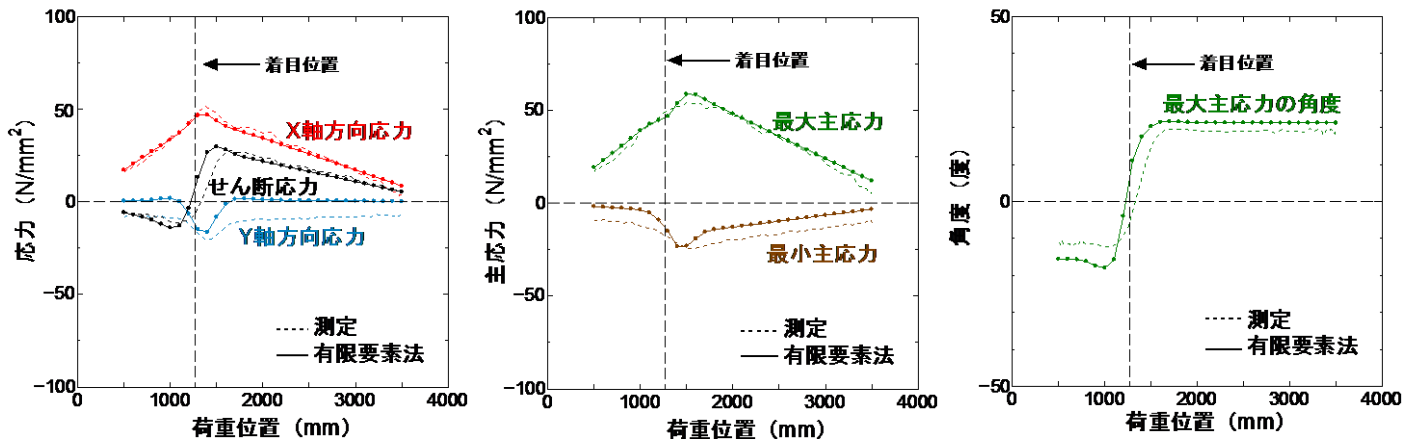


図3 応力解析により求めた応力，主応力と主応力角度の変化

4. 溶接止端部の応力性状

解析より求めた主応力方向反転前と反転後のガセット端部での最大主応力のコンター図を図4に示す。図中には，最も大きい最大主応力が確認された位置と大きさ，方向も示している。最大の主応力が発生する位置は，主応力方向反転前と反転後で異なっている。溶接止端で最も大きい最大主応力が生じた位置とそこでの最大主応力の大きさと角度，位置の荷重移動に伴う変化を図5に示す。最大の最大主応力発生位置は止端の上部から下部に移動し，着目位置と若干離れた位置で生じている。最も大きい最大主応力が生じた位置（図4(b)）での主応力とその角度の変化を図6に示す。

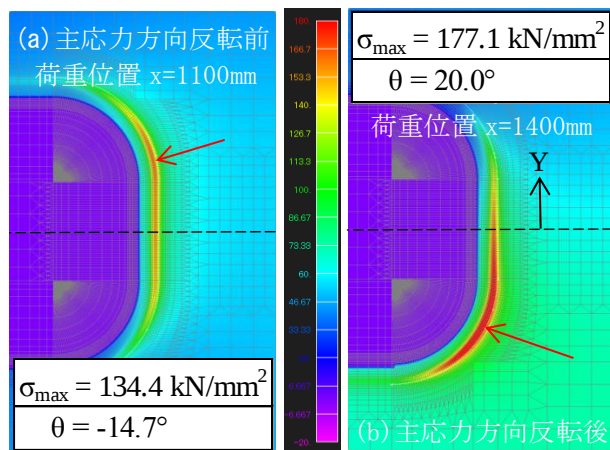


図4 最大主応力コンター図

5. まとめ

梁理論ではせん断応力と主応力の角度は瞬時に変化・反転することになるが，実際には鉛直方向応力などの影響で，なだらかに変化する。そのため，主応力の最大点も着目位置より若干離れた荷重位置で生じる。溶接止端内の最大の最大主応力発生位置は，荷重位置の変化に伴い移動する。

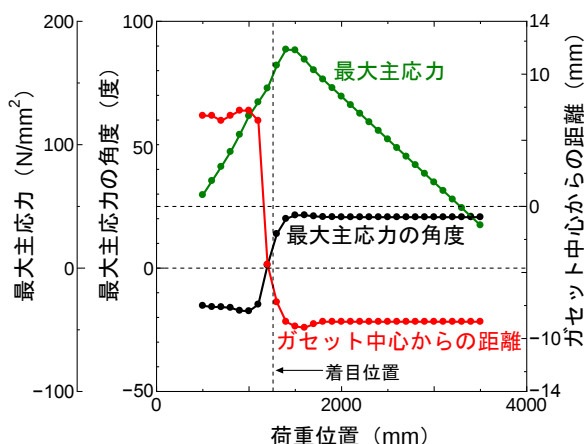


図5 最大応力集中点の最大主応力の大きさと角度，位置

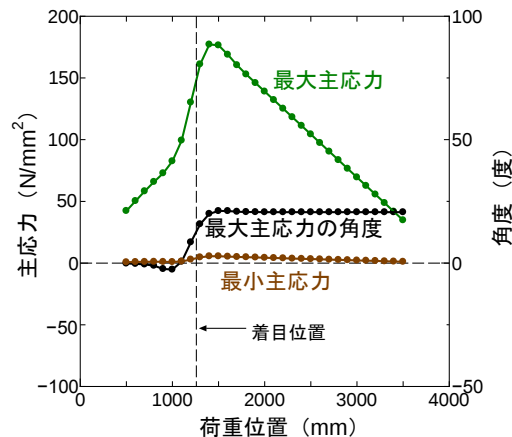


図6 最も大きい最大主応力が生じる位置での主応力とその角度