

### 鋼 I 断面橋梁ウェブの応力測定と応力解析

首都高速道路技術センター 正会員 ○大住 圭太  
首都高速道路技術センター 正会員 平山 繁幸

法政大学 フェロー 森 猛  
首都高速道路 正会員 木ノ本 剛

#### 1. はじめに

I 形断面の主桁ウェブでは、車両の通過によりせん断応力の向きが反転するため主応力方向が変化する。このような応力性状を再現するために行われた移動輪荷重装置を用いた桁試験体の疲労試験では、主応力方向が変化しない応力場に比べて、面外ガセット溶接部の疲労強度が 30%程度低くなるという結果が得られている<sup>1)</sup>。しかし、RC 床版や横桁等の部材を有する実橋で桁試験体のように主応力方向が変化するかは不明である。

本研究では、実橋における荷重の移動に伴う応力変動特性を明らかにすることを目的に、単純鋼 I 桁橋を対象にトラック荷重走行時の応力測定と FE 解析を行った。さらに、応力変動特性に対する橋梁支間の影響について、FE 解析により検討した。

#### 2. 桁試験体の FE 解析

実橋を対象とした検討を行う前に、疲労試験が行われた支間 4m の桁試験体の FE 解析を行った。桁試験体モデルの形状と寸法を図 1 に示す。桁断面の寸法は、上下フランジが 350mm×19mm、ウェブが 350mm×12mm である。なお、解析モデルに面外ガセットは取り付けしていない。荷重条件は、線荷重と分布荷重(桁軸方向 200mm, 桁軸直角方向 350mm)とし、いずれの荷重条件においても 100kN を桁軸方向に 100mm 間隔で移動させた。着目位置は支間中央の下フランジ下面から 84.5mm のウェブ面である。解析モデルは全てソリッド要素とし、ヤング率は  $2.0 \times 10^5 \text{N/mm}^2$ 、ポアソン比は 0.3 とした。

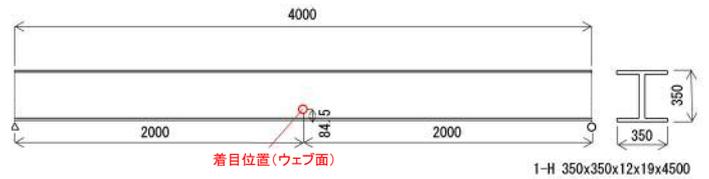


図 1 桁試験体モデルの形状と寸法

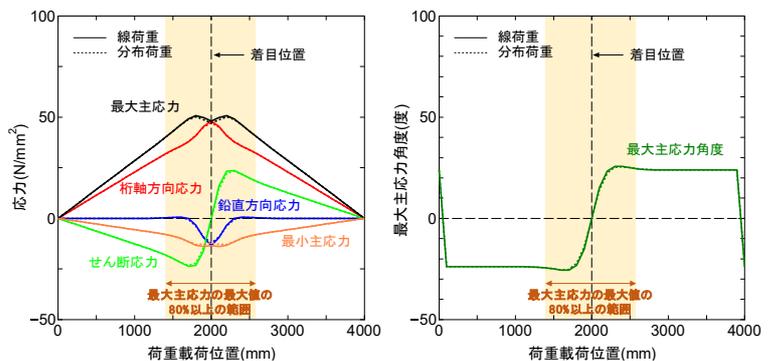


図 2 FE 解析により求めた桁試験体の各応力と主応力角度

着目位置における線荷重と分布荷重の移動に伴う各応力および主応力角度の解析結果を図 2 に示す。荷重条件による違いはみられず、分布荷重の桁軸方向長さが 200mm 程度であれば線荷重と分布荷重で応力性状に違いはない。最大主応力がその最大値の 80%以上である範囲に着目すると、その範囲における主応力角度の変化は 51 度である。

#### 3. 実橋の応力測定と FE 解析

対象橋梁は、支間 32m、幅員 8.2m の 2 車線 3 本主桁の単純鋼 I 桁橋である。橋梁断面を図 3 に示す。荷重車には図 4 に示す 4 軸のトラックを用いた。重量は前 2 軸が 99kN、後 2 軸が 137kN の合計 236kN である。走行位置は図 3 に示す走行車線であり、走行速度は 60km/h とした。着目位置は、外桁 (G3 桁) の桁端部付近のせん断応力が卓越する A 点 (支点から 30.8m) と支間中央付近の B 点 (支点から 18.4m) で、ともにガセット取り付け高さ (下フランジ上面から 205mm) である。ただし、ガセットによる応力の乱れの影響を受けないように、着目位置はガセットから 1m 以上離れた位置とした。

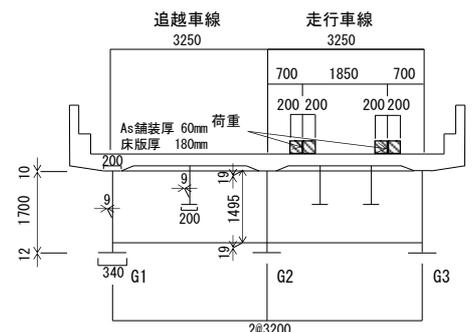


図 3 橋梁断面図



図 4 荷重車のタイヤ配置

キーワード 移動荷重, 主応力方向, 面外ガセット, 疲労, 疲労強度

連絡先 〒105-0001 東京都港区虎ノ門 3-10-11 虎ノ門 PF ビル (一財) 首都高速道路技術センター TEL 03-3578-5769

FE 解析では、RC 床版（厚さ 180mm）とアスファルト舗装（60mm）はソリッド要素，主桁，横桁，縦桁，補剛材はシェル要素，横構はビーム要素でモデル化した．鋼材のヤング率は  $2.0 \times 10^5 \text{N/mm}^2$ ，ポアソン比は 0.3，RC のヤング率は  $2.8 \times 10^4 \text{N/mm}^2$ ，ポアソン比は 0.17，アスファルトのヤング率は  $5.2 \times 10^3 \text{N/mm}^2$ ，ポアソン比は 0.35 とした．

FE 解析と応力測定で求めた A 点・B 点におけるトラックの走行に伴う各応力と主応力角度の変化を図 5 に示す．いずれの応力，主応力角度とも解析結果は測定結果をほぼ再現している．桁試験体と比べて，軸方向応力とせん断応力の比の変化が小さいため，最大主応力がその最大値の 80%以上となる範囲における主応力角度の変化は，A 点では 3 度，B 点では 17 度と小さい．

4. 支間の短い橋梁の FE 解析

解析対象は，支間 20m，幅員 9.0m，2 車線 3 本主桁の実際の単純鋼 I 桁橋である．橋梁断面を図 6 に示す．着目位置は，支間中央付近（支点から 11.2m）のガセット取り付け高さ（下フランジ上面から 250mm）とした．

解析結果を図 7 に示す．支間が短い橋梁においても，軸方向応力に対するせん断応力の比は小さく，最大主応力がその最大値の 80%以上となる範囲での主応力角度の変化は 13 度と小さい．

5. まとめ

実橋では主応力方向の変化は小さく，主応力方向変化による疲労強度の大きな低下は生じないと考えられる．

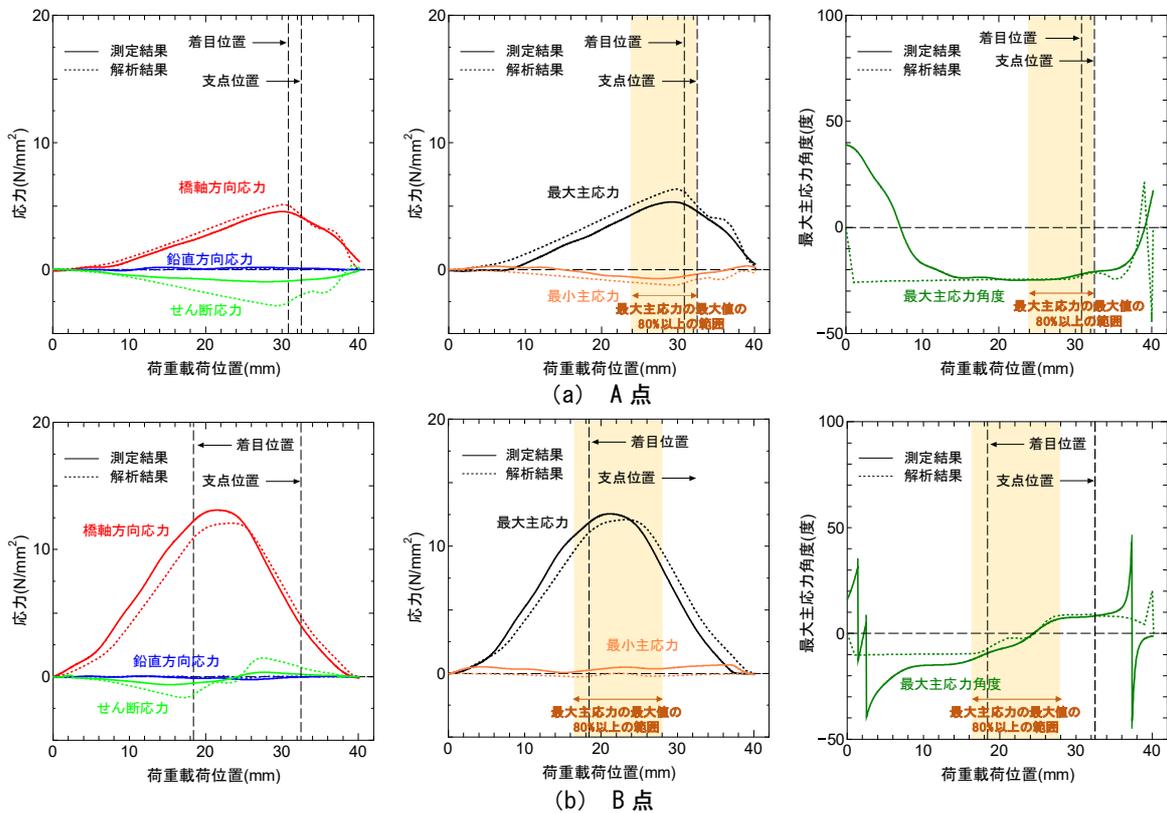


図 5 支間 32m の橋梁の解析と測定により求めた各応力と主応力角度

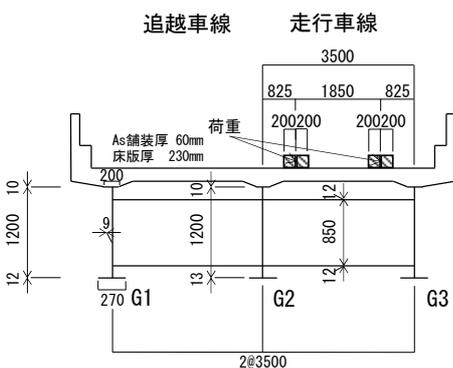


図 6 橋梁断面図

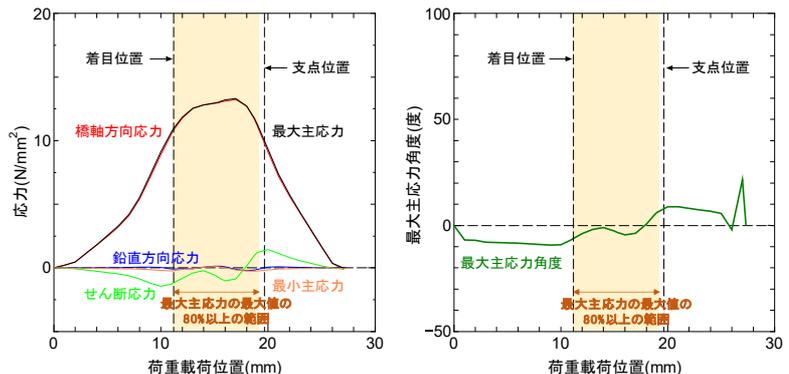


図 7 支間 20m の橋梁の解析により求めた各応力と主応力角度

参考文献 1) 森ら：移動荷重を受ける鋼 I 桁面外ガセット溶接部の疲労高度，土木学会論文集 A1（構造・地震工学），Vol.73，pp.294-312，2017.