

腐食した鋼プレートガーダー橋の桁端部の残存耐荷力特性に関する研究

構造工学研究室 高橋 鴻

1. 序論

我が国の橋梁の多くは、最適化及び最小化されたメンテナンスを行っていくことが重要視されており、腐食した鋼橋の残存耐荷力の特性を明らかにすることが重要である。本研究では一般的に腐食の進行が激しい桁端部を対象とし、耐荷力低下の大きな原因となる腐食形態並びに進行過程と、残存耐荷力の関連を実橋計測と FEM 解析にて検証した。

2. 実橋載荷試験

(1) 載荷方法

実橋載荷試験は、写真 1 に示す計 17 主桁の鋼プレートガーダー橋を対象に行った。計測は腐食形態の特性が異なる G4 桁から G6 桁を対象に各車線を 3 回ずつ計測した。荷重車走行状況を写真 2 に示し、荷重車走行位置を図 1 に示す。

(2) 計測方法

国道の 3 車線に荷重車が走行した際のひずみ及び変位を測定した。計測時の状況を写真 3 に示す。計測機器は動ひずみ計(NR-600)を用いた。ひずみと変位の計測精度は $1\mu\epsilon$ と 0.05mm であり、計測周期は $1/100$ 秒である。動ひずみ計を写真 4 に示す。

(3) 計測結果

計測により得た波形は、各車線走行毎に 3 回とも類似した波形を示し、各計測位置の最大値も類似していた。あまり腐食していない G6 桁が、腐食の激しい G5 桁よりもひずみが大きいため、現状の腐食では耐荷力には影響がないと考えられる。

3. 実橋載荷試験と FEM 解析との照合

(1) FEM 解析方法

FEM 解析は shell 要素でモデル化し、縦目地で区切られている G4 桁 G5 桁を境に、2 つの橋梁として弾性解析を行った。解析モデルを図 2 に示す。

(2) 実測値と解析値との照合

実測値と解析値との照合は、支点部補剛材の走行ひずみの波形による比較と、中立軸のひずみ分布の比較で行なった。図 3 に走行ひずみ波形の比較を示す。図より、支点部補剛材のひずみの波形は、走行位置によって値が大きく変化するが、実測値と解析値が共に類似したものとなった。

次に中立軸のひずみ分布の照合では、下フランジのひずみの値と、合成桁の再現が出来ているので照合を行なった。図 4 に中立軸のひずみ分布の比較を示す。図より、下フランジのひずみ値が類似し、中立軸の位置から合成桁が再現されていることが言える。

4. 腐食パターンに応じた残存耐荷力の特性

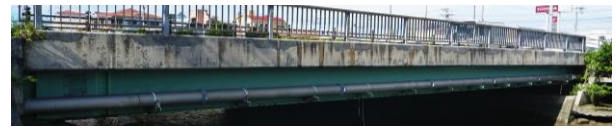


写真 1 30年経過したプレートガーダー橋



写真 2 荷重車走行状況

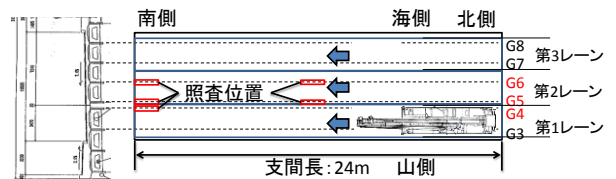


図 1 荷重車走行位置



(a) ひずみゲージ (b) 動ひずみ計を用いた計測

写真 3 計測状況



写真 4 動ひずみ計(NR-600)

全てshellモデル

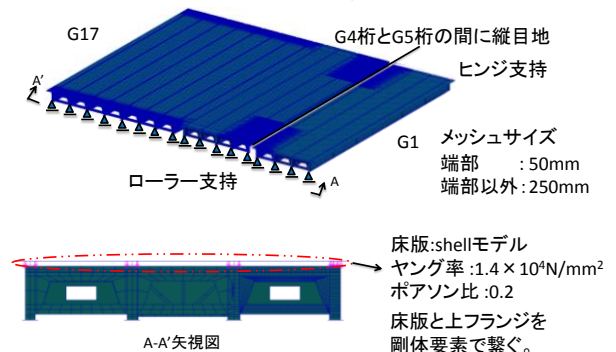


図 2 解析モデル

(1) 腐食パターンと解析手法

G1 桁から G4 桁までを対象に、G4 桁の端部から 1 パネルまでの腐食を想定した極限腐食解析を自重荷重で行った。橋梁全体のたわみで耐荷力を検証した。腐食パターンは、下フランジと垂直補剛材の腐食を想定した 6 つのケースである。

(2) 解析結果とリダンダンシー評価

各ケースによる解析結果を図 6 に示す。図より、桁端部ウェブのせん断座屈時に形成される斜め張力場が形成されない腐食モデル case5 に、大きな耐荷力の低下が見られた。このことからウェブの斜め張力場が耐荷力に深く影響し、腐食形態によって耐荷力が大きく変化することが言える。

最も耐荷力が低下した上述の腐食モデルに腐食を進行させたモデルに対してリダンダンシー解析を行なった。腐食パターンは下フランジ破断状態から端部補剛材が破断していく腐食 caseA と、端部補剛材が破断している状態から下フランジが破断していく腐食 caseB である。応力の増加が予測される破断位置に近いウェブの主応力も確認する。腐食モデルを図 6 に示す。

各ケースの破断していった距離と、主応力及びたわみのグラフを図 7 に示す。腐食 caseA では最大 1000mm の破断距離のうち、800mm を超えた時急激に耐荷力が低下した。これから大幅な破断が生じなければ、耐荷力は低下しないと云える。一方、腐食 caseB では下フランジの破断が桁の端部にいたるまで、耐荷力にあまり変化がなかった。これから下フランジ端部の破断が、耐荷力に最も影響すると思われる。

5. 結論

桁端部の腐食形態並びに進行過程と、残存耐荷力の相関検証を目的に研究を行った。得られた知見を以下に示す。

- (1) 同じ腐食度でも、腐食形態によって耐荷力は大幅に変化する。
- (2) ウェブの斜め張力場の形成は耐荷力に大きく影響するが、大幅な破断が生じなければ耐荷力に影響はない。
- (3) 下フランジ端部の破断が最も耐荷力に影響する。
参考文献

- 1) 下里哲弘, 村越潤, 玉城喜章, 高橋実: 腐食により崩落に至った鋼橋の変状モニタリングの概要と崩落過程, 橋梁と基礎, Vol.43, pp.55-60, 2009.11.
- 2) 田井政行, 下里哲弘, 玉城善章, 有住康則, 矢吹哲哉: 腐食により崩落に至った鋼プレートガーダー橋の崩落メカニズムと桁端部の損傷回復評価に関する解析的検討, 構造工学論文集 Vol.61A, 2015, 3.
- 3) 宇座徳人, 下里哲弘, 有住康則, 淵脇秀晃: 補修塗装された鋼橋の腐食状態調査土木学会西部支部沖繩会第 4 回技術研究発表会, 2014,

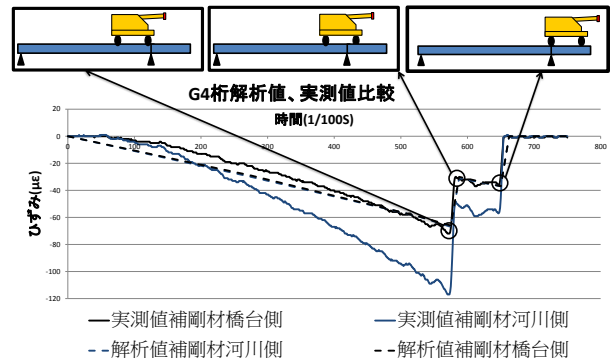


図 3 支点部補剛材、走行ひずみ波形の比較

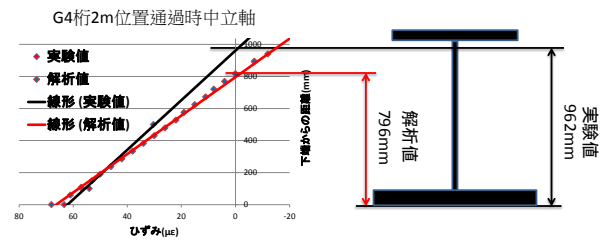


図 4 中立軸ひずみ分布の比較

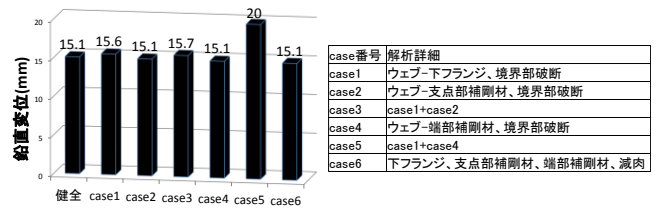


図 5 極限腐食解析の結果

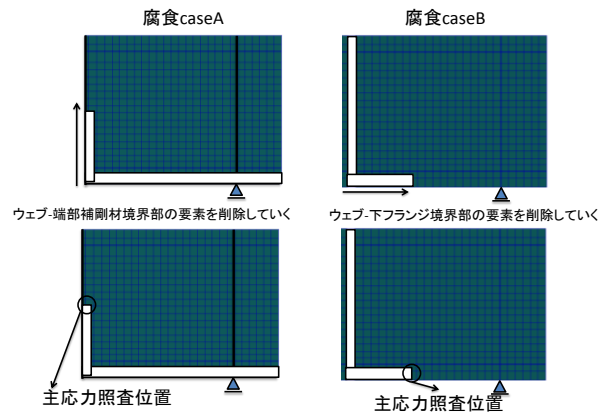


図 6 リダンダンシー評価腐食モデル

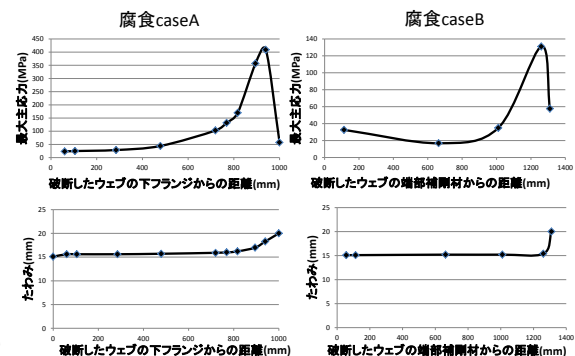


図 7 リダンダンシー評価の解析結果