

腐食減肉した高力ボルト摩擦接合継手における連結板の診断法に関する一提案

宮地エンジニアリング(株) 正会員 ○山下 修平, 松岡 充
琉球大学 正会員 下里 哲弘, 田井 政行

1. はじめに

高力ボルト摩擦接合継手は、図-1 に示すように高力ボルト、母板、連結板の各部位で腐食減肉が進行する。そのため、高力ボルト摩擦接合継手を適切且つ合理的に維持管理していくためには、各部材の腐食状態に応じたすべり耐力への影響を明らかにした上で、補修・補強を判断するための診断法の確立が求められる。

筆者らは、高力ボルト摩擦接合継手の連結板に着目し、連結板の腐食減肉がすべり耐力へ与える影響について実験的¹⁾且つ解析的²⁾に検証した。その結果、連結板が腐食減肉することですべり耐力が低下し、その低下率は、ボルト孔後面且つドーナツ範囲の平均減肉量から算出した腐食換算断面積により評価できることを示した。

本稿では、既往研究で示した腐食減肉した連結板のすべり耐力評価法に基づき、実橋で腐食減肉した連結板の補修・補強および取替えを判断するための一診断法についてプレートガーダー橋における主桁ウェブの継手を例として示す。

2. 連結板のすべり耐力評価法

2.1 すべり耐力評価法

腐食連結板を有する高力ボルト摩擦接合継手のすべり耐力は、片側連結板の降伏耐力 F_{cy} と片面すべり耐力 P_{cb} の比 β_{cs} から図-2 を用いて評価する。図-2 は文献 1)で行ったすべり試験で得られたすべての β_{cs} とすべり耐力比 S_r の関係をプロットした結果で、回帰直線を黒線で、回帰直線±5%の直線を赤点線で示している。実橋ですべり耐力診断を行う場合は、下限線である回帰直線-5%の評価線を用いてすべり耐力を評価することを提案する。なお、ここで示す評価法は、高力ボルトは取り換えて新たに軸力を導入した場合を想定している。

2.2 すべり耐力評価の手順

腐食連結板の保有すべり耐力の評価フローを図-3 に

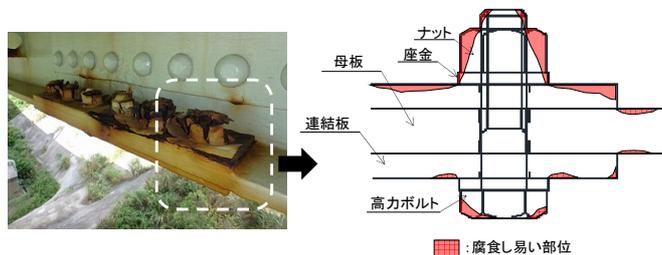


図-1 高力ボルト摩擦接合継手の腐食箇所

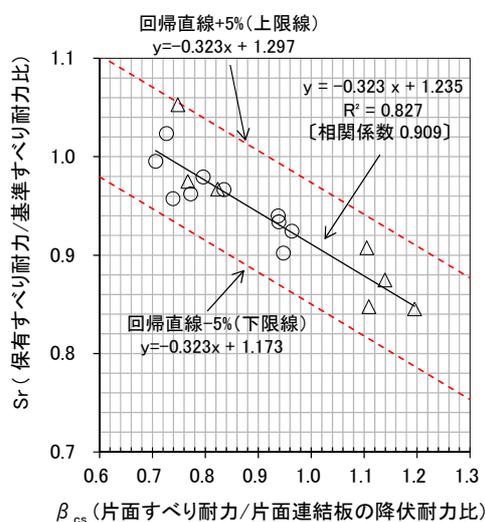


図-2 S_r と β_{cs} の関係

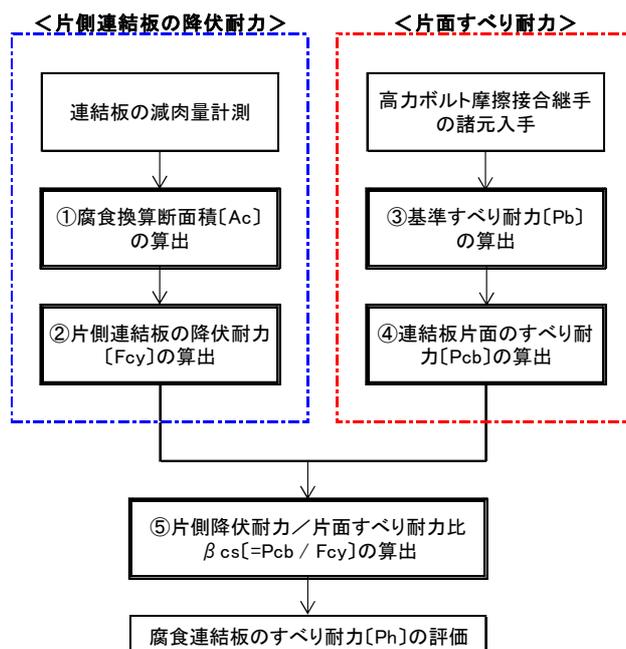
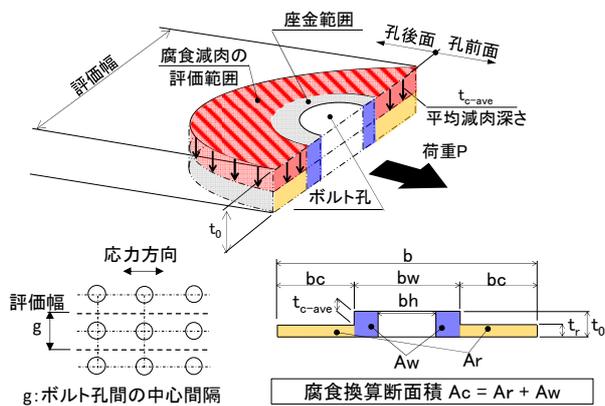


図-3 すべり耐力評価フロー

キーワード 腐食、高力ボルト摩擦接合継手、連結板、すべり耐力、診断

連絡先 〒290-8580 千葉県市原市八幡海岸通3番地 宮地エンジニアリング(株) E-MAIL:yamashita.shuhei@miyaji-eng.co.jp

図-4 腐食換算断面積¹⁾

示す。片側連結板の降伏耐力 F_{cy} は、青枠部に示す手順で、図-4 に示す評価範囲の平均減肉量から連結板の腐食換算断面積を算出し、それに降伏強度を乗じて求める。片面すべり耐力 P_{cb} は、図-3 の赤枠部に示す手順で基準すべり耐力を摩擦面数で除して算出する。なお、基準すべり耐力は、すべり係数と高力ボルト軸力の設計値より算出する。

3. 診断法の提案

3.1 作用力の算出

ウェブにおいては、図-5 に示すように各行に発生する応力が異なるため、各行に作用する合成力と保有する許容すべり耐力との比較を行い診断する。各行の合成力は、式-1 で求める i 行目の軸力 P_{ai} と式-2 で求めるせん断力 P_s の合成力として、式-3 より算出する。

$$P_{ai} = b_i \times t \times (\sigma_i + \sigma_{i+1}) / 2 \quad (\text{式-1})$$

$$P_s = \tau \times A_w / 2 \quad (\text{式-2})$$

$$P_i = \sqrt{P_{ai}^2 + P_s^2} \quad (\text{式-3})$$

ここで、 P_i : i 行目の作用合成力、 b_i : i 行目の分担幅、 t : 健全時の連結板厚(mm)、 σ_i : i 行目の発生応力(N/mm²)、 τ : せん断応力、 A_w : ウェブの断面積(mm)

3.2 許容すべり耐力の算出

i 行目が保有する許容すべり耐力は i 行目での腐食連結板のすべり耐力比 S_{ri} を用いて式-4 にて算出する。なお、各行においてボルト孔位置で腐食減肉の程度が異なるが、ここで用いる各行のすべり耐力比 S_{ri} は、もっ

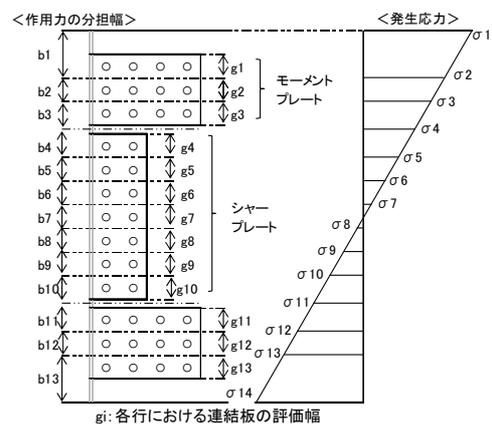


図-5 主桁ウェブ継手の概念図

とも腐食減肉が大きいボルト孔位置でのすべり耐力比を用いて算出する。

$$P_{ci} = S_{ri} \times P_{ai} = S_{ri} \times \mu \times N \times n / v \quad (\text{式-4})$$

ここで、 P_{ai} : 1 行 1 摩擦面あたりの設計すべり耐力(kN)、 μ : すべり係数、 n : ボルト本数(本)、 N : 高力ボルト軸力(kN)、 v : 安全率(=1.7)

3.3 照査式

算出した各行での作用合成力と保有する許容すべり耐力が、式-5 を満足しない場合は連結板取替えもしくは補強を行う。

$$P_i \leq P_{ci} \quad (\text{式-5})$$

4. まとめ

本稿では、高力ボルト摩擦接合継手の連結板の補修・補強および取替えを判断するための診断法について示した。なお、ここで示した診断法は残存すべり耐力に着目したものであり、実橋での診断では連結板の降伏に対するの評価も必要であるが今後の課題である。

本稿は、日本鋼構造協会における鋼橋の強靱化・長寿命化研究委員会(Ⅱ期)鋼橋の腐食・耐久性研究部会 WG-B での研究成果の一部を纏めたものである。

【参考文献】

- 1) 山下修平, 下里哲弘, 田井政行, 矢吹哲哉, 有住康則: 高力ボルト摩擦接合継手における連結板の腐食減肉形状とすべり耐力特性に関する研究, 土木学会論文集, vol.74, pp359-375, 2018.
- 2) 山下修平, 下里哲弘, 田井政行, 大城泰樹: 腐食減肉した連結板を有する高力ボルト摩擦接合継手のすべり耐力低下メカニズムに関する解析的研究, 構造工学論文集, vol.66A, pp486-496, 2020.