

実腐食減厚分布を有する鋼橋プレートガーダーのせん断耐力特性に関する解析的検討

(一社)沖縄しまたて協会 正会員○玉城喜章 琉球大学 正会員 下里哲弘 正会員 有住康則 フェロー 矢吹哲哉

1.はじめに

腐食減厚分布を有する腐食腹板の大型せん断実験から、腐食減厚分布によって平均板厚減少率に応じてせん断耐力が低下する場合と平均板厚減少率より低下する場合があることを示した¹⁾。本研究では、腐食減厚分布が腹板のせん断耐力特性に及ぼす影響について、実験結果より得られた知見の解析的検証と、パラメトリック解析による腐食減厚分布と鋼橋プレートガーダーのせん断耐力特性の評価を行う。

2.解析概要

図1に、解析モデル全体図および境界条件を示す。解析モデルは、試験桁寸法を参考に作成した。境界条件は、両端部をピン及びローラーの単純支持とし、上フランジ中央部に鉛直方向の強制変位を与えた。

図2に、解析モデルの板厚分布を示す。図には、試験桁の板厚分布と平均板厚 t_0 を併記した。解析4ケースの腐食減厚分布の特徴として、比較的腐食減厚が少ない TypeA (均一腐食)、腹板中央から下フランジ近傍に近づくほど腐食が著しい TypeB (腹板下部腐食)、水平補剛材上部近傍腹板と腹板中央に腐食減厚が生じている TypeC1 (中央腐食)、TypeC1より腐食減厚が進行している TypeC2 (中央腐食) である。

3.解析結果

図3に解析値及び実験値におけるせん断耐力 V_{ult} と平均板厚の関係を示す。縦軸のせん断力 V は $V=P/2$ (P : 載荷荷重) で算出した。なお、同図には腹板板厚を設計板厚9mmから8mm, 7mmに一樣減厚させて FEM 弾塑性解析で求めたせん断耐力とその近似直線を併記した。図より、解析結果と実験結果は、概ね一致した。また、TypeA 及び TypeB の V_{ult} は、板厚減少量に応じて低下する特性を示した。TypeC1 及び TypeC2 の V_{ult} は、板厚減少量に応じた低下より大きく低下する特性を示した。

図4に斜め張力場を示し、文献²⁾を参考に、後座屈強度の理論値 $V_{t,theory}$ を次式に示す。

$$V_{t,theory} = \sigma_t B t (\sin \theta \cos \theta - \alpha_c \sin^2 \theta) = \sigma_t S t \quad (1)$$

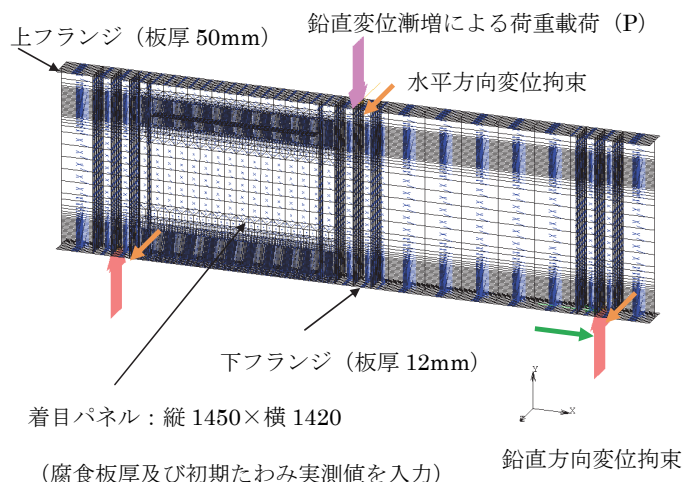


図1 解析モデル (シェル要素) 及び境界条件

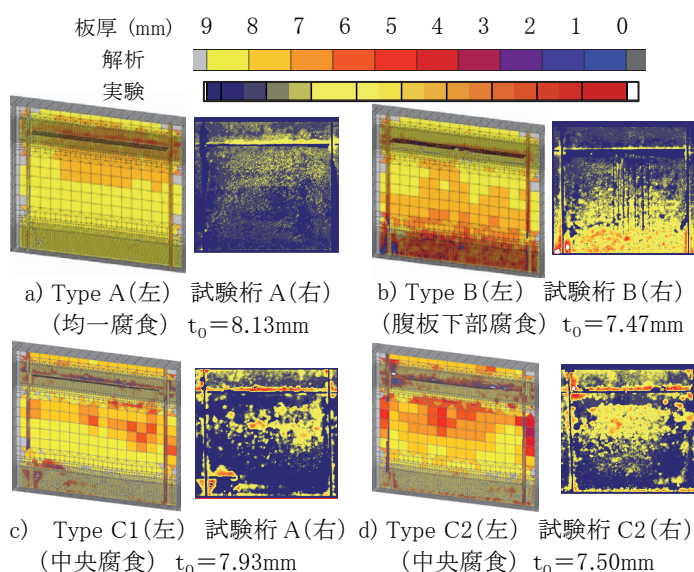


図2 FEM モデル板厚入力値

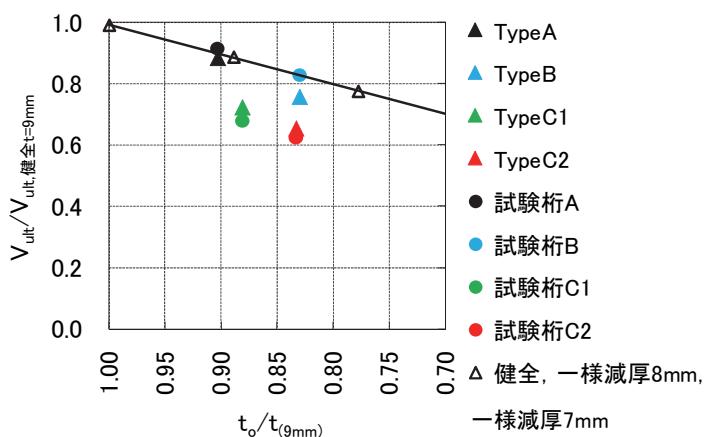


図3 せん断耐力と平均板厚の関係

図5に実験と解析におけるせん断耐荷力時の塑性域及び主ひずみの分布を示す。TypeAの場合、上下フランジにアンカーが作用し、斜め張力場が腹板全体に形成されている。TypeBの場合、斜め張力場は腹板全体に形成されているが、腹板下部の腐食減厚が激しいため、垂直補剛材側に作用する右下アンカー領域が左上アンカー領域に比べ拡大している。TypeC1及びTypeC2の場合、斜め張力場は形成されているが、水平補剛材上部腹板の塑性化により、圧縮フランジのアンカー位置 C_c がTypeAに比べ縮小または0となり、水平補剛材より下方の腹板パネルにおいて、斜め張力場が形成され、斜め張力場の幅がTypeAとTypeBに比べ小さくなった。式(1)より、TypeC1及びTypeC2は、 S が小さくなることにより、後座屈強度 V_t が低下し、 V_{ult} も平均板厚減少率より低下したことが明らかになった。

4.水平補剛材近傍腐食減厚パラメトリック解析

図6に、解析モデルと腹板及び減厚部位の板厚及び板厚減少範囲を示す。パラメトリック解析の板厚減少範囲は、TypeC1とTypeC2の腐食減厚分布を参考に水平補剛材上部腹板及び水平補剛材とした。

図7に、水平補剛材近傍腹板腐食、破断時におけるせん断耐荷力と腹板板厚の関係を示す。図には、TypeA, TypeB, TypeC1, TypeC2の V_{ult} を併記した。図より、水平補剛材の有無によっては、 V_{ult} は大きく変化せず、水平補剛材上部腹板の板厚により決定される。水平補剛材上部腹板を水平補剛材の幅と同じく切断した場合の V_{ult} がTypeC1及びTypeC2の下限值として評価できることがわかる。

5.まとめ

- (1)水平補剛材近傍が腐食した場合、水平補剛材上部腹板が早期に降伏域に達することで、水平補剛材下方のパネルに斜め張力場が形成され、斜め張力場の幅も小さくなるため、後座屈強度が低下し、せん断耐荷力も小さくなることを示した。
- (2)水平補剛材近傍が腐食した腹板のせん断耐荷力は、水平補剛材上部腹板を水平補剛材幅と同様に切断した時のせん断耐荷力を下限値として評価できることを示した。

【参考文献】

- 1)下里哲弘, 玉城喜章, 有住康則, 矢吹哲哉, 小野秀一, 三木千壽:実腐食減厚分布を有する鋼プレートガーダー腹板のせん断強度特性に関する実験的研究, 土木学会論文集, Vol.70, No.3, pp359-pp376, 2014.9
- 2) 土木学会:座屈設計ガイドライン, 2005.10.

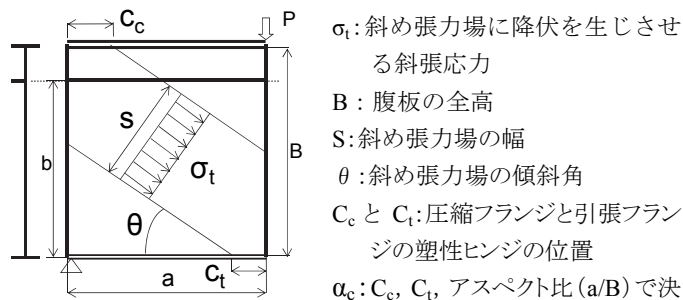


図4 斜め張力場

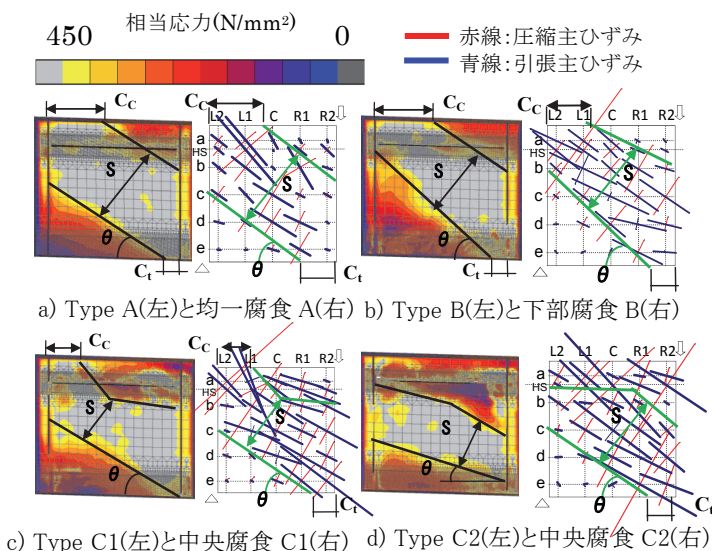
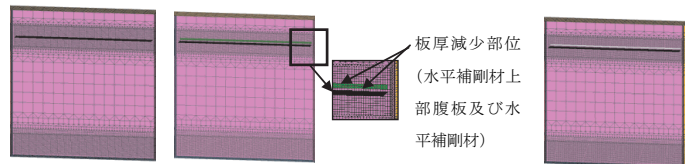


図5 FEMによる相当応力分布(左)と実験による主ひずみ分布(右)



左:健全, 中央:水平補剛材上部腹板&水平補剛材減厚(板厚:設計板厚 9mm, 7mm, 5mm, 3mm に同時に板厚減少)
右:水平補剛材上部腹板切断
腹板板厚(赤色):設計板厚 9mm, 8.5mm, 8.0mm, 7.5mm, 7.0mm

図6 解析モデル図

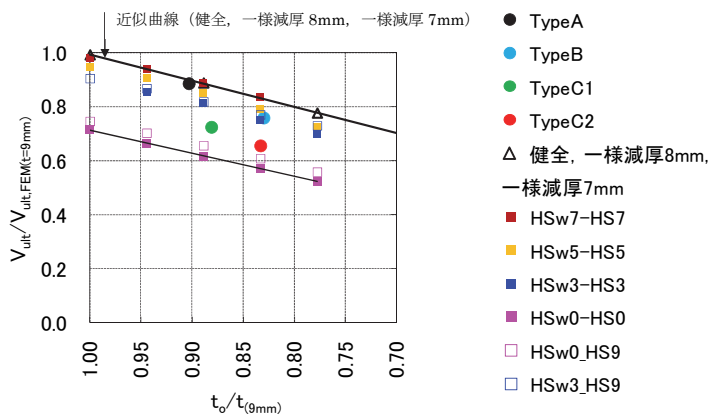


図7 水平補剛材近傍腹板減厚及び破断時のせん断耐荷力と腹板板厚の関係