

腐食鋼 I 桁のせん断耐力評価に関する研究 (その 3) ～ HS 近傍腹板の局部減厚がせん断耐力に与える影響 ～

琉球大学 学生会員 利光崇明, 正会員 下里哲弘, 有住康則, 玉城喜章

1. はじめに

既往の研究²⁾³⁾より, 鋼 I 桁橋の腐食減厚の特徴として, HS 上部近傍腹板および LFlg 上部近傍腹板の局部減厚がある (図 1). これらの位置が減厚することで, せん断耐力が低下し²⁾³⁾, 特に HS 上部近傍腹板減厚は, 耐力を著しく低下させる傾向にある. 本研究では, 特に著しく耐力が低下する HS 上部近傍腹板の減厚をパラメータとして, 弾塑性 FEM 解析を行い, せん断耐力特性に与える影響を検討する.

2. 解析手法

図 2 に解析モデルを示す. 図 3 中の赤色でマークした HS 直上の腹板 (20mm 範囲) を着目パラメータとし, 図 1 の腐食減厚を参考に腹板の板厚を 6mm と設定し, HS 直上腹板 20mm の範囲を表 1 のように減厚させた. なお, 着目パネル腹板の板厚, 水平補剛材および鉛直補剛材の板厚は, 図 1 の腐食減厚を考慮し, それぞれ 6mm, 3mm, 3mm とした. また, 腹板の初期たわみは, 理想的な正弦波の半波形を水平補剛材以下の腹板単一パネルに入力した. また, 荷重は桁中央に鉛直方向の強制変位を与え, 境界条件は単純支持とした. なお, 応力とひずみ関係は, 完全弾塑性体とし, 降伏条件は von-Mises の降伏条件式に従うものとした.

3. 解析結果

3.1 荷重-鉛直変位関係

図 4 に荷重と鉛直変位の関係を示す. 図より, HS 上部近傍腹板の減厚に応じて, 耐力も低下した.

3.2 終局せん断耐力特性

図 5 に, 無次元化した HS 上部近傍腹板板厚 $\bar{t}/t=6\text{mm}$ と終局せん断耐力 $V_{ult}/V_{ult,t=6}$ との関係を示す. ここで, $t=6\text{mm}$ は腹板板厚 6mm, $\bar{t}$ は HS 上部近傍腹板の残存板厚を示す. また, $V_{ult,t=6}$ は HS 上部近傍腹板板厚が 6mm (ケース A) の終局せん断耐力を示し, V_{ult} は各ケースの終局せん断耐力を示す. 図 5 より, HS 上部近傍腹板残存板厚が減厚すると, 終局せん断耐力は明らかに低下している.

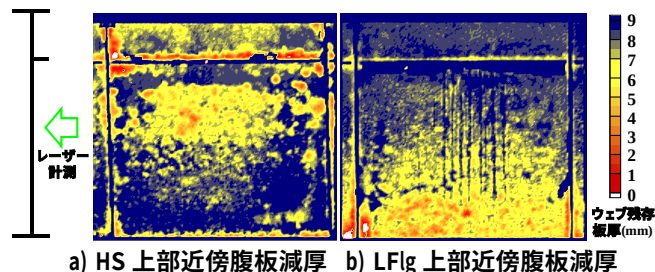


図 1 腹板板厚コンター図

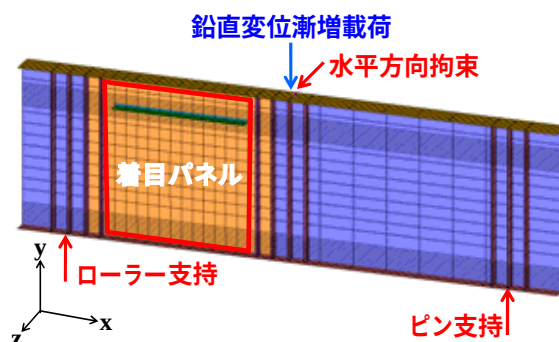


図 2 解析モデル

表 1 解析パラメータ

ケース	腹板板厚	HS 上部近傍 板厚 (mm)
A	6mm	6
B		3
C		1
D		0.5

図 3 板厚減厚箇所

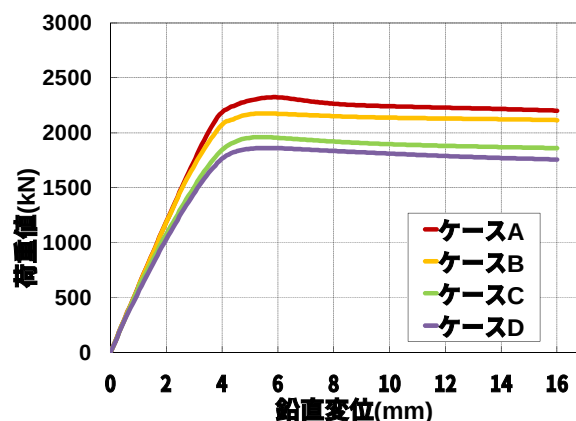


図 4 荷重-鉛直変位関係

3.3 セン断座屈特性

図6～図9に、セン断座屈が生じたと判断される荷重近傍の最小主ひずみ関係および腹板の面外変形分布を示す。ここで最小主ひずみは、腹板の中心近傍の表面と裏面の値を示す。なお図中に腹板表裏面の最小主ひずみの分岐点付近を矢印で表示した。図6～図9より、HS 上部近傍腹板板厚を減厚させると、セン断座屈荷重値も低下した。また、ケースD (HS 上部近傍腹板板厚 0.5mm) では、面外変形分布は、水平補剛材以下単一パネルの左下位置において変位が大きくなる特徴を示した。

3.4 セン断力評価

図10に、無次元化したHS 近傍腹板板厚 $\bar{t}/t=6\text{mm}$ とセン断座屈時のセン断力 $V_{cr}/V_{cr,t=6\text{mm}}$ との関係を示す。ここで、 $t=6\text{mm}$ は腹板板厚 6mm, $\bar{t}$ は HS 上部近傍腹板の残存板厚を示す。また、 $V_{cr,t=6\text{mm}}$ は HS 上部近傍腹板板厚が 6mm (ケース A) のセン断座屈荷重近傍を示し、 V_{cr} は各ケースのセン断座屈荷重を示す。図5より、HS 上部近傍腹板残存板厚が半分程度減厚した場合、セン断座屈荷重は顕著に低下する傾向がある。

4. まとめ

腐食した鋼 I 桁では、HS 上部近傍腹板板厚が減厚することで、終局セン断耐荷力およびセン断座屈荷重が低下することが既往の研究実験同様に確認できた。また、HS 上部近傍腹板残存板厚が、半分程度以下になると顕著にセン断耐荷力が低下する傾向にある。これは、HS 上部近傍腹板板厚の減厚が、セン断耐荷力特性に影響を与えていると考えられる。今後、実橋での腹板の減厚分布特性や補剛材減厚を極力再現したパラメトリック解析などで耐荷力低下特性を明らかにする必要がある。

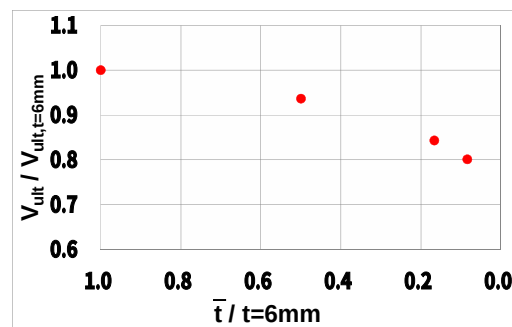


図5 終局セン断耐荷力-HS 近傍腹板減厚比関係

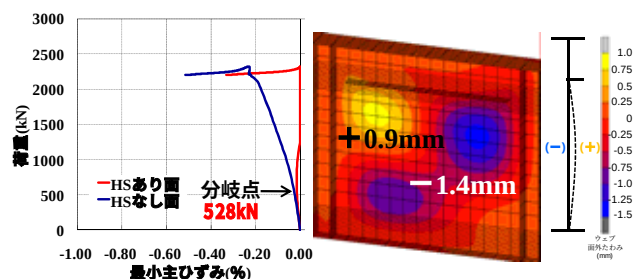


図6 セン断座屈荷重(ケース A):HS 上部近傍腹板板厚 6mm

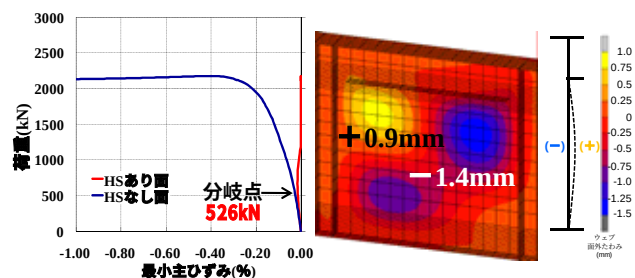


図7 セン断座屈荷重(ケース B):HS 上部近傍腹板板厚 3mm

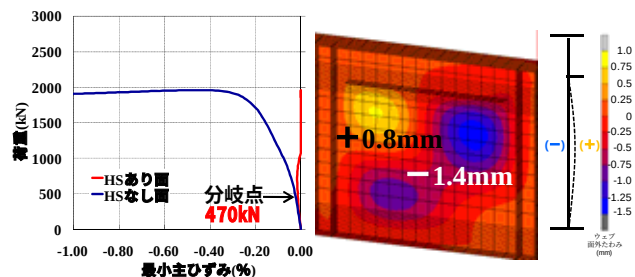


図8 セン断座屈荷重(ケース C):HS 上部近傍腹板板厚 1mm

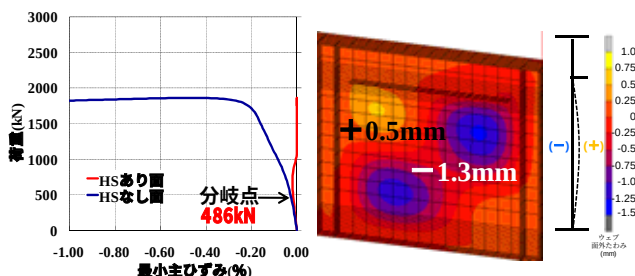


図9 セン断座屈荷重(ケース D):HS 上部近傍腹板板厚 0.5mm

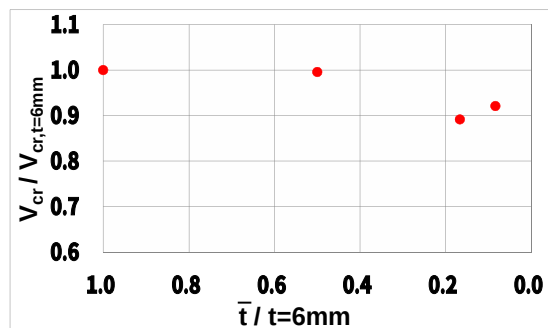


図10 セン断座屈荷重-腹板減厚比関係

【参考文献】

- 1)土木学会：座屈設計ガイドライン(2005 年度版), 平成 17 年 10 月 2)下里哲弘, 玉城喜章, 有住康則, 丸山直人, 矢吹哲哉, 小野秀一, 腐食劣化した鋼 I 桁のセン断耐荷力実験(その 1), 土木学会第 66 回年次学術講演会, I-523, pp.1045-1046, 平成 23 年 9 月 3)玉城喜章, 下里哲弘, 有住康則, 矢吹哲哉, 小野秀一, 腐食劣化した鋼 I 桁のセン断耐荷力実験(その 2), 土木学会第 66 回年次学術講演会, I-524, pp.1047-1048, 平成 23 年 9 月 4)(社)日本道路協会：道路橋示方書・同解説, I 共通編, I 鋼橋編, 平成 14 年 3 月