

腐食劣化した鋼プレートガーター橋のせん断耐荷力特性に関する解析的研究

構造研究室 利光崇明

1.はじめに

本研究では、1981年に建設され2009年7月に崩落した鋼プレートガーター橋の崩落状況に基づいて、腐食鋼プレートガーターの腐食分布とせん断耐荷力との関連を調べる。写真 1.1 は崩落後の破壊状況である。北側・南側共に桁端部 web のせん断座屈、LFlg の破断が発生し、最終的に崩落した。



写真 1.1 崩落後の破壊状況



写真 1.2 内面の腐食形状

また本研究対象橋梁の腐食劣化特徴として図 1.1 に示し、この特徴を以下に示す。

1. 同桁同位置の内面と外面の腐食形状が異なる (写真 1.2)
2. HS 上部の web 板厚が減厚している(図 1.1-a)
3. LFlg 上部の web 板厚が減厚している(図 1.1-b)
4. 補剛材の腐食損傷が著しい

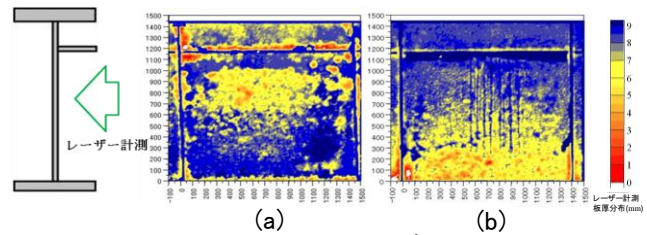


図 1.1 web 板厚

以上のことを踏まえ、本研究では、上記の構造部位ごとに異なる腐食分布が、鋼プレートガーター橋のせん断耐荷力特性に与える影響特性について、弾塑性 FEM 解析を用いて検討を行った。研究フローを図 1.2 に示す。本研究は、web の偏心減厚、HS 上部の web 減厚、LFlg 上部の web 減厚、および補剛材の板厚減厚について、解析的に調べる。なお、本稿では HS 上部の web 減厚について以下に述べる。

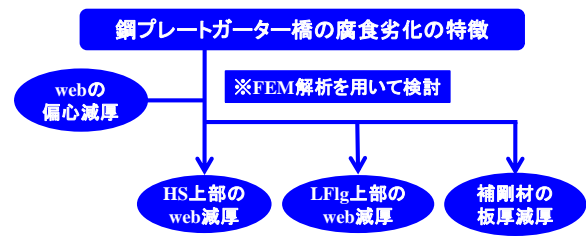


図 1.2 研究フロー

2.解析手法

本研究では、まず solid 要素を用いて web の偏心減厚について解析を行ったところ、せん断座屈については、偏心の影響がないことが確認された。よって以降では、図 2.1 に示す shell 要素を用いた FEM モデルで検討する。

(1)HS 上部の web 減厚の影響

HS 上部の web 減厚が、せん断耐荷力特性に与える影響を FEM 解析を用いて検討を行った。着目パネル web に sin 波半波形の初期たわみを与え、HS 上部の web 面鉛直方向 20mm 範囲を減厚させる(タイプ Tw)または欠損(タイプ F)させ、作成した。図 2.2 にパラメータを示す。

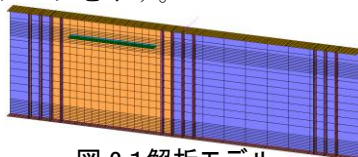


図 2.1 解析モデル

タイプ Tw		
Tw9		健全
Tw6-nHS		HS上部20mm範囲の板厚を6mmにする
Tw3-nHS		HS上部20mm範囲の板厚を3mmにする
Tw1-nHS		HS上部20mm範囲の板厚を1mmにする
Tw0.5-nHS		HS上部20mm範囲の板厚を0.5mmにする

タイプ F		
FA-nHS		HS上部20mm範囲を全て欠損(幅1200mm)させる
FC-nHS		HS上部20mm範囲を中央部(幅600mm)のみ欠損させる
FL-nHS		HS上部20mm範囲を左側(幅600mm)のみ欠損させる
FR-nHS		HS上部20mm範囲を右側(幅600mm)のみ欠損させる

図 2.2 解析パラメータ

3.解析結果

(1)タイプ Tw

図 3.1 に荷重と鉛直変位およびウェブ中央面外変位関係を示す。図 3.1 は HS 近傍の web の減厚がパラメータである。図 3.1-a より、HS 近傍の web 減厚に伴い、耐荷力も低下している。また Tw9、Tw6-nHS に比べて Tw1-nHS、Tw0.5-nHS は顕著に耐荷力が低下している。図 3.1-b より、どのパラメータも 1500kN 近傍まで同等の面外変位量を示しているが、その後 web 板厚の薄いパラメータほど変位量が大きくなっている。図 3.2 に最大荷重近傍の塑性分布・面外変位コンター図を示す。図 3.2-a より、Tw9 に比べ Tw1-nHS、Tw0.5-nHS は HS 近傍の web 減厚箇所に応力が集中している。また図 3.2-b より、板厚減厚に伴い面外変位量も顕著となっている。

(2)タイプ F

図 3.3 に荷重と鉛直変位およびウェブ中央面外変位の結果を示す。図 3.3 は HS 近傍 web 欠損範囲がパラメータである。図 3.3-a より、FR-nHS 比べ FL-nHS の荷重値が低下している。また図 3.3-b より、荷重載荷時の初期段階にて面外変位量が増加しているのが伺える。図 3.4 に最大荷重近傍の塑性分布・面外変位コンター図を示す。図 3.4-a では、欠損箇所により塑性分布の広がり異なっている。図 3.4-b より、FA-nHS、FL-nHS の面外変位量が顕著となっている。

4.まとめ

HS 上部の web 減厚減少は、プレートガーター他のせん断耐荷力に影響を与える。また HS 上部の web 欠損は、せん断座屈後に生じる張力場形状に影響を与え、耐荷力および後座屈強度が低下していると考えられる。

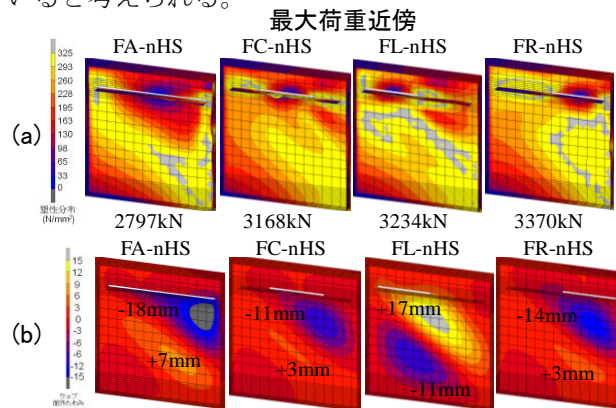


図 3.4 最大荷重近傍の塑性分布及び面外変位コンター図

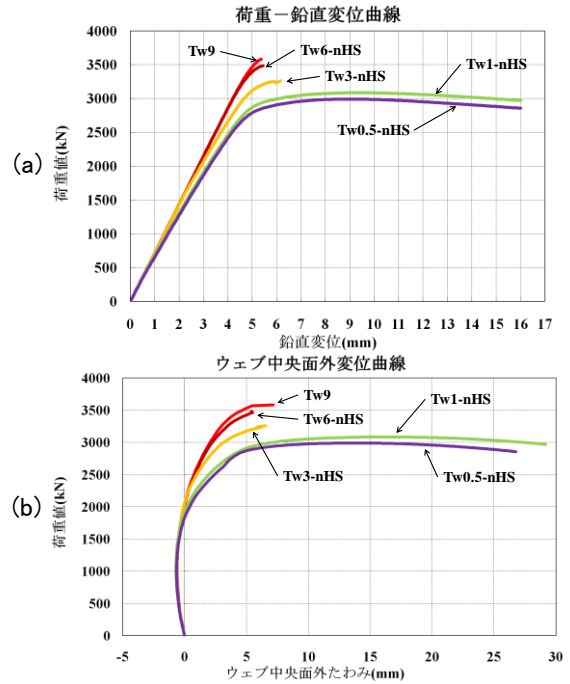


図 3.1 荷重と鉛直変位およびウェブ中央面外変位関係

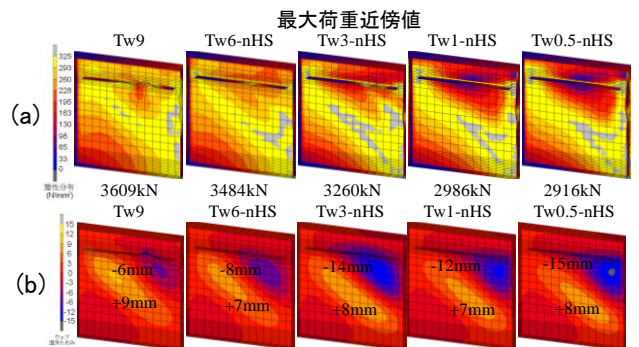


図 3.2 最大荷重近傍の塑性分布及び面外変位コンター図

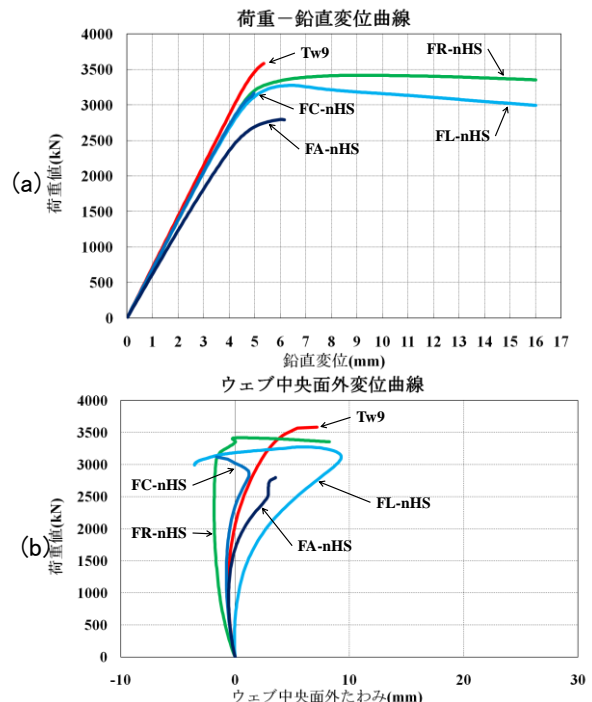


図 3.3 荷重と鉛直変位およびウェブ中央面外変位関係