

端部パネル局部腐食をもつ鋼桁のせん断耐力に関する考察

長岡技術科学大学 正会員 劉 翠平 宮下 剛 長井正嗣
長岡技術科学大学 学生会員 ○永田賢康

1. はじめに

我が国では、戦後の高度経済成長期に建設された橋梁が約40年以上を経過しており、桁端部付近と桁の支間中央部では局部的な腐食事例が多い。例えば、図1に示すような桁端部での腐食¹⁾。しかし、鋼橋の局部腐食に関する調査研究がある¹⁻³⁾が、端部腐食を持つ鋼桁の終局耐力に関する研究が少ない。端部パネルが腐食すると、せん断耐力が低下する可能性がある。

本研究では、端部パネル局部腐食をもつ鋼桁のせん断耐力を明らかにするため、複数の腐食形状および進行程度に着目し、弾塑性有限要素解析を行う。これにより、耐力低下した原因を分析し、局部腐食がパネルの変形挙動に与える影響を考察する。

2. 解析概要

図2に示す健全モデルHを基本モデルとする。端部パネルのせん断座屈を卓越させるため、中央パネルのフランジとウェブ、補剛材を厚くする。

腐食モデルは腐食形状及び腐食領域のウェブ厚をパラメーターとする。ここに、腐食範囲： $h=25\%, 50\%, 75\%, 100\%L(h_w)$ 、腐食領域のウェブ厚： $t=25\%, 50\%, 75\% t_w$ で図3に示す4種類の腐食形状と組み合わせによる45個の腐食モデルに対して解析を行う。 L ：端部パネル幅、 h_w ：端部パネル高、 t_w ：端部パネルのウェブ厚をそれぞれ表す。

要素は8節点シェル要素を用いる。桁および補剛材の降伏応力度は 355N/mm^2 を想定しており、応力-ひずみ関係曲線は完全弾塑性とする。ウェブおよびフランジ

へは残留応力と初期不整を導入する。ラインでの単純支持条件を桁両端に、荷重（強制変位）を桁中央に鉛直方向に与える。

解析モデル符号の例が次のようになる。

解析モデル Uh50t50 :

U：腐食形状，h50： $h=50\%h_w$ ，t50： $t=50\%t_w$ のモデル。

解析モデルグループ Uh50 :

U：腐食形状，h50： $h=50\%h_w$ ， $t=25\%, 50\%, 75\%t_w$ の3モデル。

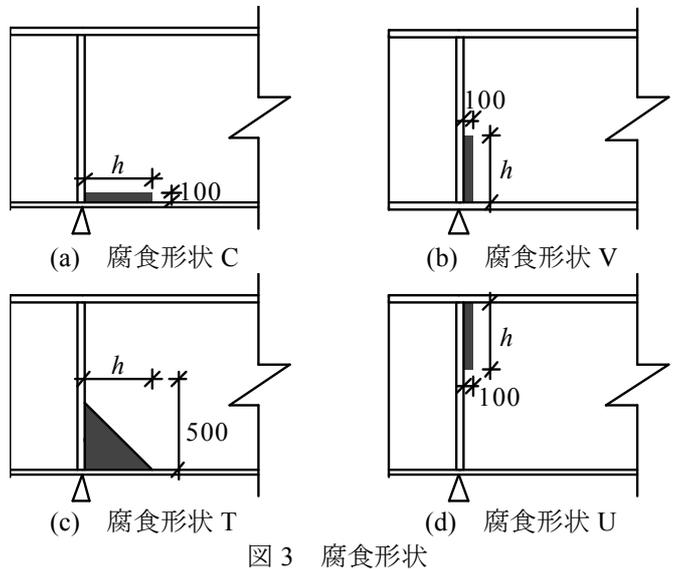


図3 腐食形状

3. 解析結果

(1) 健全桁

図4に健全桁の荷重P-端部パネルの変位 δ 関係曲線を示す。最大荷重を $f_{em}P_{max}$ で表し、以下、解析値と呼ぶ。せん断耐荷力評価値 P_{sB} (=1477kN)も同図に示す。解析値 $f_{em}P_{max}$ (=1621kN)は評価値 P_{sB} より9.75%高く



図1 端部局部腐食の事例

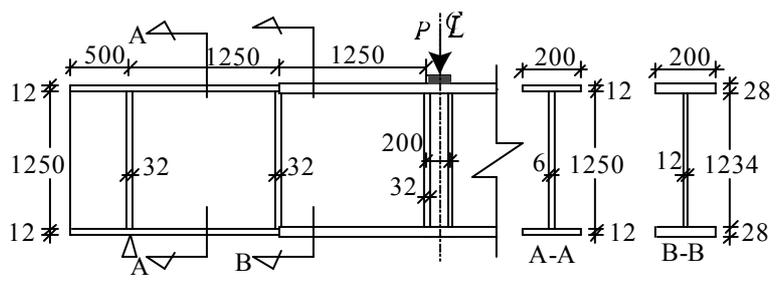


図2 健全モデル

キーワード：橋梁，解析，鋼桁，端部腐食，せん断耐力

連絡先：〒940-2188 新潟県長岡市上富岡町1603-1 長岡技術科学大学

産学融合トップランナー養成センター 環境・建設系 TEL 0258-47-9641

なっている。健全モデルは P_{SB} より安全側の設計となることが分かる。

解析値 $f_{em}P_{max}$ に達するときの面外変形およびせん断応力コンターにより、斜め張力場が形成されていることを確認した。

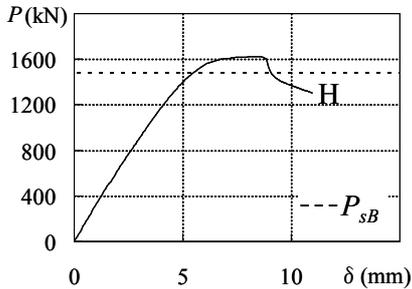


図4 荷重 P —端部パネルの変位 δ 関係曲線

(2) 腐食モデル

Ch75~Ch100, Th75~Th100 と Vh75 グループでは耐力の低下が見られたものの、 P_{SB} レベル以下までに低下したケースはなかった。モデル Vh75t25, Th75t25, Th75t50 と Ch75t25 は、健全桁の解析値よりそれぞれ 7.4%, 6.9%, 6.2% および 3.0% の低下を示した。モデル Vh75t25 はウェブがせん断降伏したが、フランジにもせん断力が負担されているため、解析値がウェブのせん断降伏評価値より高くなった。腐食範囲が広く減厚が激しい場合、せん断降伏耐力が小さくなり、せん断座屈からせん断降伏へ移行する可能性がある。

図5に P - δ 関係曲線をモデル Uh25~Uh100 グループについて示す。いずれのモデルにおいても、耐力の低下が見られた。腐食領域 U のウェブ厚が 50% t_w および 25% t_w となった場合、解析値が P_{SB} レベル以下まで低下した。モデル Uh100t25 が局部腐食によりウェブのせ

ん断降伏となり、耐力低下量が最も大きく 42% となった。図6に解析値 $f_{em}P_{max}$ に達するときの端部パネル面外変形コンターを健全桁 H および腐食モデル Uh100 グループについて示す。減厚の進行とともに、斜め張力場領域の面外変形が小さくなり、せん断座屈耐力が低下した。モデル Uh100t25 は腐食領域がせん断降伏したため、斜張力場が形成されなかった。図3(d)に示す腐食形状 U をもつ鋼桁は耐力が大幅に低下し、降伏モードがせん断降伏へ移行する可能性が高い。

他のモデルについては耐力の変動が非常に小さかった。これは、腐食範囲がパネルのクリティカルな部分ではなく、斜め張力場の形成に影響を与えなかったと考えられる。

4. まとめ

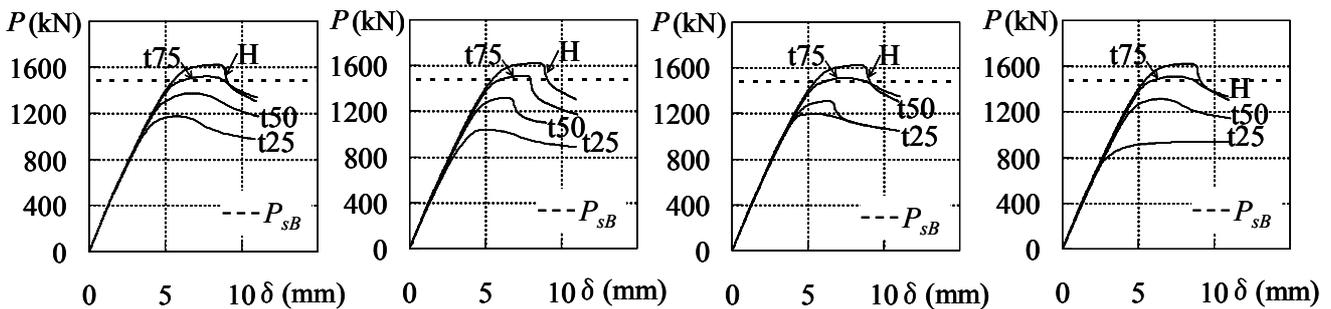
端部パネル局部腐食をもつ鋼桁について、4種類の腐食形状と3パターンの進行程度を想定し、弾塑性有限要素解析を行った。

腐食モデルは健全桁との比較を行い、局部腐食がパネルの変形挙動に与える影響を考察し、端部パネルのせん断耐力低下について検討した。

端部パネルではクリティカルな部分が腐食されると、耐力が大幅に低下する可能性が高く、注意を払う必要があると考える。

参考文献

- 1) (財) 海洋架橋・橋梁調査会：道路橋の重大損傷—最近事例—, 平成21年3月
- 2) (独) 国土技術政策総合研究所：鋼道路橋の局部腐食に関する調査研究, ISSN 1346-7328, 国総研資料第294号, 平成18年1月
- 3) (社) 土木学会：腐食した鋼構造物の耐久性照査マニュアル, 丸善, 平成21年6月



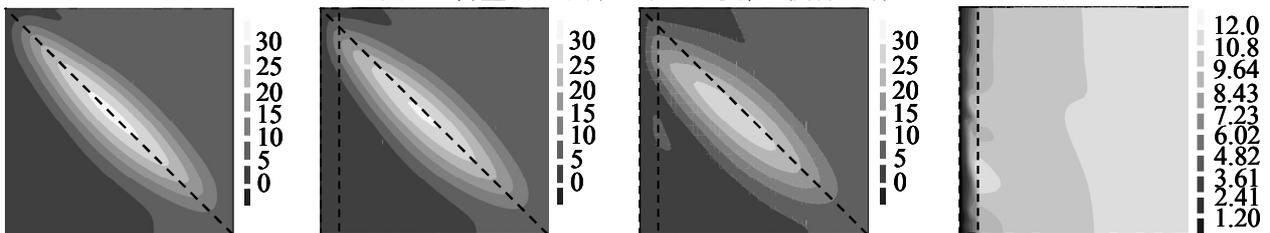
(a) Uh25 グループ

(b) Uh50 グループ

(c) Uh75 グループ

(d) Uh100 グループ

図5 荷重 P —端部パネルの変位 δ 関係曲線



(a) H

(b) Uh100t75

(c) Uh100t50

(d) Uh100t25

図6 端部パネルの面外変形コンター ($P = f_{em}P_{max}$; [---]: 腐食領域; - - - -: 対角線)