

腐食劣化した鋼プレートガーダー橋の残存耐荷力特性に関する研究

構造研究室 065343J 山田昌樹

1 はじめに

現在、高度経済成長期に建設された膨大な数の鋼橋が、腐食劣化などの老朽化によって、適切なメンテナンスを必要とする時期にある。しかし、財政難の状況下において、十分な点検や補修を行う事ができない現状にある。しかし、進行する腐食劣化とともに今後、老朽化した鋼橋の増加が予想される。また、鋼部材の腐食損傷が、鋼橋の耐荷力へ及ぼす影響は十分に把握されていない。そこで、本研究では、腐食損傷を受けた鋼橋の耐荷力に及ぼす影響の解明を目的とし、FEM 弾塑性解析を行った。

2 解析方法

2.1 腐食形状調査

2009年7月に崩落した辺野喜橋の桁部材を回収し、腐食形状調査を行った。図-1に崩落前の辺野喜橋の桁端部の腐食状況を示す。



図-1 崩落前の辺野喜橋桁端部

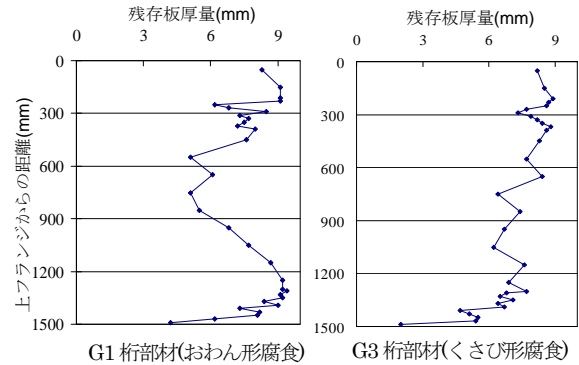


図-3 G1桁及びG3桁の残存板厚測定結果

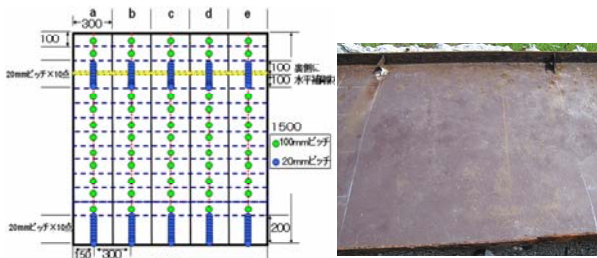


図-2 UT測定点及び調査対象パネル

腐食による板厚減少量は、垂直補剛材間隔 1500mm × ウェブ高さ 1500mm を 1 パネル単位で、超音波厚さ計 (UT) を用いて、ウェブ面の残存板厚量を測定した。図-2に板厚測定点と調査対象となるウェブ面を示す。調査結果を図-3示す。図-3より、G1桁はウェブの中央部の板厚減少、G3桁は下フランジに向かうにつれ板厚減少が大きくなっていることがわかる。それらの異なる腐食形状を『おわん形腐食』・『くさび形腐食』と呼び、以下のFEM解析を行う。

2.2 解析モデル

図-4にFEM解析モデルを示す。3パネルの内、中間パネルに腐食パラメータをモデル化し、着目ウェブ面とした。ヤング率 $2.0 \times 10^5 \text{ N/mm}^2$ 、ポアソン比 0.3 とし、健全時の板厚を設計値 9mm とした。また、桁の端部・中間部にそれぞれ強制変位漸増載荷 (最大変位 4mm) を与え、純せん断場モデルで解析を行った。

2.3 解析パラメータ

解析パラメータは、板厚・腐食形状・下フランジ境界部の破断とした。解析パラメータを表-1に示す。また、下フランジ部の破断モデルを図-5に示す。

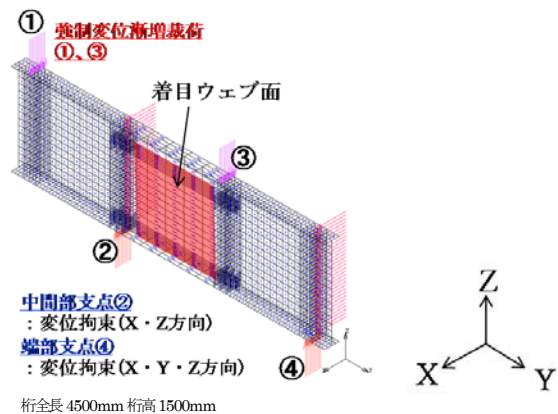


図-4 モデル諸元

表-1 解析パラメータ

解析ケース	着目ウェブ面形状
1 健全モデル	設計板厚9mm
2 一様減厚モデル	板厚8mm、7mm、6mm、5mm、4mm
3 実腐食モデル	辺野喜橋のG1桁・G3桁部材の残存板厚を入力
4 ウェブ・下フランジ破断モデル	板厚9mm、 $L/L_0=0.0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1.0$

L_0 : パネル長 1500mm、 L : 破断長(0,300,600,900,1200,1500 mm)

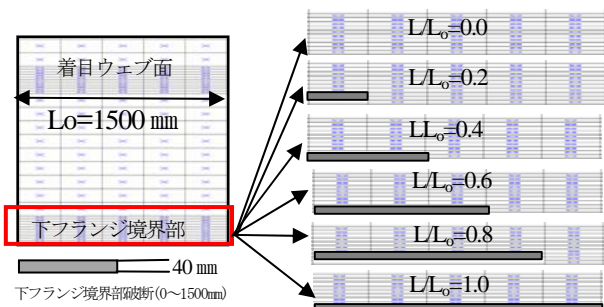


図-5 下フランジ境界破断モデル図(破断箇所拡大)

3 耐力特性

3.1 腐食減耗による耐力特性

図-6, 7 に一様減厚モデル・実腐食形状モデルの荷重-鉛直変位曲線を示す。図-6 より、ウェブ面が一樣に減厚するよりも、実腐食形状のおわん形形状で耐力は低下し、健全時と比べ33%低下した。図-7 より、くさび形腐食形状は、一様減厚と同程度の耐力を示した。図-8 に最大荷重とウェブ断面積比の相関図を示す。図-8 より、ウェブの板厚が一樣に減厚するよりも、実腐食形状を持ち減厚する場合において、耐力は低下する傾向にある。図-9 に最大荷重時の応力度分布を示す。図-9 より、ウェブ面に生じる張力場の分布は、一様減厚モデルと実腐食モデルでは異なる。

3.2 腐食破断による耐力特性

図-10 に下フランジ境界部における破断モデルの荷重-鉛直変位曲線を示す。図-10 より、 $L/L_o \geq 0.6$ (破断長 900mm 以上) の時、耐力は健全時に比べ、大幅に低下した。

図-11 に最大荷重と下フランジ境界部における破断長比の相関図を示す。図-11 より、破断長と耐力は強い負の相関関係にあり、破断長が増加すると、耐力は低下した。

4 結論

- (1) 耐力はウェブ面の一樣減耗よりも、実際の鋼部材にもみられる腐食形状の減厚により低下する。
- (2) 腐食形状により、ウェブに生じる張力場の形成が異なる。
- (3) 破断長の増加により、耐力は低下する。

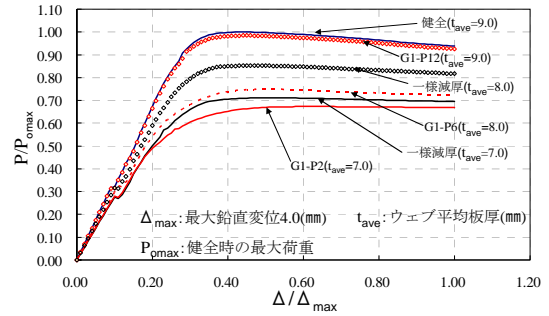


図-6 荷重-鉛直変位の関係
(健全、一様減厚、G1 桁実腐食モデル)

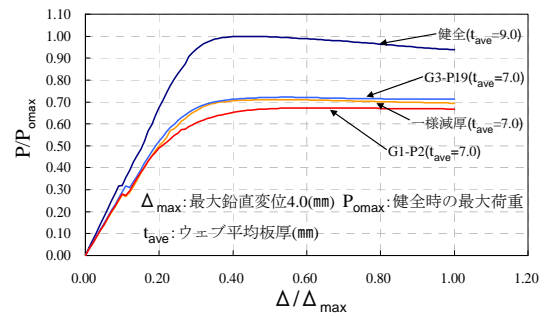


図-7 荷重-鉛直変位の関係
(平均板厚 7mm の一様減厚、実腐食モデル)

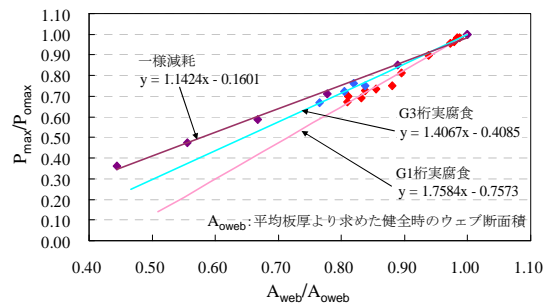


図-8 最大荷重-ウェブ断面積比の関係
(一様減厚モデル、実腐食モデル)

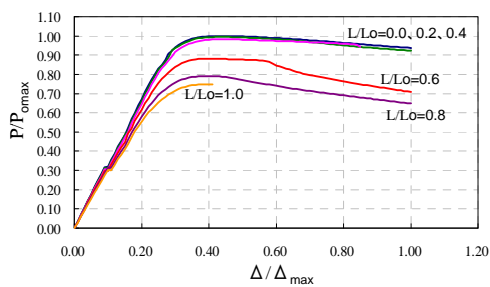


図-10 荷重-鉛直変位曲線

(健全モデル、ウェブ・下フランジ破断モデル)

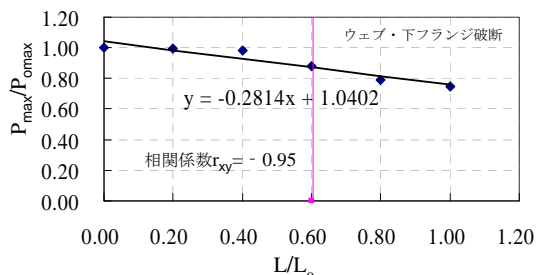


図-11 最大荷重-破断長比

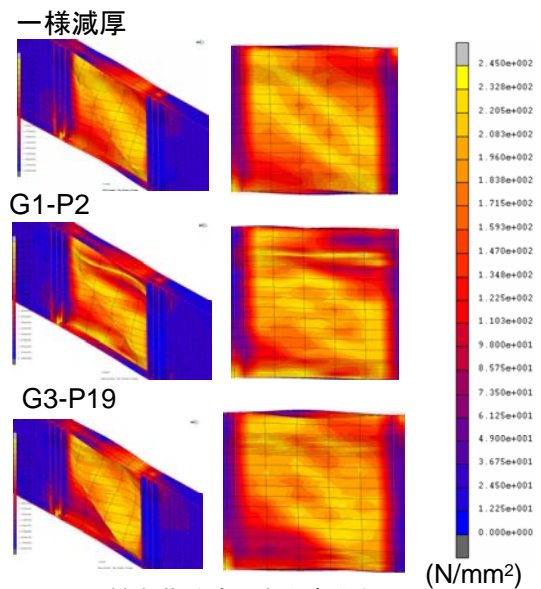


図-9 最大荷重時の応力度分布図
(着目ウェブ平均板厚 7mm)