

## 腐食環境下にあった既設鋼トラス橋圧縮部材の残存耐荷力

JFE エンジニアリング(株) 正会員 ○栗原雅和  
 首都大学東京大学院 フェロー 野上邦栄  
 首都大学東京 正会員 岸 祐介  
 早稲田大学 フェロー 依田照彦

国立研究開発法人 土木研究所 正会員 村越 潤  
 国立研究開発法人 土木研究所 正会員 田代大樹  
 国立研究開発法人 土木研究所 正会員 高橋 実  
 日本大学 正会員 笠野英行

### 1. はじめに

腐食により撤去された鋼トラス橋の圧縮部材に着目し、詳細な腐食形状計測と圧縮載荷試験を実施する。特に、腐食形状特性と残存耐荷力の関係性を定量的に明らかにすると共に、腐食データを導入した FEM 解析による試験結果の再現性について検討する。

### 2. 計測対象の箱断面部材

対象橋梁は、約 40 年間の供用後、塩害による著しい腐食劣化等の理由により架替・撤去に至った鋼トラス橋である。対象部材は、箱断面圧縮斜材 CaseA1~A3 の計 3 体とした。断面内部には腐食損傷が見られず、外面にも少なかったため、CaseA2,A3 の外面に腐食劣化を模擬した人工欠損(模擬腐食)を導入した。模擬腐食の導入位置は図 1 で示した赤色部分に示す。模擬腐食は、格点部ガセットプレート近傍に発生する斜材の腐食を想定<sup>1)</sup>して導入した。CaseA1 は実部材のまま用いた。

### 3. 腐食量計測

計測は、写真 1 に示したタワー型 3D 腐食表面形状計測装置により縦横 3×3mm の計測ピッチで行った。外面の腐食深さ分布の一例を図 2 に示す。腐食の無い健全面を黄色、健全面からの腐食減肉領域を赤色・青色、ビード部等の隆起領域を緑色で示した。CaseA1 の特徴は、点状の局部的な腐食欠損(最大腐食深さ約 5mm)、図 2 の赤丸で示した面 I



写真 1 タワー型 3D 腐食表面形状計測装置

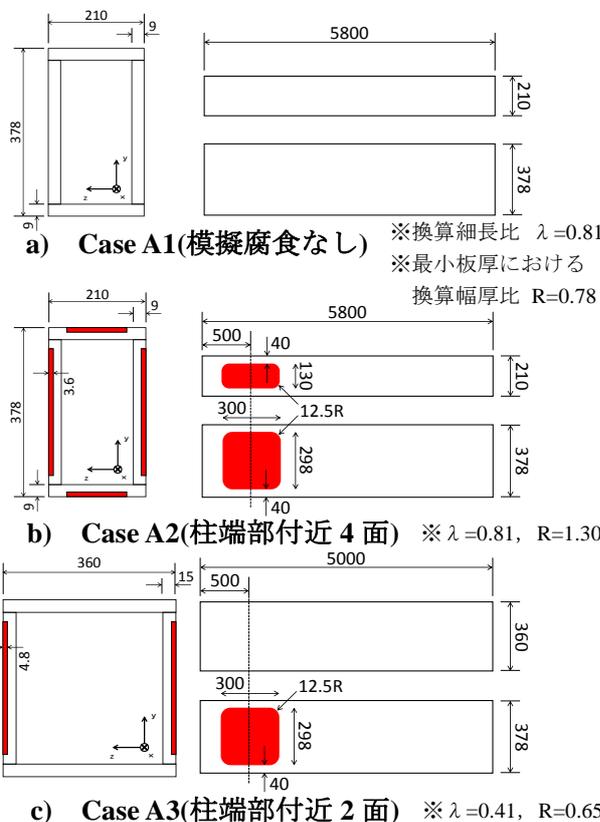


図 1 各部材断面及び模擬腐食導入位置

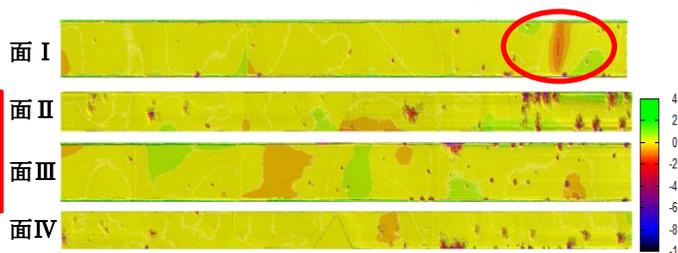


図 2 腐食深さ分布 (Case A1) (mm)

表 1 断面諸元及び腐食状況

Case		A1	A2	A3
材質		SS400		
降伏応力	$\sigma_v$ (N/mm <sup>2</sup> )	284	288	261
断面寸法	(mm)	378×210×9×9		378×360×15×12
部材長	L (mm)	5800		5000
平均腐食深さ	$d_{ave}^{※1}$ (mm)	0.6	2.8	2.0
模擬腐食深さ	d (mm)	—	3.6	4.8
最大断面欠損率	$R_A^{※2}$ (%)	6.5	30.8	14.9

※1) 各試験体で断面積が最小となる位置にて算出

※2)  $R_A = \frac{(A_0 - A_{min})}{A_0} \times 100(\%)$   $A_0$ : 健全部材の断面積  $A_{min}$ : 最小断面積

端部の局所的な板の面外変形(2mm 程度の凹み)が挙げられる。各部材の諸元及び腐食状況(計測結果)を表 1 に示す。

Key word: 鋼トラス橋, 腐食, 模擬腐食, FEM 解析, 圧縮耐荷力

連絡先 〒192-0397 東京都八王子市南大沢 1-1 首都大学東京大学院 TEL 042-677-2782

4. 圧縮載荷試験

表面腐食形状が及ぼす耐荷力への影響評価のため、各部材の圧縮載荷試験を行った。試験には写真2の30MN大型構造物万能試験機を用い、変位制御で行った。写真3に試験後のCaseA1の変形状況を示す。CaseA1は、面I端部近傍(写真3赤丸)を基点に面内方向に凹むように変形した。これは、腐食量計測により判明した局所的に面外変形が見られた箇所と一致しており、耐荷力に影響を与えた可能性が考えられる。



写真2 載荷試験装置 写真3 部材変形状況 (CaseA1)

5. 残存耐荷力解析

FEM解析により本試験を再現する。解析は、汎用弾塑性有限要素解析ソフトウェア MSC. MARC.2011を用いた。試験装置の両端ピン支持治具及び試験体の解析モデルを図3に示す。部材はソリッド要素(格子間隔9×9mm、板厚方向3分割)でモデル化し、各要素に図4のように詳細な腐食データを導入している。断面内の残留応力は最大引張  $1.0\sigma_y$ 、最大圧縮  $0.25\sigma_y$  の理想的三角形分布を、初期たわみは部材中央で最大たわみが  $L/5000$  になるよう、部材全体に正弦半波を仮定し導入した。構成則は、各部材の材料引張試験から得られたトリリニア型の応力ひずみ曲線を用いた。

図5に部材3体の解析結果と試験結果の比較を示した荷重-軸方向変位曲線、図6にCaseA1の最大荷重時の変形モードを表したミーゼス応力分布を示す。最大耐力(誤差 0.1~18%)及び曲線の挙動は概ね一致している。しかし、CaseA1における最大荷重時の鉛直変位量は大きな相違(32%)が生じた。また、最大荷重時の変形モードを見ると、面I端部の局所的な板の面外変形箇所を基点に塑性化が進展し、最終的には板の局部座屈に至った。他2体の変形モードも試験結果と似た挙動を追うことから、FEM解析により比較的精度良く圧縮載荷試験結果を再現できたものとする。

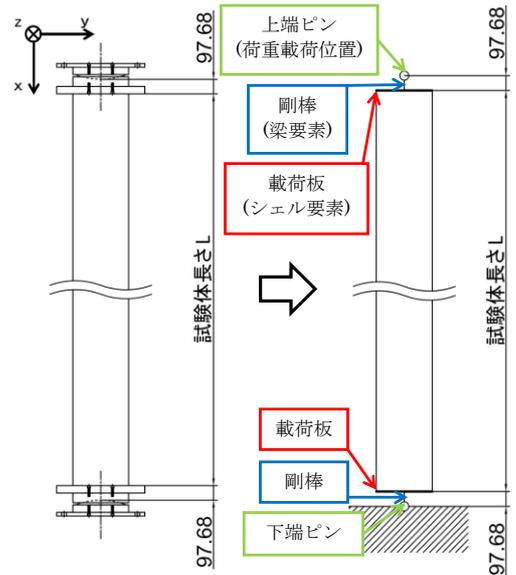


図3 解析モデル

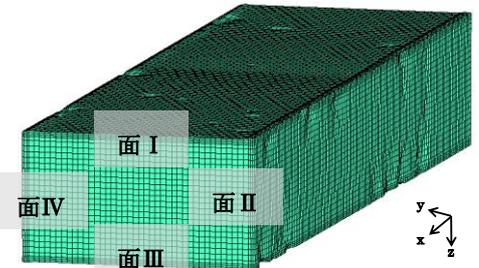


図4 腐食導入モデル図 (CaseA1)

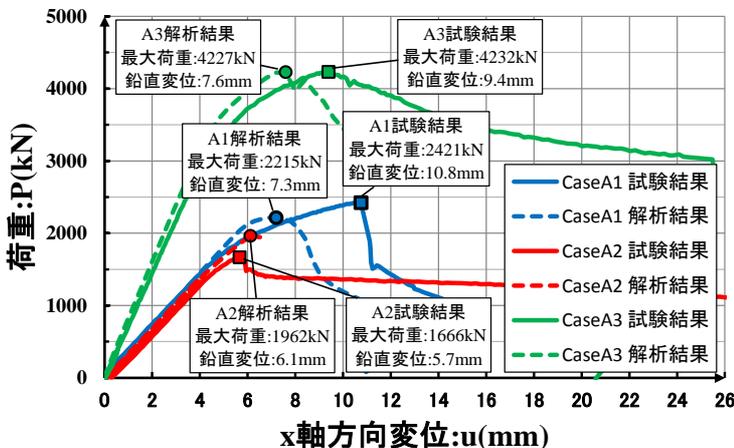


図5 荷重-軸方向変位曲線

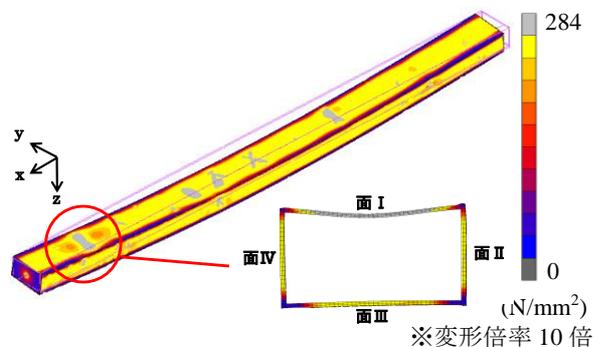


図6 最大荷重時の変形モード図 (CaseA1)

参考文献：1) 山沢哲也，野上邦栄ほか：模擬腐食を導入した鋼トラス橋斜材の残存圧縮耐荷力，構造工学論文集，Vol.59A，2013.3