

腐食欠損を有する鋼桁の耐力評価に関する研究

前橋工科大学 学生会員 ○吉村 勇哉
前橋工科大学 正会員 谷口 望

東日本旅客鉄道株式会社 正会員 山本 達也
東日本旅客鉄道株式会社 正会員 小林 寿子

1. はじめに

現在,高度経済成長期に建設され,今後建設から 50 年を超える橋梁は増加していく.維持管理の重要性が高まっていく中,より効率的な耐力評価方法が求められる.本研究では,3D スキャナとビーム要素を利用した 1 次元 FEM 解析(1DFEM)を使用する.本研究の耐力評価方法では,従来の耐力評価方法である 3 次元 FEM 解析(3DFEM)¹⁾に比べて詳細なモデルを作る必要がなく実際に使用している橋梁に対しても耐力評価が行えるため,維持管理の効率化が考えられる.

そこで本研究では,3D スキャナと 1 次元ビーム要素を用いて解析したデータと試験体を実際に载荷したデータを比較し,本研究の耐力評価方法の実用化に向けた検討を目的とする.

2. 解析方法

試験体は,製造後 101 年が経過し腐食が進んでいる撤去済みのリベット桁(形式:達 680 号)を使用する.試験体の寸法値は腐食前の健全状態の値を使用する.試験体の寸法・材料データは図 1・表 1 に示す.

試験体を 3D スキャナで読み込むことで形状・腐食状況のデータを取得する.取得したデータを図 2 に示す.得たデータより代表的な腐食断面において数箇所を切り取り,断面力計算を行う.また,断面力計算を行う際の有効断面を得るためにボルトの頭部分・付属部品は無視するように断面の補正を行う.また,リベット孔下部・上下部を控除し比較を行う(図 3).

解析は 1DFEM で行う.モデルはビーム要素を用いて再現し,代表する 1 断面の剛性のみで計算したものを case1 とし桁中央部から 2 断面ずつ増やし 20 断面の剛性を使用したものまで(case9)をそれぞれ解析した.また,解析に使用する断面データは同箇所の左右の断面の値を合算したものを使用する.载荷状況は実験と同様に 2 点载荷とし,各点 300 kN ずつ载荷を行う.この 300kN という値は,実使用上に相当する荷重である.

モデルの使用断面数による再現度を検討するため case ごとのスパン中央部の最大鉛直変位値を実験値,3DFEM(健全状態)と比較する.なお,リベット孔の孔控除は下フランジのみと上下フランジの 2 通りの解析を行った.

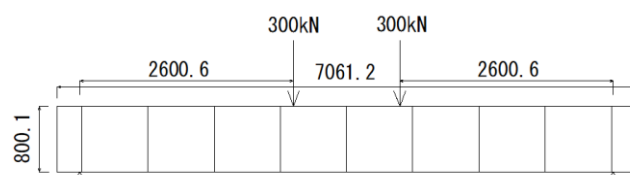


図 1 寸法図 (mm)

表 1 材料データ

弾性係数	$2.0 \times 10^5 \text{ N/mm}^2$
ポアソン比	0.3
引張降伏点	235 N/mm^2

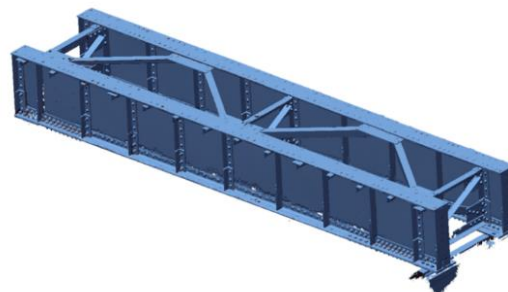


図 2 3D スキャナで読み取った試験体

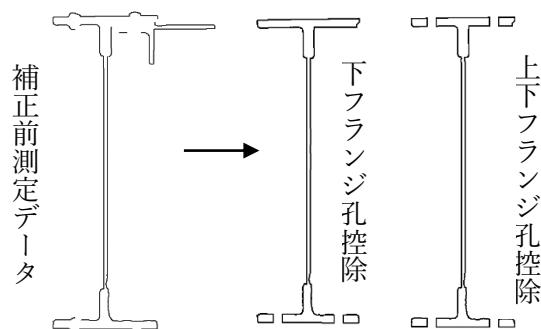


図 3 断面図補正例

キーワード 鋼構造 3D スキャナ ビーム要素 耐力評価方法

連絡先 〒3710816 群馬県前橋市上佐鳥町 460-1 前橋工科大学 社会環境工学科 TEL027-265-011

3. 解析結果および考察

各 case の解析結果のうちたわみ値を図 4 に示す。図 4 にはたわみの実験値,3DFEM 解析値を加えて示した。1DFEM 解析値を確認すると使用断面数が増加するのに伴い,たわみの値が減少していることが分かった。この結果は case1 から断面欠損の大きい断面から使用しているため,使用断面数が増加するほど健全な断面が増加するためであると考えられる。この結果より,モデル作成に使用する最少断面数はたわみの値の増減が小さくなる case6(10 断面使用)が適していることが分かった。また,リベット孔部控除の 2 パターンを実験値と比較すると双方値は異なるがリベット孔上下部控除の解析値のほうが実験値に近い。以後は上下部控除の解析値を使用するものとした。

解析結果と実験で得たたわみ値が異なるため,ひずみ値での比較を同様に行った。ひずみはスパン中央部付近から状態の異なる 3 箇所の値を比較した。1DFEM 解析は case6 の値を使用し,実験値は一定範囲の平均,最大・最小の値を加えて記す。図 5~図 7 より 3DFEM(健全)の値に対し 1DFEM(欠損)の引張は大きく,圧縮は小さくなっていることが分かる。欠損部の圧縮ひずみ値のほうが小さくなった原因として欠損部分が下部に集中しているため中立軸が健全状態とは異なることが考えられる。また健全部のひずみはスパン中央部の値であるため 3 箇所と同箇所の健全部より大きい値であることが考えられる。

1DFEM(欠損)と 3DFEM(健全)のひずみ値を保守限応力度より求めたひずみ値と比較を行うと,どちらの値も表 2 に示す値には達していないことが分かった。しかし,実験圧縮最大値は保守限応力度に 1 部達していることが分かった。

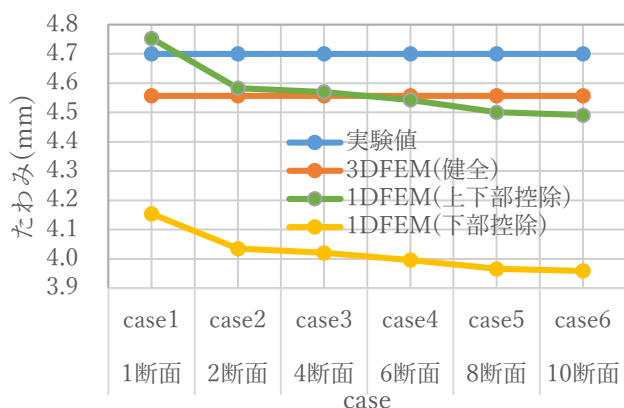


図 4 スパン中央部の最大鉛直変位 (mm)

表 2 保守限応力度 (N/mm²) とひずみ (μ)²⁾

	応力	ひずみ
引張	165	825
圧縮	-97	-487

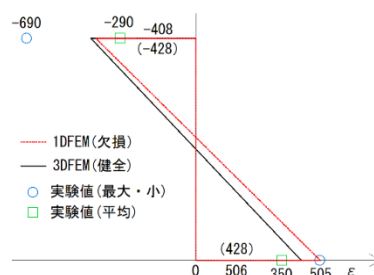


図 5 ひずみ分布:リベット欠損部 (μ)

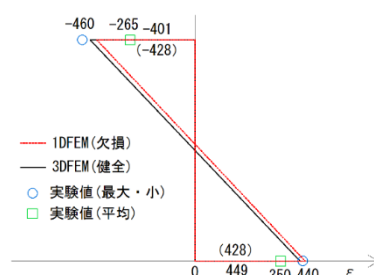


図 6 ひずみ分布:リベット健全部 (μ)

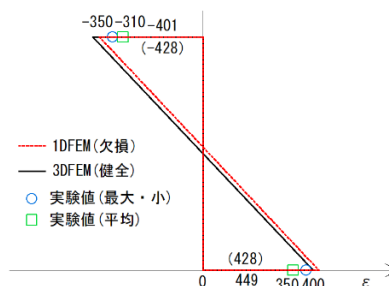


図 7 ひずみ分布:健全部 (μ)

4. まとめ

解析の結果,モデル作成に必要な断面データ数は本ケースでは 10 程度であることが分かった。このことから,従来の方法に比べモデル作成の効率化が考えられる。しかし,解析値は実験値に似た値はでたが異なっているため,断面の位置や欠損状態が異なる比較対象を増やし,今後検討する必要がある。

参考文献

- 1) 村越,遠山他:腐食劣化の生じた実橋梁部材を活用した鋼トラス橋の耐荷性能評価手法に関する研究,2015.12
- 2) 鉄道総合技術研究所編,国土交通省鉄道局監修:鉄道構造物等維持管理標準・同解説(構造物編),2007.1