

## 腐食欠損を有する鋼桁の簡易耐力評価に関する研究

前橋工科大学 学生会員 ○山田 智大  
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 若狭 周汰  
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、建設から 50 年を超える橋梁の増加と、維持管理の重要性が高まる中、効率的な建設物の耐力評価方法が求められている。

本研究は、3D スキャナによる測定とビーム要素を用いた 1DFEM 解析(1 次元 FEM 解析)を使った耐力評価方法の実用化を目的とした検討を行う。この方法は、従来の耐力評価方法の 1 つである 3DFEM 解析(3 次元 FEM 解析)<sup>1)</sup>に比べ、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簡易に耐力評価が行えるため、維持管理業務の効率化が期待できる。

## 2. 解析方法

3D スキャナとビーム要素を用いて解析した解析データと、試験体を実際に载荷した実験データを比較し、実用化の検討を進める。比較値としてたわみ値、ひずみ値を使用する。

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値を使用する。試験体の寸法・材料データを図 1、表 1 に示す。

载荷条件は実験と解析はどちらも 2 点载荷とし、各点 300kN ずつの载荷とする。この 300kN の値は、実使用上相当の荷重である。(図 1)

3D スキャナで試験体を測定し、腐食状態を含めた形状を取得する(図 2)。スキャン前には、塗装をブラスト除去し、鋼桁を正確に測定できる状態とする。スキャンで得たデータから代表的な腐食部分を数箇所選び、断面を抜き取る。そこから断面力計算を行うが、有効でないボルト部分や付属部品は非考慮とするように補正を行う。また、下フランジのリベット部分も有効でないため断面から控除する。(図 3)

解析はビーム要素で桁を再現したモデルを作成し 1DFEM 解析を行う。その際、抜き取った断面数ごと

にモデルを case 分けする。腐食が最も大きい断面を 1 つ使用したモデルを case1、桁中央部分から 2 断面ずつ増やし 10 断面を使用したモデル(case6)までをそれぞれ解析する。なお、断面データは左右の桁の断面の値を合計したものを使用する。

モデルの使用断面数による再現度の検討にあたり、case ごとのスパン中央部の最大得鉛直変位荷重を、実験値、3DFEM 解析と比較する。

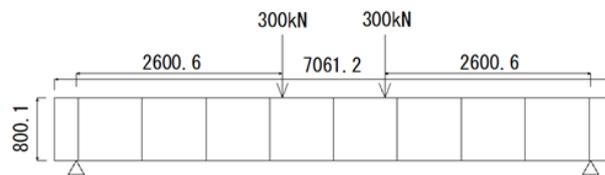


図 1 試験体寸法と载荷条件 (mm)

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	$235 \text{ N/mm}^2$	

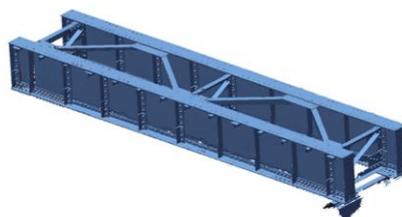


図 2 研究で使用する桁のスキャンデータ

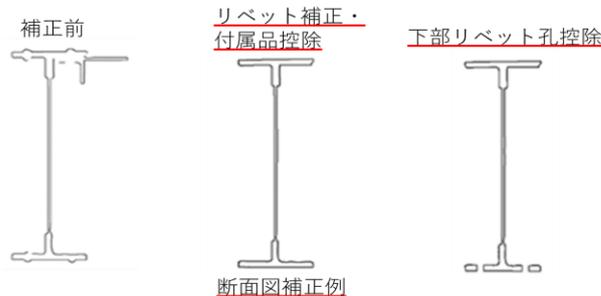


図 3 下フランジリベット孔控除モデル断面図

キーワード 鋼構造 ビーム要素 3D スキャナ 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

同じ桁を対象とした既存の研究<sup>2)</sup>より、断面数は10断面でたわみ値が収束するため、この桁のモデル作成に必要な断面数は10断面であることが分かっている。各 case の解析結果と実験値のスパン中央部鉛直変位を図4に示す。1DFEM 解析(下リベット部控除)は、下フランジのリベット孔を断面から控除補正した、引張の応力が働く下フランジの剛性を考慮したモデルのため、実験値に近い値になると考えられた。結果は、このモデルでのたわみ値は実験値より大きく下回ってしまった。しかし、3DFEM 解析とは近い値となっており、この結果から、リベットや腐食以外の要因が影響している可能性があると考えた。

そこで、図5、図6に示したように、桁の左右の端から1020mm、1017mmの場所に、剛性に影響を与える要素と思われる、下フランジが途中で途切れ補強された板継ぎ部に着目した。間隔は図7に示す。ボルト間54.8mmの区間の断面要素から下フランジを控除したモデルを解析し、たわみ値を求める。下フランジ控除のみのモデルではたわみ値の変化は微量であったため、剛性 EI を変化させ実験値に近づけることにした。ヤング係数 E は一定であり、ボルト間54.8mmをこれ以上長く取るとは現実的でない。よって断面2次モーメントの変更による方法となり、下フランジを下から徐々に断面から控除したモデルを作成した。最も実験値に近づいたモデルは、図8のように下縁から522mm控除したものであった(図4では1DFEM(下縁補正))。この際、10断面モデルにおいて実験値を下回らないように注意した。

しかし、実際の断面と比べ、応力を受け持つ断面がこれほど小さいとは考えにくい。実際にこの箇所のたわみ値への影響の有無は、前後の変位を測定して確認する必要があるが、変位計の設置がスパン中央部1箇所であり、判断が出来ない状況となっている。

### 4. まとめ

鋼桁において、1DFEM 解析は3DFEM 解析に近い値が求められると分かったが、実験値とは異なる。現段階での実用化には実験値をより詳細に取り、モデル作成の方法を検討する必要がある。新しい試験体に対して変位計を数箇所設置し実験を行う予定である。

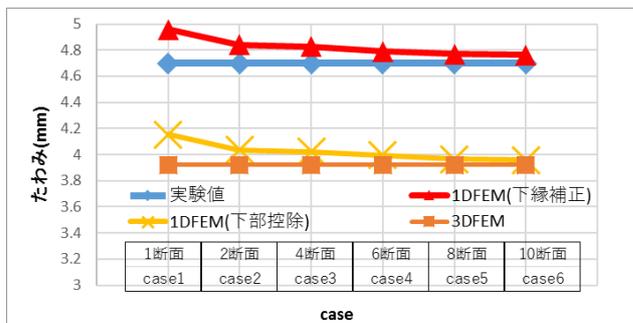


図4 断面数ごとのスパン中央部最大鉛直変位 (mm)



図5 下フランジ継ぎ部位置 (mm)

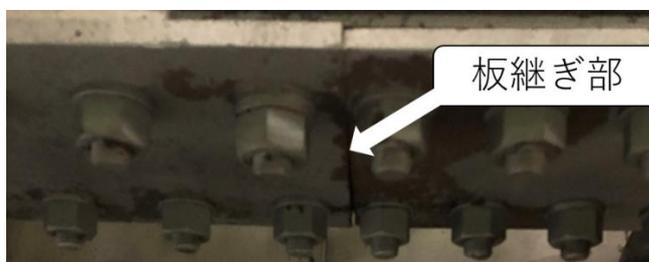


図6 下フランジ継ぎ部

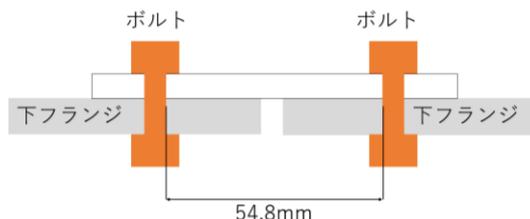


図7 下フランジ・ボルト間長さ (mm)

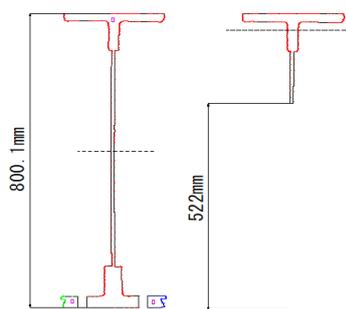


図8 下縁控除断面図

### 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) 吉村, 谷口他: 腐食欠損を有する鋼桁の耐力評価に関する研究, 2017.2