

腐食欠損を有するリベット鋼桁の剛性評価に関する研究

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. 研究目的

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 弾性解析(1 次元 FEM 弾性解析)による耐力評価方法の実用化が目的である。この方法は、従来の方法である 3D スキャナと 3DFEM 解析(3 次元 FEM 解析)¹⁾を用いたものに比べ、詳細なモデルを作る必要がなく、供用中の橋梁に対しても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た 1 次元弾性解析データと、試験体を実際に載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、腐食している撤去済みのリベット桁 2 桁(A 桁と B-Ⅲ桁)を使用する。桁の 3D スキャンデータは図 1、図 3 に示し、寸法は図 2、図 4 に示す。材料データ(表 1)は桁の製造年数(供用開始年)の頃使用されていた代表的な鋼材の特異値を採用した。

載荷条件は 2 点載荷とする。A 桁には実使用上相当荷重である 300kN を 2 点に載荷する(合計 600kN)。B-Ⅲ桁には降伏に達しない程度の荷重である 400kN(各点 200kN)を載荷する。

解析モデルの作成方法を説明する。3D スキャナで試験体を測定し、腐食状態を含めた形状を 3D データとして取得する。得た 3D データから腐食状況の異なる断面を、数箇所選び抜き取る。断面力計算を行う際、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 CAD で補正を行う。

ビーム要素で桁を再現したモデルを作成し 1DFEM 弾性解析を行う。昨年度の研究結果²⁾より、図 6 のように 10 断面で収束が見られたため、10 断面でリベット桁を再現する(図 5)。また、A 桁に関して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。

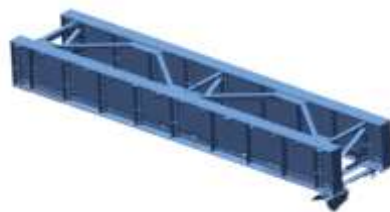


図 1 A 桁 製造年 1916 年(3D スキャナ図)

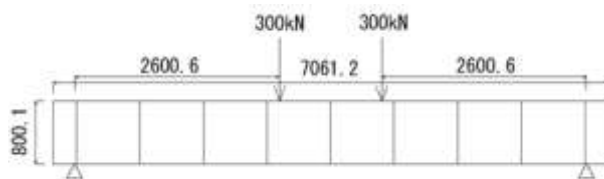


図 2 A 桁寸法(mm)と載荷条件(各点 300kN)

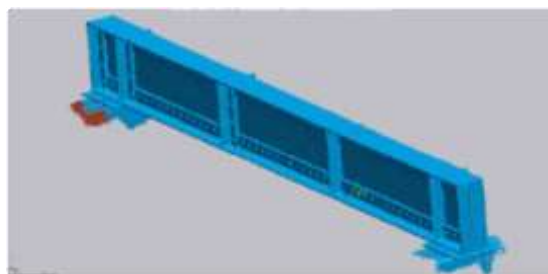


図 3 B-Ⅲ桁 製造年 1883 年(3D スキャナ図)

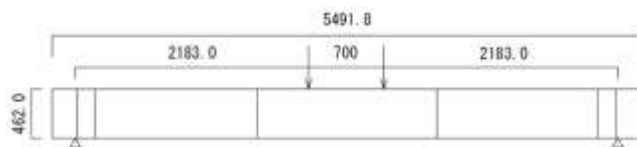


図 4 B-Ⅲ桁寸法(mm)と載荷条件(各点 200kN)

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

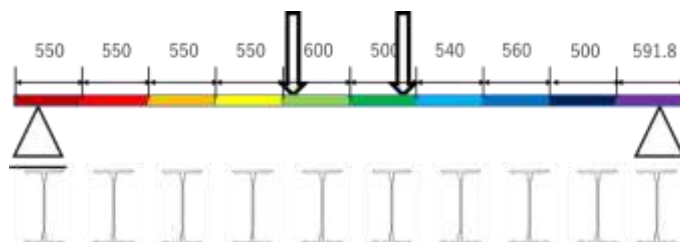


図 5 1DFEM 要素分割の例(B-Ⅲ桁 10 分割)(mm)

キーワード 鋼構造 ビーム要素 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. 解析結果と実験結果の比較

A 桁の 600kN 載荷時の結果について、図 6 のたわみ比較では、解析値は実験値より小さくなった。凡例の孔ひきとは、下フランジのリベット部分を解析モデル断面から孔引きされた解析結果である。これは孔引きなしより実験値に近づいた。ひずみ分布は、図 7 のようになった。縦軸は桁の最下点から鉛直上向き方向の距離を示しており、横軸はひずみを示す。引張側はどちらも近い値となったが、圧縮側は実験値と異なった。

B-Ⅲ桁の結果についても、図 8 において解析値が実験値より小さくなった。図 9 では引張側の値はどれも近くなった。

ひずみの比較は、引張側は A,B-Ⅲ桁ともに近くなったが、圧縮側は差が生じている部分もあり、この方法では把握できない要素があると考えられる。

4. たわみ値の差異に関する考察

2 つの桁ともに、結果比較に共通する傾向が見られた。たわみ値に関して実験値と解析値の比率は、同様な値となった(表 2, 表 3)。この差の比率はリベット桁特有のものかどうか、今後対象となる桁を増やし調べる必要がある。

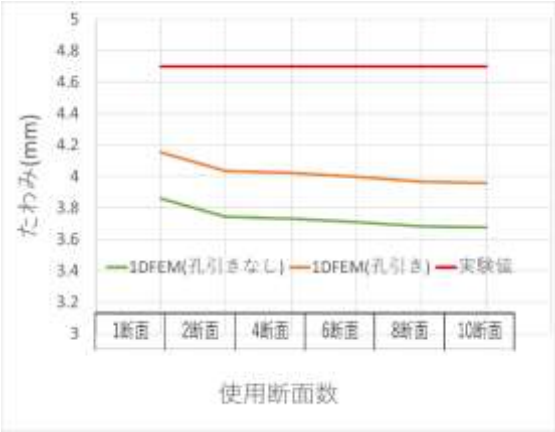


図 6 A 桁のたわみ値比較(断面数による変化)

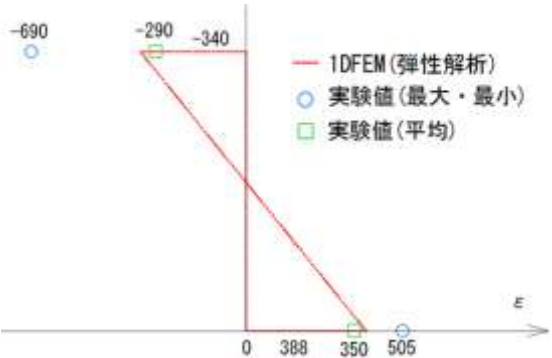


図 7 A 桁の中央部断面ひずみの高さ方向分布(μ)

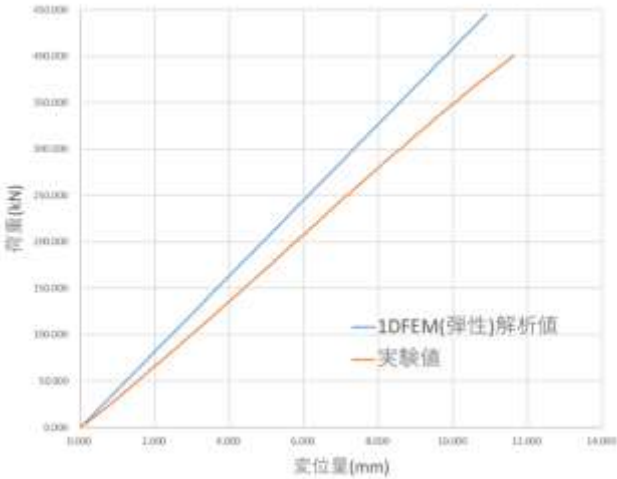


図 8 B-Ⅲ桁荷重変位グラフ

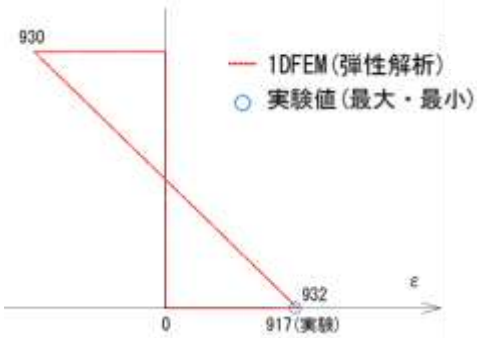


図 9 B-Ⅲ桁の中央部断面ひずみの高さ分布(μ)

表 3 A 桁の比率 1DFEM(孔あき)(荷重合計 600kN)

	変位(mm)	比率(解析値/実験値)
1DFEM解析	3.959	0.842
実験値	4.700	

表 2 B-Ⅲ桁の比率(荷重合計 400kN)

	変位(mm)	比率(解析値/実験値)
1DFEM解析	9.809	0.844
実験値	11.62	

5. まとめ

耐力評価方法の妥当性について、解析値と実験値の比較において、たわみ値(剛性)の差の比率に共通性が見られることが分かった。

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