

鋼桁腐食劣化のレーザー3次元計測と残存耐荷力に関する解析的研究

ものつくり大学 学生会員 ○山田藍果
 ものつくり大学 正会員 大垣賀津雄
 ものつくり大学 正会員 PHAM NGOC VINH

共和コンサルタント 正会員 八幡敏正
 日本ファブテック 正会員 小峰翔一
 東京都立大学 フェロー会員 野上邦栄

1. 目的

高度経済成長を背景に整備された鋼橋は、車両の大型化や交通量の増加により、経過年数の増加とともに老朽化の進行が問題視されている。特に、1991年にスパイクタイヤが禁止され、道路面に溶結防止剤が散布されるようになり、鋼橋の排水や伸縮装置から桁端部に塩分を含んだ融雪水がかかり、腐食劣化が進行している¹⁾。本研究では、実橋として使用されていた腐食鋼桁について、3D レーザースキャナにて板厚計測を行い、その結果をもとに減肉した鋼桁の残存耐荷力をFEMでシミュレーションする²⁾。

2. 対象橋梁

対象橋梁は図1に示す通り、橋長7.7mの鋼橋であり、桁端部の下フランジ側を切断撤去したもの（以下、腐食桁と呼ぶ）を使用する。寸法はH200×200×8×13×2500mmである（図2参照）。

3. 腐食状況計測

計測は図3に示す通り、東京都立大学が保有するレーザー変位計を使用したタワー型3Dスキャナ計測装置で行う。計測精度0.5μmのレーザー変位計を使用しているため、計測精度は高い。今回は10mmピッチで1点ごとにレーザーを照射し自動計測を行った。

計測した板厚をExcelの3D等高線グラフで表したコンター図を図4に示す。下フランジのベースプレート部分、ウェブ部分、およびウェブのフランジ付近部分は計測が不可能だったため、0mm表示となっている。

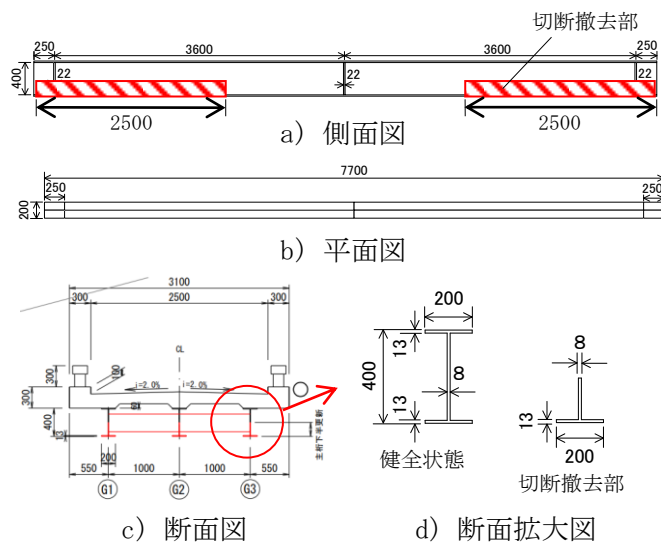


図1 対象橋梁



図2 腐食桁

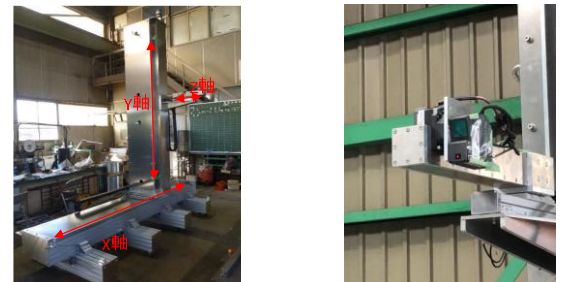


図3 タワー型3Dスキャナ計測装置

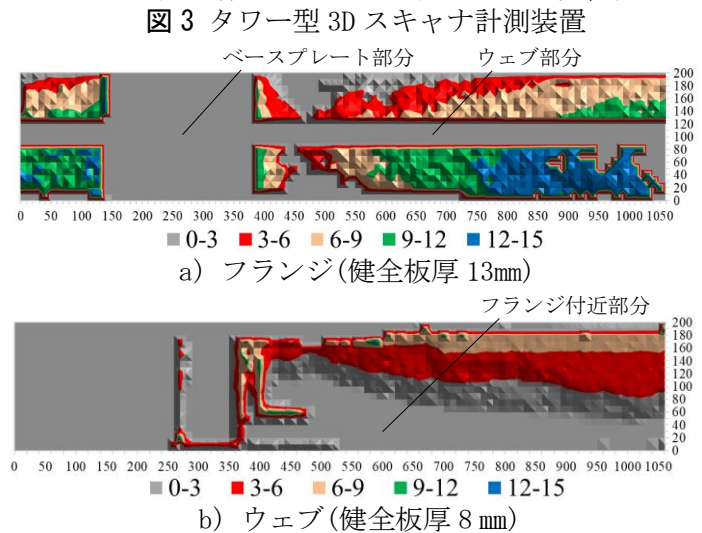


図4 板厚計測コンター

キーワード 鋼橋, 腐食劣化, 3D スキャナ, FEM 解析

連絡先 〒361-0038 埼玉県行田市前谷333 ものつくり大学 建設学科

4. 弾塑性有限変位解析

1) **モデル化**：FEM 解析モデルを図5に示す。今回は健全鋼桁(CASE1)、腐食鋼桁(CASE2)のモデルに加えて、腐食部分に補修対策を検討する目的で、健全板厚の支点上補剛材(200×100mm)を追加したモデル(CASE3)を作成した。また、腐食部分は桁の両端部に配置した。8節点シェル要素を用いて、健全部分50mm、腐食部分10mmの要素サイズでモデル化している。荷重は支間中央で3点曲げ荷重とした。

2) **モデル作成手順**：①解析の都合上、計測が不可能なフランジのベースプレート部分、ウェブ部分、およびウェブのフランジ部分は健全板厚(13mm)としている。②モデルの腐食計測部分は、計測したコンター図をもとにシェル要素に板厚を入力する。ここで板厚が0mmの部分はシェル要素を削除した。③桁両端の腐食部分は同じ形状とした。

3) **解析結果**：解析終了時の鉛直応力コンター図を図6に、解析によって得られた荷重-載荷点直下鉛直変位の関係を図7に示す。腐食鋼桁(CASE2)は支点部が大きく変形しており、健全鋼桁(CASE1)に比べ約74%耐荷力が低下した。腐食鋼桁(CASE2)に健全板厚の支点上補剛材を追加したCASE3は、健全鋼桁(CASE1)の約95%の耐荷力が得られた。以上のことから、支点上補剛材の健全度が曲げ耐荷力に大きな影響を与えるといえる。

5. まとめ

本研究成果は以下の通りである。

- ① タワー型計測装置により計測した板厚分布を導入した解析モデルにより、精度の高い耐荷力を算出できた。なお、本装置の計測精度は高いものの、大型のため実橋計測への適用は難しい。
- ② 腐食した鋼桁に対して、補剛材の補修が耐荷力の維持に有効であると考えられる。

【謝辞】 本研究を行うにあたり、前橋工科大学、ならびに鋼橋技術研究会の関係各位に多大なご協力を賜りました。ここに感謝を申し上げます。

- 【参考文献】** 1) 日本鋼構造協会：土木鋼構造物の点検・診断・対策技術，2015.11
2) Manie, J., and W.P.Kikstra : DIANA finite element user' s manual., 2018

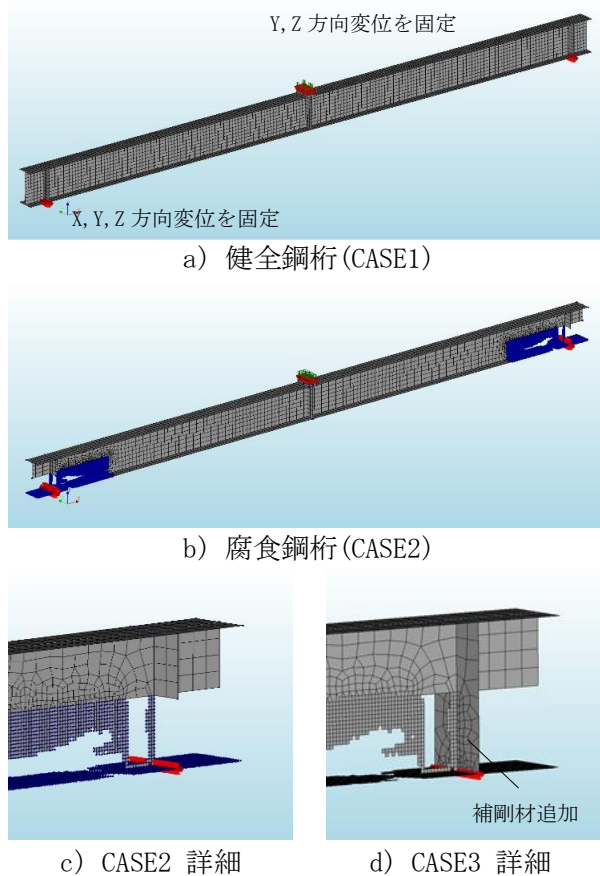


図5 解析モデル

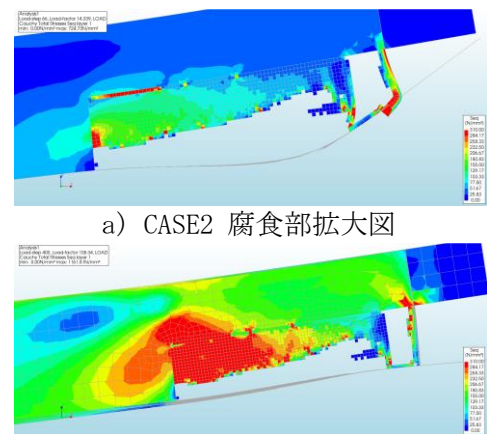


図6 鉛直応力コンター図

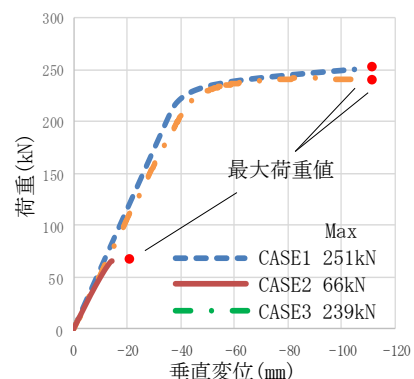


図7 荷重-載荷点直下鉛直変位の関係