

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

ものづくり大学 学生会員 ○山田藍果
 ものづくり大学 正会員 大垣賀津雄
 ものづくり大学 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 0.5 μm 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。

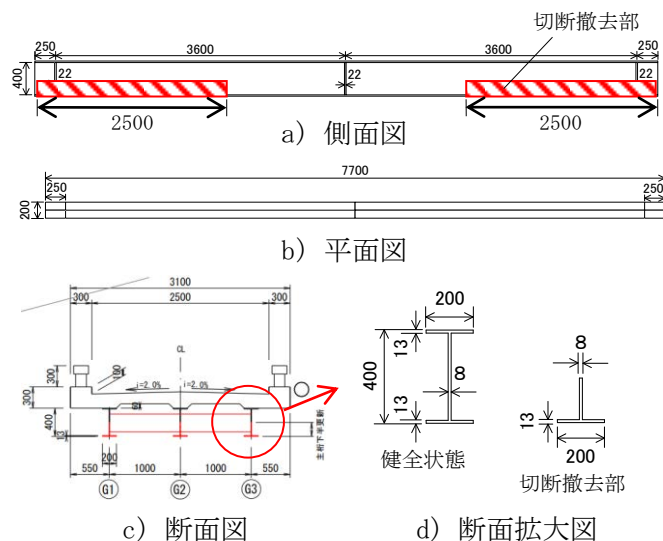
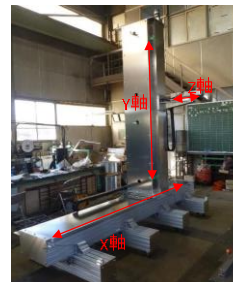


図 1 対象橋梁



図 2 腐食桁

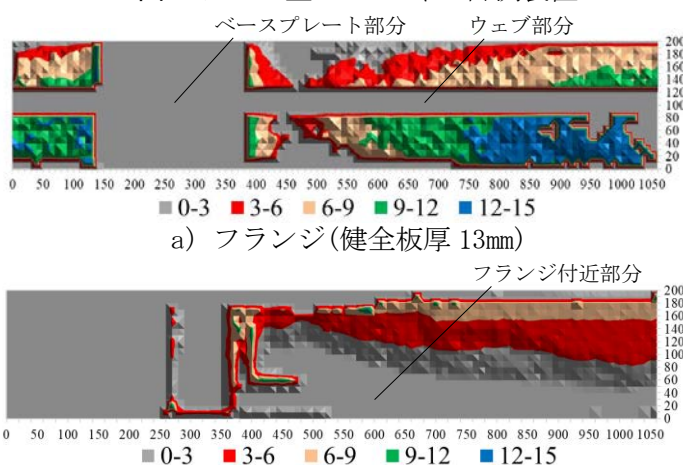


a) 全体



b) レーザー変位計

図 3 タワー型 3D スキャナ計測装置



a) フランジ(健全板厚 13mm)

b) ウェブ(健全板厚 8mm)

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 ものづくり大学 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 点曲げ载荷とした。

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-载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。

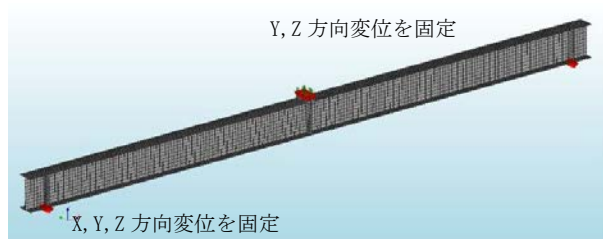
5. まとめ

本研究成果は以下の通りである。

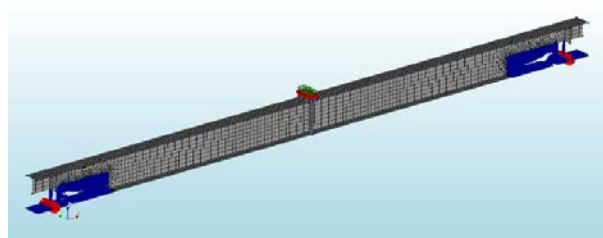
- ① タワー型計測装置により計測した板厚分布を導入した解析モデルにより、精度の高い耐力力を算出できた。なお、本装置の計測精度は高いものの、大型のため実橋計測への適用は難しい。
- ② 腐食した鋼桁に対して、補剛材の補修が耐力力の維持に有効であると考えられる。

【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。

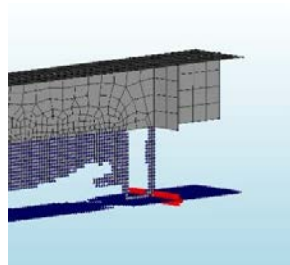
- 【参考文献】 1) 日本鋼構造協会：土木鋼構造物の点検・診断・対策技術，2015. 11
2) Manie, J., and W.P.Kikstra : DIANA finite element user' s manual., 2018



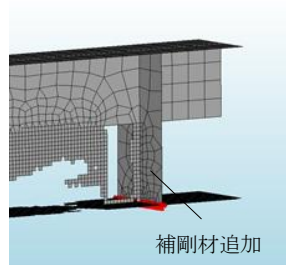
a) 健全鋼桁 (CASE1)



b) 腐食鋼桁 (CASE2)

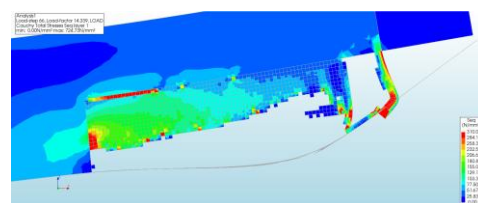


c) CASE2 詳細

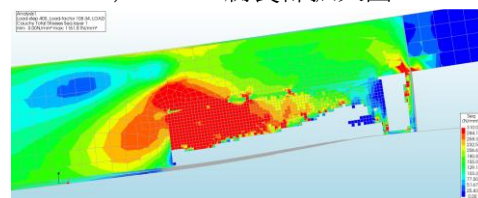


d) CASE3 詳細

図 5 解析モデル



a) CASE2 腐食部拡大図



b) CASE3 腐食部拡大図

図 6 鉛直応力コンター図

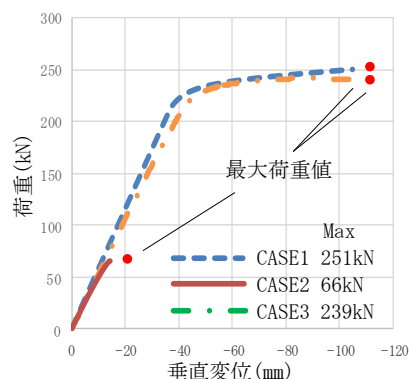


図 7 荷重-载荷点直下鉛直変位の関係