

腐食鋼板の残存圧縮強度評価に関する実験的および数値的研究

愛媛大学大学院	学生会員	○真鍋 佑輔
愛媛大学大学院	正会員	大賀 水田生
愛媛大学大学院	正会員	全 邦釘
愛媛大学環境建設工学科	正会員	川口 隆

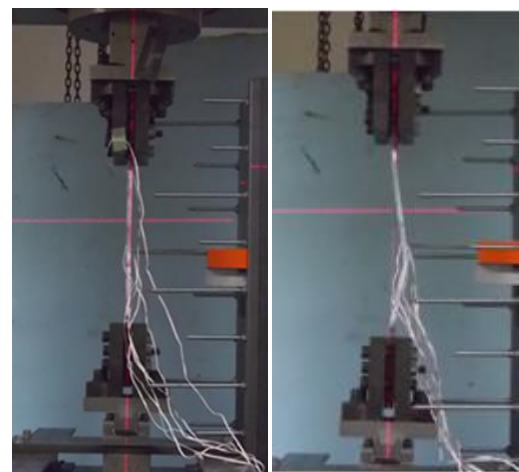
1. 緒言

近年、我が国において社会基盤施設の老朽化が問題となっており、それらの維持管理手法の確立が急務となっている。劣化の主要因の1つは腐食であるが、腐食が力学的特性に与える影響が把握できていないという問題がある。また、劣化したまま供用されている橋梁が多く存在し、このままいくと20年後には建設されてから50年を越える橋梁が約26万橋に上るため、それらの維持管理を行うためにも早急に性能評価を行う必要がある。しかし、現状では技術者が経験的・定性的な判定を行っており、定量的な残存強度評価手法が存在しない。よって、本研究では実験およびFEM解析の結果から腐食が座屈に与える影響を解明し、適切で簡便な残存圧縮強度評価手法を提案した。

2. 座屈試験

座屈試験に使用した供試体は、穴内川橋のフランジ(12本)、餘部鉄橋のフランジ(2本)、船越運河橋の対傾構(3本)から採取したもので、全部で17本作製した。なお、供試体の両端部にはつかみ部としてSM490A新規鋼材を溶接してある。実験は両端固定で行い、面外変位計、ひずみゲージを用いて面外変位とひずみを測定した。腐食鋼板に圧縮力を作用させた場合、板厚の小さい部分がまず降伏すると考えられる。そのため、最小板厚部のひずみを確認することは座屈挙動を把握する上で非常に重要である。また、今回の圧縮試験は両端固定で行うため中央部で大きなひずみを生じて座屈すると考えられる。これらを考慮して、供試体の中央部および最小板厚部の表裏に1点ずつひずみゲージを貼り付ける。また、腐食鋼板供試体を実

験装置の荷重軸に対して平行に設置できているか確認するために、中央部の1本と並列させて左右に1本ずつ貼り付けた。実験を行った結果、供試体の腐食による減肉が激しい場合、荷重をかけ始めると早期にひずみが生じていたため、腐食による偏心が影響していると考えられる。また、最小平均板厚部が端部にある場合を除く全ての供試体において、最小平均板厚部で座屈している様子が観察された。このことから、最小平均板厚部が座屈に与える影響が大きいと考えられる。



(a) (b)

図1 座屈試験の様子

3. FEM 解析

3.1 FEM 解析の妥当性

本研究のFEM解析においては、商用FEMパッケージAbaqus/Standardを使用した。解析には2次元レーザー変位計を用いて、腐食鋼板の表面形状を測定したモデルを図3.1のようにAbaqus上で再現した。使用した要素は三次元8節点ソリッド要素C3D8、節点数

よび要素数は AN-2 の場合、それぞれ 30030, 37332 である。材料特性としては、各橋梁から切り出した JIS5 号試験片に対して材料特性試験を行った結果を用いた。その再現モデルに一端は完全固定、もう一端は等分布強制変位を与えて解析を行った。図 3.2 は荷重一面外変位曲線である。実験および解析の曲線の形状は非常に似ており、最大荷重、後座屈挙動ともに精度よく再現されている。また、図 3.3 で実験と解析の最大荷重を比較すると、決定係数 0.97 と非常に精度よく再現されていることがわかる。解析結果を見ると、最小平均板厚部が中央部分にある場合そこで座屈し、端部にある場合は最小平均板厚部に強い曲げ応力が働いていることが確認できた。やはり、最小平均板厚部が腐食鋼板の残存圧縮強度に強く影響していると考えられる。

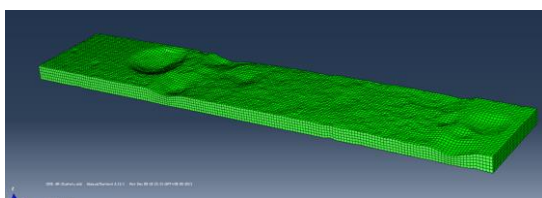


図 3.1 再現モデル

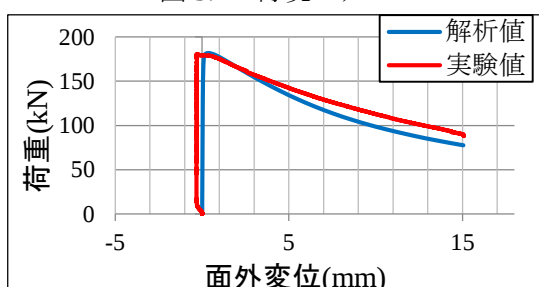


図 3.2 荷重一面外変位曲線

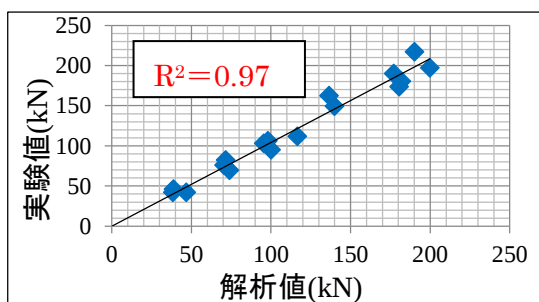


図 3.3 実験値および解析値の相関

4. 簡便なモデル化手法の提案

4.1 腐食位置変化によるパラメトリックスタディ

FEM でモデル化した腐食鋼板の腐食位置を変化させて解析を行った。全部で 34 本モデルを作成し、3.1 と同じ境界条件で解析を行った。その結果、どのモデルにおいても強制変位を与えると最小平均板厚部に強

い曲げ応力が働いていることがわかった。このことから、最小平均板厚部以外に孔食等の激しい腐食がある場合でも、最小平均板厚を用いれば腐食鋼板の残存圧縮耐荷力を評価できると考えられる。

4.2 簡便なモデル化手法の提案

4.1 の結果より、最小平均板厚と平均板厚を用いた腐食鋼板の簡便なモデル化手法の提案を行った。図 4.1 のように板厚に平均板厚を用い、最小平均板厚部を簡単に再現した。その簡易モデルと 3.1 で行った再現モデルの最大荷重の比較を行ったところ、応力分布、荷重一面外変位曲線ともに非常に近い挙動を示していた。また、図 4.2 より決定係数は 0.96 と十分な精度を有していることがわかった。



図 4.1 簡易モデル

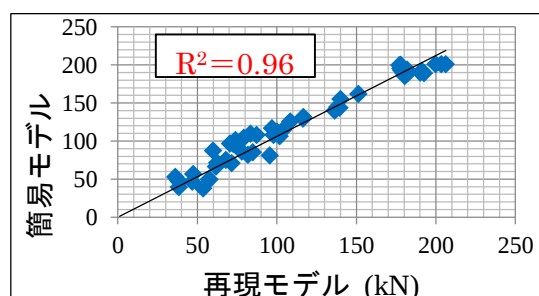


図 4.2 簡易モデルと再現モデルの相関

5. 結論

実験および FEM 解析の結果から、両端固定における腐食鋼板の座屈は最小平均板厚部に強い曲げ応力が働き座屈することがわかった。また、最小平均板厚と平均板厚を用いた簡易モデルを提案し、最大荷重を再現モデルと比較した結果、精度は非常に良好であった。

参考文献

- (1) 建設省土木研究所構造橋梁部橋梁研究室：既設橋の架替実態に関する調査，土木技術資料，No.40-4，pp.38-43，1998.
- (2) 村中昭典，皆田理，藤井堅：腐食鋼板の表面形状と残存耐荷力，構造工学論文集，Vol.44A，pp.1063-1071，1998.