1. はじめに

腐食した鋼部材の残存強度は、板厚計測結果の平 均板厚を一様に与えて腐食を考慮し、有限要素解析 などを用いて評価されることが多い.しかし、腐食 した鋼部材の残存強度は、腐食により生じた表面の 凹凸形状に影響されることが指摘されており¹⁾、こ のような手法では正確な残存強度評価は難しいと 考えられる.筆者ら²⁾は、既に腐食表面の再現モデ ルを提案し、一定の精度をもって腐食表面を再現で きることを示したが、このモデルでは腐食表面の細 かい凹凸形状を再現することは困難であった.そこ で本研究では、いままでの腐食表面再現モデルを改 善し、実腐食表面により近い再現モデルを構築する. さらに、本モデルを用いて作成した腐食表面を有す る鋼部材の残存強度解析を行い、本モデルの残存強 度解析への適用性を明らかにする.

2. 腐食表面生成モデルの精緻化方法

腐食表面再現モデルでは、F:アタック因子の強 さ、β:距離減衰定数、n:アタック因子の数の3 つの評価パラメータを用いて腐食凹凸表面を再現 する.従来のモデルでは、評価パラメータを1種類 しか使用していなかったため、腐食表面の細かい凹 凸形状を再現することが困難であった.そこで本研 究では、これらの評価パラメータの中でも特に凹凸 形状に与える影響が大きいβの種類を増やすこと により、腐食表面形状の精度の向上を図り、従来の モデルの精緻化を行う.

3. 腐食表面の再現

再現の対象とした部材は,約100年間供用後撤去 された鋼プレートガーダー鉄道橋の主桁のエンド プレートから100mm×150mmの長方形板を切り出 したものである.

精緻化された本モデルを用いて再現した腐食表 面の腐食深ヒストグラムを図-1 に,腐食深等高線



広島大学大学院 学生会員 〇井上 太郎

正会員

藤井

堅

広島大学大学院

腐食深 0.0mm 6.0mm



(a) Specimen



(b) Model図-2 腐食深等高線図

図を図-2に示す.

図-1から,再現した腐食表面の平均腐食深や腐 食深の標準偏差等の統計値及び分布形状は実部材 のものとほぼ同じであるのがわかる.

図-2に示す腐食深等高線図は、再現した腐食表 面の腐食深の割合は実部材のものとほぼ同じであ るのがわかる.また、腐食表面上の腐食深分布は実 部材に見られるような腐食を適切に再現できてい るものといえ、実際の腐食表面の特徴をうまく再現 できていることがわかる.

次に,腐食表面のパワースペクトル密度分布を図 -3に示す.ここでは,腐食表面に数本の測線を引 き,その測線上の凹凸変動がどの様になっているか をスペクトル解析することによりパワースペクト ル密度を算出した.図-3のグラフ中の,S(λ):パワ ースペクトル密度(mm³),Z_{ave}:平均腐食深(mm), σ : 標準偏差(mm), λ :波数(1/mm)を表す.これらを比 較すると,どちらも似たような形状となっているこ とがわかる.このことから,再現した腐食表面は実 際に見られるような腐食の凹凸を有しているもの と考えられる.

4. 残存強度解析概要

本モデルの残存強度解析への適用性を検討する ために有限要素法による圧縮強度解析を行った.対 象とした部材は,実供用下にあったベルトコンベア を支えるトラス橋から切り出された等辺山形鋼で ある.断面図を図-4 に示す.山形鋼は公称寸法が A=75mm,B=75mm,t=9mm である.圧縮載荷の場合, 最高荷重は最も弱い断面に支配されると考えられ るので,本モデルで作成した腐食表面を適用する区 間を限定し,実験結果の座屈発生個所に配置した. 解析モデルを図-5 に示す.

解析は、文献 3)に示す実験に対応させ、両端の 回転を固定し、上面に強制的に変位を与える変位制 御で行った.使用した要素は4節点アイソパラメト リックシェル要素、鋼材の種類はSS400、材料特性 は弾性係数 E=200GPa、ポアソン比v=0.3、降伏応 カ $\sigma_y=273$ MPa の完全弾塑性体と仮定した.なお、 Case0 は座標計測により得られた初期たわみを、 Case1、Case2 には腐食表面を表裏両面作成し、合 成した際の中央面の座標を偏心量として与えた.







5. 残存強度解析評価

解析により得られた荷重一変位関係を図-6 に示 す.山形鋼の底面から 100-250mm の区間に計測結 果を基に再現した腐食表面を部材の表裏の両面に 適用したのが Case1, Case2 である.解析結果の比 較の対象として,実際の計測板厚を解析モデル全面 に与えた Case0, 100-250mm の区間に平均板厚を一 様に与えている Case3 を示す.図-6を見ると Case1, Case2 では実験値よりも最高荷重は 10%程度低い が,実際の計測板厚を全面に与えた Case0 のものと ほぼ同じ値を示していることがわかる.また,最高 荷重後における,変位が増えるにつれて荷重が緩や かに低下するような挙動も実験値に近いことがわ かる.一方,平均板厚を一様に与えた Case3 では, 最高荷重が実験値よりも 7%程度高く,最高荷重後

また,図-7に実験結果および解析 Case2 での崩壊 形式を示す.図に示す通り,どちらも同じような位 置で局部座屈していることが確認できた.

6. 結論

- (1) 既存の腐食表面生成モデルの評価パラメータ を増やすことで、鋼部材の腐食表面の凹凸形 状をこれまでよりも精度良く再現できる.
- (2) 再現した腐食表面上での偏心量を考慮したう えで、腐食による減肉が著しい区間に本モデ ルを用いて作成した腐食表面を適用すれば、 圧縮耐荷力を精度良く評価することができる.

参考文献

- 杉浦邦征,田村功ほか:腐食鋼板の圧縮強度の 簡易評価法に関する検討,土木学会論文集A, Vol.63, No.1, pp43-55, 2007.
- 2)藤井 堅,橋本 和朗ほか;海洋環境における鋼管 杭の圧縮強度の経年変化予測法,土木学会論文 集 A, Vol. 66, No. 1, pp.92-105, 2010.
- T. Uemura *et al.* : A Simple Evaluation Method for Ultimate Compressive Strength of Shaped Steel with local corrosion, *Proc. of International Association for Bridge and Structural Engineers*, 2012.



図-7 実験結果および解析 Case2 の崩壊形式