

維持管理における腐食鋼構造物の健全度評価システムの提案

広島大学大学院 ○正会員 藤井 堅
 広島大学大学院 フェロー会員 中村 秀治
 高知高等専門学校 正会員 海田 辰将

1. まえがき

昭和30年代に架設された莫大な社会基盤鋼構造物に多くの腐食損傷が現れており、腐食に対する維持管理手法の確立が火急の工学課題として認識されつつある。本稿では、腐食に対する維持管理のあり方について考察し、精度の高い健全度評価法および将来の腐食進展劣化予測に基づく強度低下予測を提案する。

2. 維持管理の概念

図-1によく示されている維持管理の概念を、図-2に腐食に対する健全度評価フローチャートを示す。構造物の保有性能＞要求性能ならば構造物は健全であり、この状態を維持するための行為が維持管理である。保有性能は種々の点検結果に基づいて評価され、保有性能が要求性能を上回っているかどうかを判断することが健全度評価の一つの目的である。

一方、性能設計ではLCC評価が要求されており、そのためには、設計当初において劣化シナリオが描かれ（予測され）ていなくてはならない。その劣化シナリオに基づいて補修計画の立案、費用の積算などが行われる。すなわち、現時点だけではなく将来の劣化予測が要求されることになる。しかし、構造物の周辺環境条件に影響される腐食損傷については、多くの場合、実現象として起こる経時変化が初期段階で想定したシナリオと異なることは、普通に起こるのであろう（図-1）。

一般に、種々の点検は現時点での健全度を評価するために行われる。しかし、点検のもう一つの狙いは、蓄積された点検結果に基づいて精度の良い将来評価を行い、初期段階で想定した劣化シナリオと実現象での劣化現象との差異を補正し、将来の合理的な維持管理へつながる劣化シナリオの修正・更新することと考えられる。したがって、点検には、現時点の評価のみならず将来予測に必要な点検項目が必要といえる。

3. 腐食鋼構造物の強度劣化予測

腐食した鋼構造物の強度評価および将来の強度低下予測を行う場合、構造物の耐荷力の変化を直接時間の関数に置き換えて予測する試みをよくみかけるが、腐食表面の凹凸形状を予測・推定し、この表面形状を基に耐荷力等の将来予測を行うのが合理的と考えられる。それは、同じ腐食進展に起因して起こる現象であ

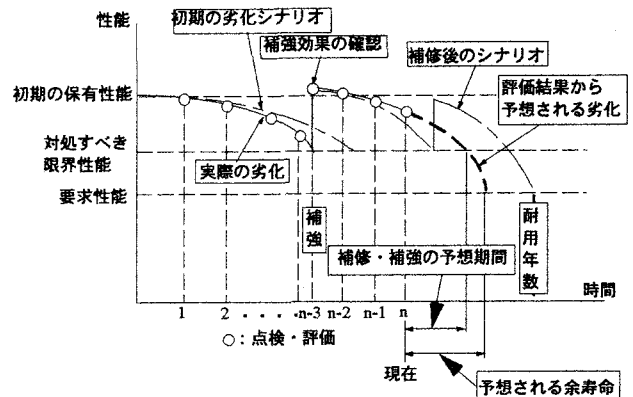


図-1 維持管理における点検と健全度評価の概念

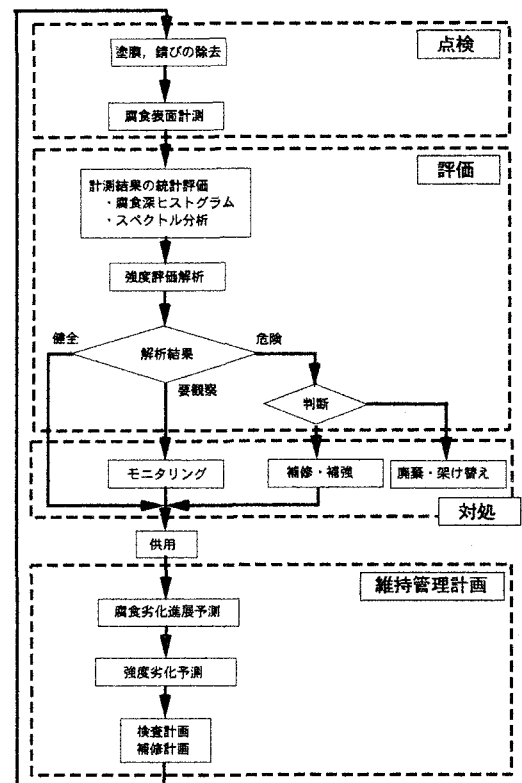


図-2 腐食に対する健全度評価

るにも関わらず、前者のように使用限界や終局強度などの種々の要求性能ごとに時間の関数として与えるのは極めて難しい問題であり、また、複雑であることによる。

(1)腐食表面計測と腐食進展予測

図-1に示すようにn回の点検において腐食表面形状が計測されているとし、表面形状の測定結果から将来の腐食進展予測を行う。

腐食表面形状の計測には、種々の方法があるが、画像を用いた計測が有力である。図-3に、腐食表面計測結果の一例を示す。図は、筆者らが開発した、市販のプロジェクタとCCDカメラ(300万画素)を用いて計測した結果であるが、レーザー変位計による計測結果と概ね一致していることがわかる。いままでに得られた結果からは、鋼板表面の腐食進展把握のためには、プロジェクタで投影された格子点間隔は5mm以下、より高精度の予測のためには2mm以下が望ましい。

一方、鋼板表面凹凸形状の腐食進展予測は、例えば文献1)に示すような腐食進展予測モデルが適用できる。図-4は、文献1)を改良したモデルを用いて、それぞれ10年、50年および100年後の腐食表面を推定した腐食深等高線である。本モデルでは、腐食表面形状を決定するパラメータは、単位時間に表面を浸食する強さ F 、半径 r の攻撃因子と、その単位面積当たりの個数 n であり、腐食表面の空間的な広がりや空間的自己相関の概念を導入して表現している。図は、 $F=0.005\text{ mm/年}$ 、 $r=5\text{ mm}$ 、 $n=4000\text{ 個/mm}^2/\text{年}$ の場合である。

(2)腐食鋼構造物の残存強度評価

腐食鋼板の残存強度解析には、有限要素法が有力である。このとき、板要素の要素幅は20mm以下とするのが望ましい。他に、得られた腐食表面の統計指標を用いた簡易解析法も有効である²⁾。図-5に800x200mmの3辺単純支持1辺自由の矩形板の圧縮耐力の経年変化解析結果を示す。図は、20年後位から腐食減肉により板が塑性座屈から弾塑性座屈へ移行していることを示す。

4. まとめ

上記のように、今後改善すべき問題点もあるが、腐食進展を考慮した残存強度の将来予測は可能と考えられる。本腐食進展モデルの適用範囲は、一様に凹凸が現れるような全面腐食に限定しているが、今後、局部腐食や塗装などの防食処理の効果を含めた進展予測モデルの構築、また、塩分の蓄積などの促進効果や発生錆による減速効果なども盛り込む必要があろう。

参考文献

- 1) 藤井他, 構造工学論文集, Vol.50A, pp.657-665, 2004.
- 2) 海田他, 土木学会論文集, No.766/I-68, pp.59-71, 2004.7.

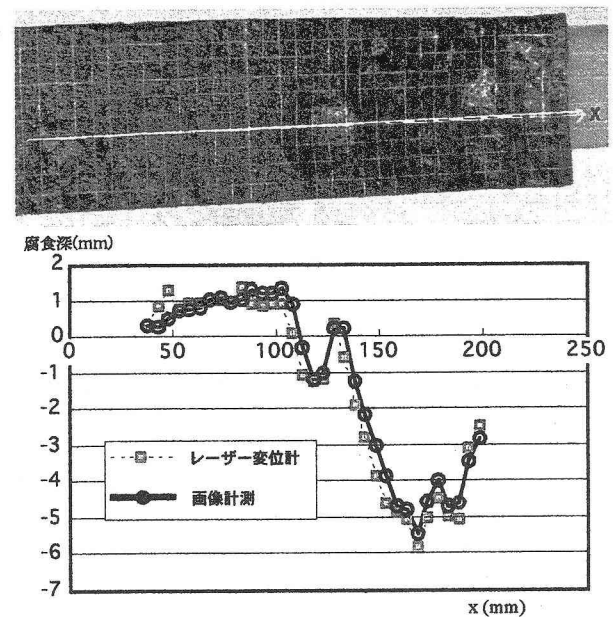


図-3 腐食表面上の測線に沿う凹凸測定結果

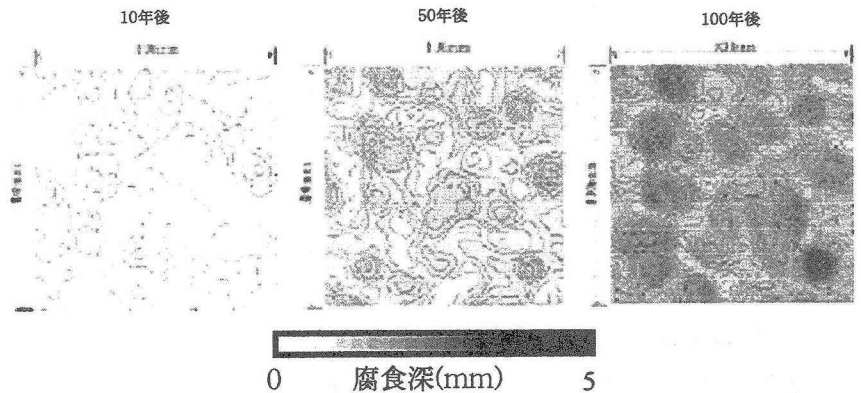


図-4 腐食進展予測

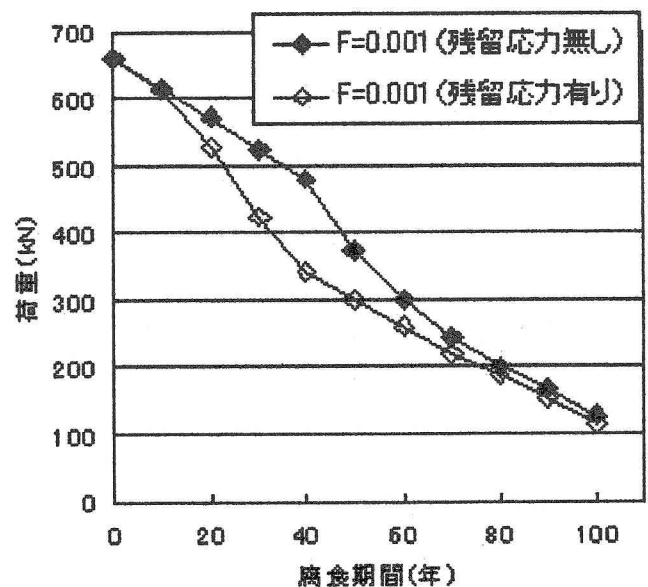


図-5 腐食鋼板の軸圧縮耐荷力の変化