

# 腐食した鋼橋の健全度評価手法の検討

藤澤伸光, 穴見健吾

## 1. 研究概要

1950年代半ばから道路整備の進捗に合わせて急激に増加してきた日本の橋梁の建設数は、高度成長期にピークとなり、その後は漸減の傾向にある。このピーク時に建設された橋梁群は、現在、建設から約30年経過している。一般に、道路橋の耐用年数は50年と言われているから、2020年には大量の橋梁が寿命を迎えることになる。一方、国・自治体の財政状況を考慮すれば、従来のように老朽橋梁は全て架け替えるという方策を採用できないことは明らかであり、最小の費用で最大の効果を発揮するような適切な維持管理システムの構築が火急の課題となっている。

ところで、予算の制約の元での維持管理を考える場合、現実には補修の先送りによってさらに劣化が進行する橋梁もでてくることは避けられないであろう。逆に言えば、ある程度の劣化を許容しない限り、現実的なシステムは構築できないとも考えられる。この場合、当然ながら、劣化した橋梁の安全性を保証することが絶対的な要件となる。従って、合理的な維持管理システムを構築するための要素技術として、劣化の予測技術と、劣化した橋梁の安全性評価技術が不可欠である。

周知の通り、鋼橋の劣化の主な原因には腐食と疲労があるが、上部構造の損傷が原因で架け替えられた鋼道路橋の損傷の50%以上が腐食損傷であることから、ここでは腐食損傷に着目することとする。また、現実には、検査によって腐食損傷が認められたにもかかわらず早急な補修が困難な橋梁も少なくないことから、このような橋梁の安全性評価の必要性が高いと考え、腐食損傷を受け

た鋼橋の耐荷力評価法を中心として研究を実施する。

## 2. 成果目標

腐食損傷を受けた構造物の耐荷力特性は、単に断面欠損を生じるというのみならず、孔食部における応力集中のために材料の伸び、強度ともに低下するという報告もあり、様々な因子の影響を受ける極めて複雑なものと考えられる。一方、膨大な数の橋梁を迅速に診断するためには、多少の精度は犠牲にしてもマクロに耐荷力を評価する方法を確立することが望ましい。そこで、本研究では、次のように段階的な目標を設定する。

### 2.1 腐食鋼板の力学特性

腐食による表面不整が材料の特性に及ぼす影響を明らかにし、腐食材の残存耐荷力を推定する方法を開発する。

### 2.2 腐食した構造体の耐荷力

上記の結果を用いて構造体の耐荷力を推定し、その妥当性を実験的に検証する。

### 2.3 実橋の腐食度の判定

目視検査に加えて、局地気象、付帯設備、建設年代、補修履歴など、腐食に関与するパラメータを調査し、これらから簡易に腐食度を推定する方法を開発する。

### 2.4 実橋の耐荷力評価

2.1~2.3に加えて、準拠示方書、実交通荷重などを勘案して、真の使用限界、終局限界を推定する方法を開発し、アセットマネジメントのための基礎資料を提供する。

### 3. 研究成果

本年度は初年度でもあり、研究に必要な各種設備の調査、詳細仕様の検討、および購入を行った。以下に設備とその使用計画、および関連する若干の研究結果を報告する。

#### 3.1 実橋の腐食度の判定

実橋の腐食判定では、当然ながら、橋梁下面の状態が重要となる。足場などを設置せずに橋面から下面を検査するためには、特別な設備が必要となる。本年度はこのための設備を検討、購入した。詳細は2.2に述べる。

また、特に損傷の激しい部位を詳細に観察するために、人の視野に近い焦点距離を持つファイバースコープを購入した。鋼橋の下面には、横構、対傾構などの2次部材が多数配置されている場合があり、フレキシブルに位置や角度を制御できる観測装置が必要と判断したためである。なお、上記の下面検査設備は大型で設置組み立てに時間を要することから、これによらない簡易な検査も想定しておく必要がある。ファイバースコープは、このような検査でも使用する計画である。

実橋の腐食度を正確には把握するためには、実橋において表面性状を実測するのが理想であるが、このような測定は時間的にも費用的にも極めて困難であり、目視、あるいは画像データの取得程度が現実的であろう。そこで、画像データから画像処理によって腐食の程度を判定することも考えられよう。耐候性鋼の無塗装橋梁の錆の性状を画像処理によって判定した結果、適切な処理を行えばある程度の判定は可能であるとの見通しを得た。

処理の概要は以下の通りである。まず、光源の明度や色彩の影響を除去するため、色情報を破棄したうえで明度を基準化し、これを適切な閾値で2値化した。この画像に対してフーリエ変換、フラクタル次元などを求めて錆の状態との相関を調べた結果、ある程度の相関は認められたものの錆の良否の判定指標としては信頼性に乏しいこ

とが明らかとなった。これに対して、白地に配置された黒色の粒の粒度分布を求め、累積分布の重心と原点の基準化距離を指標とすれば、目視による錆判定とかなり高い相関性を示すことが分かった。この結果は、耐候性鋼の無塗装橋梁の錆を対象としたものであり、一般の鋼の腐食にそのまま適用できるものではないが、画像処理による判定の可能性を示すものと言える。

#### 3.2 腐食鋼板の力学特性

腐食劣化した構造物から採取したサンプルによる試験例の報告はあるが、腐食鋼板の力学特性には不明な点が少なくない。促進暴露試験などによる試験体を用いて、腐食による力学特性変化のメカニズムを調べる必要がある。そこで、腐食鋼板の表面不整を正確に測定するために、レーザー変位計と1軸スキャナーを組み合わせた設備を購入した。本設備は、当初、下面検査設備に搭載する計画であったが、重量過大となったため、当面は搭載不可能である。変位計を搭載できるように設備を改善するか、あるいは実橋の腐食データ取得のために別の手段を講じるかは今後の課題である。

### 4. 教育成果

関連する学士論文テーマ

「画像処理を用いた無塗装橋梁の錆安定判別」

「画像処理を用いた無塗装耐候性橋梁の錆安定判別」