

## 目視調査による鋼橋の腐食劣化の評価に関する研究

京都大学工学部 正員 松本 勝

京都大学工学部 正員 白石成人

京都大学大学院 学生員 Somkiat Rungthongbaisuree

日立造船 正員 岡村 敬

京都大学大学院 学生員 三宅 広昭

## 1. はじめに

本研究は、鋼橋の維持管理を効率的に行うために、鋼橋の腐食劣化特性について実橋調査を行うことによってその構造を明らかにし、それを考慮した鋼橋の維持管理システムを作成することを目的とするものである。まず、鋼橋の腐食劣化を塗膜劣化と鋼材腐食に分け、各々について評価点法を用いた目視調査を行った。その結果をもとに両者のモデル化を行い、塗装系別、環境別、部位別の劣化特性を明らかにすることを試みた。

## 2. 調査方法

本研究では主としてプレートガーダー橋を対象とした。橋梁を桁端部、桁中央部に分けた上で外桁、内桁別の支承部、上フランジ下面、ウェブ、下フランジ上面および下面、伸縮継手の計26の部位の特に劣化の激しい箇所(約20cm×20cm四方)に対して、以下のような評価基準を用いて目視調査を行った。

(1) 塗膜劣化(旧国鉄<sup>1)</sup>および関西電力<sup>2)</sup>の基準を参考)

4 : 異常なし。もしくは塗膜の欠損面積が0.03%未満。

3 : 塗膜の欠損面積が0.03%以上0.3%未満。

2 : 塗膜の欠損面積が0.3%以上5%未満。

1 : 塗膜の欠損面積が5%以上。

欠損・錆、われ、ふくれ、はがれ等

(2) 鋼材腐食

A : 錆なし。もしくは発錆面積が0.5%未満。

B : 発錆面積が0.5%以上10%未満。

C : 発錆面積が10%以上50%未満。

D : 発錆面積が50%以上90%未満。

E : ほぼ全面に均一に錆が発生している状態。

ただし、A～Eは孔食が認められない場合とする。

F : 孔食が少し発生している状態。

G : 孔食がかなり発生している状態。

G' : かなり激しく孔食が発生している状態(孔食深さが板厚の1/2以上)。

以上のような基準を用いて、海岸環境4地域、山間環境1地域、市街環境2地域、田園環境3地域に属する道路橋244橋、鉄道橋33橋に対して調査を行った。

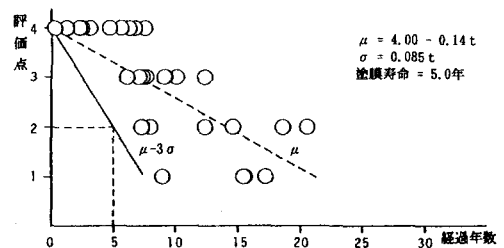


図-1 塗膜劣化評価点と塗り替え後の経過年数との関係 (City A : 田園環境)  
橋梁部位 : 外桁端部下フランジ下面  
塗装系 : フタル酸系

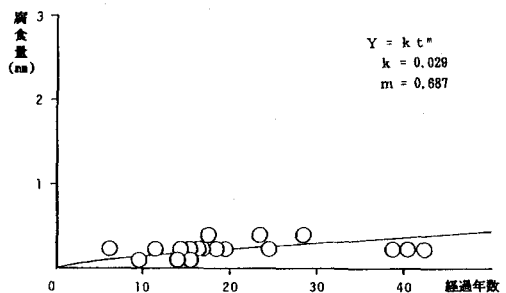


図-2 経過年数に対する鋼材腐食量の推定 (City B : 市街環境 : Class 2)  
橋梁部位 : 外桁端部上フランジ下面内側  
経過年数 = Σ((架設(塗装)から塗装(調査)までの経過年数) × (各部位の塗膜寿命))  
ただし、下線部が負のときは0とする。

Masaru MATSUMOTO

Naruhito SHIRAIISHI

Somkiat RUNGTHONGBAISUREE

Takashi OKAMURA

Hiroaki MIYAKE

### 3. 調査結果および解析

第一に、目視調査の塗膜劣化のデータを用いて塗膜寿命の予測を試みた。まず塗膜劣化の調査データのうち、漏水箇所および鋼材腐食の評価点E～G'に相当するデータを除いた。前者の理由は漏水の発生時期が明らかでないためであり、後者の理由はそれらのデータが塗膜寿命の予測の際、その寿命を計算上のばす恐れがあるためである。次に、塗り替え直後の評価点が4であり、評価点のばらつき( $\sigma$ )が経過年数に比例すると考えた直線回帰式( $\mu$ )を求めた。さらに、 $\mu - 3\sigma$ を各部位の最小評価点と考え、その直線から評価点2における経過年数を塗装系別、環境別、部位別に求め、塗膜寿命とした(図-1参照)。この結果、塗装系別では塩化ゴム系よりもフタル酸系で、環境別では海岸環境で、部位別では支承部と下フランジ下面で塗膜が劣化しやすいことがわかった。

第二に、鋼材腐食のデータより経年鋼材腐食量の予測を試みた。まず調査データを文献3と過去に行った板厚測定調査より求められた各評価点に対応する腐食量を用いて定量化した。また、調査データに次のような階級(Class)を設けた。

Class 1 (非常に良いデータ): 架設後まだ一度も塗り替えを行っていない橋梁のみのデータ。

Class 2 (良いデータ) : 架設後の塗り替え年月・回数が正確にわかっている橋梁のみのデータ。

Class 3 (悪いデータも含む): 調査橋梁全てのデータ。塗り替え年月・回数のわからない橋梁についてはアンケート調査等から塗装周期を仮定し経過年数を求める。

鋼材腐食量の長期予測に有効な式として堀川ら<sup>4)</sup>が提案した指数関数モデル( $Y = A t^B \exp(C/t)$   $Y$ : 腐食量、 $t$ : 経過時間、 $A, B, C$ : パラメータ)があるが、このモデルは経過年数が0に近づくとき腐食量が非常に大きくなってしまったため、経過年数が比較的短い橋梁のデータが多い場合、鋼材腐食量の長期予測にあまり良い結果が得られない場合が生じた。そこで、本研究では新たに次のようなモデルを用いた。

$$Y = k t^m \quad Y: \text{腐食量 (mm)}, t: \text{経過年数}, k, m: \text{パラメータ}$$

ただし、経過年数としては架設後の経過年数から塗膜寿命を引いたものを考える。

このモデルに漏水箇所以外の調査データをあてはめ、最小自乗法によって、Class別、環境別、部位別にパラメータ $k, m$ を推定した(図-2参照)。さらに、この $k, m$ を用いて10年後の推定腐食量を算出した。この結果、どのClassにおいても環境別では海岸環境で、部位別では支承部と下フランジ下面で腐食量が大きくなることがわかった。本来、鋼材腐食量の予測にはClass 1のデータだけを用いるのが望ましいが、Class 2, 3においてもClass 1と同様の傾向を示したことは、このようなデータからでも腐食量の予測が可能であることを示しているといえる。

### 4. まとめ

本研究では、目視調査という比較的簡単な方法によって塗膜寿命および鋼材腐食量の予測を試みた。その結果、環境別では海岸環境で、部位別では支承部、下フランジ下面で劣化しやすいことがわかった。これは、一般に言われていることと同様の傾向であり、この方法によって鋼橋の腐食劣化の評価を比較的精度よく行うことができると考えられる。

### 参考文献

- 1) 佐藤靖, 橋本達知; 鉄桁の防錆状態の調査および保守対策, 鉄道技術研究報告 No.392, 1974.2
- 2) 関西電力株式会社 水門鉄管塗装管理基準, 1984.8
- 3) 伊藤敷; 鋼構造物腐食の現状の把握と寿命予測手法としての極値統計, 第41回腐食防食シンポジウム資料, 1976
- 4) 堀川一男, 滝口周一郎, 石津善雄, 金指元計; 各種金属材料及び防錆被膜の大気腐食に関する研究(第5報), 防食技術16, 1967, pp153-158