

環境因子を考慮した腐食量の予測と 橋梁劣化に関する研究

京都大学大学院 学生員 岡村 敬
京都大学工学部 正 員 白石成人
銭 高 組 (株) 正 員 菊田民人

京都大学工学部 正 員 松本 勝
京都大学大学院 学生員 Somkiat Rungthongbaisuree

1. はじめに

現在、我国の橋梁の多くが架設後20年以上経過しており、中には100年以上経過しているものもある。このような橋梁のうち、西ドイツのKoelbrand橋やアメリカのOhio River橋のように腐食が主たる原因で起こった事故は我国では報告されていないが、損傷や劣化が問題となっている橋梁は少なくない。また、最近建設される長大橋の多くがメンテナンスフリー化の傾向にあり、そのためにも橋梁がいかに腐食し劣化するかの現状を把握しその寿命予測することは重要であると考えられる。本研究では橋梁の腐食を塗膜の劣化と鋼材の腐食に分け、環境因子を用いて各々をモデル化して結合することにより、橋梁の腐食量の予測と劣化特性の評価を試みる。

2. 結果および考察

①塗膜の寿命に関連する因子として塗装種類、環境因子、部材位置などが考えられる。本研究では、塗膜の劣化を評価点という形で示した旧国鉄のデータ¹⁾を用いた。そして、経過年数に比例して評価点のばらつきが大きくなると仮定した、環境別、部材位置別の直線回帰式を求め、これから評価点2を塗膜寿命とした経過年数に対する塗膜寿命の確率密度関数を求めた。この結果、環境別では工場、海岸、田園、山間の順に塗膜の劣化は激しく、部材別では、海岸環境では下フランジ、上フランジ、ウェブの順に、他の環境では上フランジ、下フランジ、ウェブの順に劣化しやすいことがわかった。部材別では前者は横風や波しぶきによる塩素イオンの影響が、後者は枕木による湿気の影響と考えられる。

②鋼材腐食のモデルとしては過去の研究から指数関数モデルが長期にわたる鋼材腐食量の推定に有効であることが報告されている。そこで本研究では建設省土木研究所の鋼材暴露試験結果²⁾を用いて環境因子(温度、湿度、降水量、亜硫酸ガス濃度、海塩粒子量)と鋼材腐食量の重回帰分析を行い指数関数モデルのパラメータを推定した。更にこの結果を内桁環境のものとし外桁環境の結果³⁾と比較した。その結果外桁環境では経過年数に従って各環境因子の相

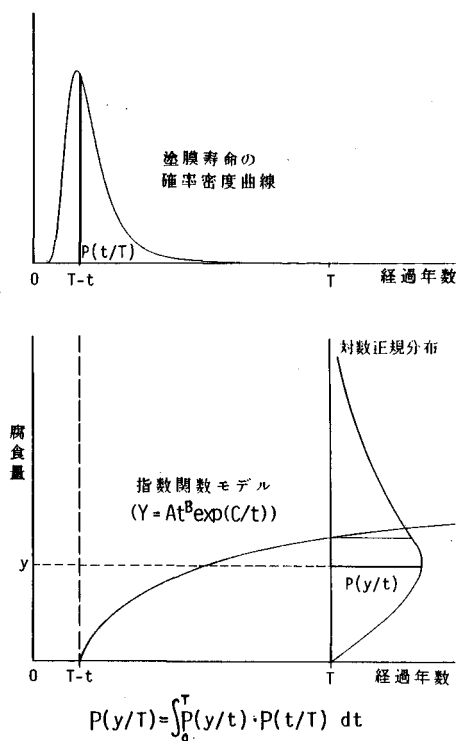


図-1 全面腐食モデルの概念

関性が激しく変動するのに比べて、内桁環境では特に海塩粒子量がかなり高い正の相関（0.9以上）を示すことがわかった。これは海岸環境において内桁の方が外桁より腐食が激しいという現状と一致している。

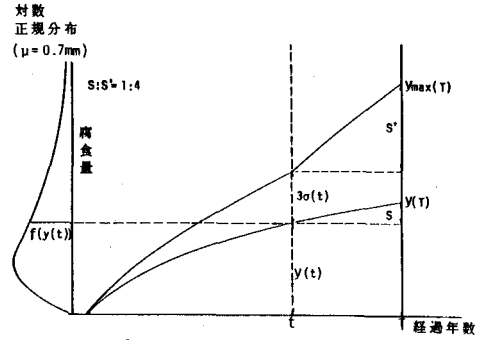
③ ①②より橋梁の全面腐食のモデルと孔食を考えた最大腐食のモデルをそれぞれ図-1、図-2のように仮定した。このモデルを用いて任意の鉄道橋（プレートガーダー橋）の主桁の腐食量を部材別に求めた。なお、海塩粒子量は鳥羽・田中のモデル⁴⁾を用いて算定した。また図-1、図-2に用いられている対数正規分布の変動係数はそれぞれ0.1、0.15とした。その1例を図-3に示す。この図より今回用いたモデルの推定値は実測値に比べかなり小さな値となった。これは実際の桁の環境状態は推定に用いた環境因子以外に土砂や汚物の蓄積、水流の有無等の暴露試験にない環境要因の影響が考えられる。次に各部材の腐食量から許容応力比を算定し図-4に示す。しかし上記のように実際はもっと大きく許容応力比が増加すると考えられる。

3. 結論および今後の課題

本研究では橋梁の腐食量をできるだけ正確に予測することが目的であったが残念ながら実際の値より小さく見積る結果となった。しかしながら橋梁のメンテナンス十分に行われれば、今回の推定値に近づくと思われる。いずれにせよ腐食のデータは少ないので今後データを蓄積し、腐食モデルを検討し改良することが望まれる。

参考文献

- 1) 佐藤靖、橋本達知；鉄桁の防錆状態の調査結果および保守対策、鉄道技術研究報告 No. 392, 1974. 2
- 2) 建設省土木研究所 耐候性鋼材の橋梁への適用に関する研究報告書（I）～（VII）
- 3) 道浦真；腐食による橋梁劣化特性に関する確率論的研究、京都大学修士論文 1987
- 4) 鳥羽良明、田中正昭；塩害に関する基礎的研究（第6報）内陸における海塩粒子の濃度、沈降率、付着率の推定、京都大学防災研究所年報15号B, 1972. 3



$$Y_{\max}(T) = \int_0^T (y(t) + 3\sigma(t) + 4(Y(T) - y(t))) \cdot f(y(t)) dt$$

図-2 最大腐食モデルの概念

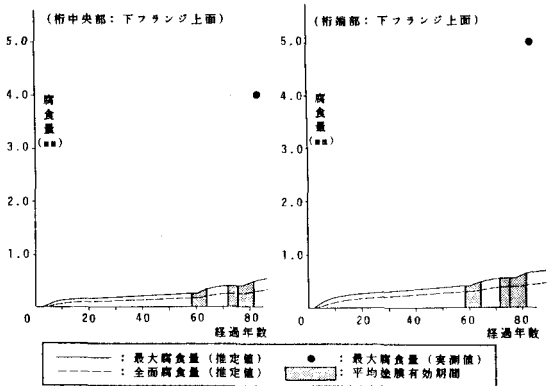


図-3 鉄道橋における腐食量の実測値と推定値の関係

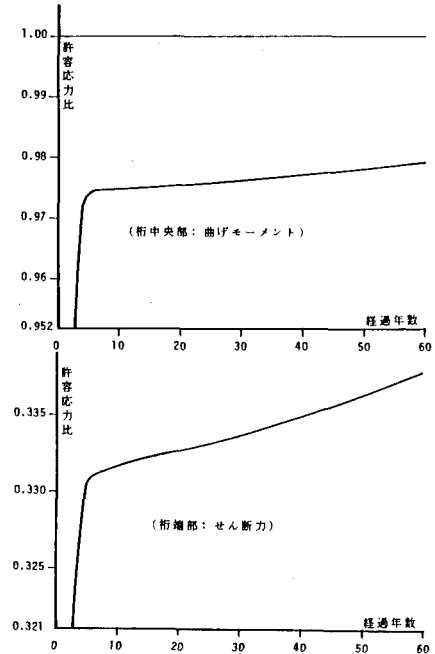


図-4 鉄道橋の許容応力度の経時変化